

Comune di Ancona

U.O. Difesa del Suolo

PIAZZA DELLE PALOMBARE

ANCONA

RAPPORTO GEOLOGICO



IL GEOLOGO

Dott. Geol. Stefano Cardellini

Data: GENNAIO 2018

INDICE

1 – PREMESSA

2 – CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

3 – IDROLOGIA E CARATTERI IDROGEOLOGICI

3.1 – ANDAMENTO CLIMATICO

4 – INDAGINI GEOGNOSTICHE E DI LABORATORIO

4.1 – SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

4.2 – PROVE CTP

4.3 – PROVE DI LABORATORIO

5 – MODELLO GEOTECNICO

5.1 – STRATIGRAFIA

5.2 – CARATTERI FISICO-MECCANICI DEI TERRENI

6 – MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

6.1 – CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

6.2 – CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

7 – STABILITÀ DEL VERSANTE

8 – STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

9 – CONCLUSIONI

APPENDICE

Planimetria scala 1:10.000

Carta geolitologica

Carta geomorfologica

Carta delle pericolosità geologiche

Carta del PAI

Carta della pericolosità sismica locale

Planimetria scala 1:500

Sondaggio geognostico S1

Sezione geologica A-A'

Microzonazione sismica:

carta geologico-tecnica

carta delle MOPS

Rapporti Tecnici:

analisi di laboratorio su campioni di terreno

prove penetrometriche statiche CPT

indagine sismica

1 – PREMESSA

Su richiesta della U.O. Immobili Comunali, Servizi Cimiteriali, SPP della Direzione Manutenzioni, Frana e Protezione Civile, nella persona dell'Arch. Oliva Batini, è stato condotto il presente studio, finalizzato all'analisi dei terreni sottostanti l'attuale Piazza delle Palombare, sita tra v. dell'Industria e v. dell'artigianato nella zona delle Palombare di Ancona.

2 – CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

L'area si sviluppa tra il versante sud-occidentale del rilievo a N-NW del Cimitero di Tavernelle e la piccola dorsale che sale dal quartiere "Piano" al quartiere "Pinocchio", nell'impluvio che dette strutture generano.

La zona è caratterizzata dalla presenza dei depositi pelitici del Pliocene inf.-medio, con frequenti intercalazioni sabbiose e dai soprastanti depositi eluvio-colluviali costituiti da limi argillosi, con livelli limoso sabbiosi.

Dal punto di vista morfologico, la zona risulta ubicata ad una quota di circa 26 m. sul l.m. e si presenta sub-pianeggiante.

Inoltre è posta sui depositi eluvio-colluviali limoso-argillosi e limoso-sabbiosi che raggiungono spessori, in genere, di circa 13 ÷ 18 m. dal piano di campagna attuale.

Nell'intorno dell'area oggetto di studio sono stati evidenziati dissesti tipici dei versanti argillosi anconetani, mentre all'interno dell'area non si rilevano fenomeni gravitativi come deformazioni plastiche e soliflussi che coinvolgono la coltre più superficiale.

3 – IDROLOGIA E CARATTERI IDROGEOLOGICI

L'area ricade nel *Bacino litorale tra Esino e Musone*; l'idrografia superficiale è limitata ai fossi che scorrono sul fondovalle. Il sito è ubicato in una zona di impluvio ed è quindi interessata da fenomeni erosivi connessi all'azione di acque correnti.

Nel versante le acque sotterranee sono presenti sia nei depositi del substrato sia in quelli delle coperture. Dato l'assetto strutturale del versante con giacitura a franapoggio, è possibile che venute d'acqua siano associate a piccoli corpi sabbiosi pliocenici; nei

depositi di copertura la presenza d'acqua è testimoniata da pozzi esistenti in alcuni giardini delle case più antiche.

3.1 – Andamento climatico

Uno studio condotto dall'ASSAM (*Studio dei caratteri termo-pluviometrici della regione Marche, 2007*) rileva come l'andamento annuale della precipitazione, mediata sul territorio regionale, mostri un'apprezzabile diminuzione delle piogge nel periodo 1961-2006 (Fig. 1), quantificabile a livello percentuale con un -12.3%. Il deficit percentuale è stato calcolato approssimando l'andamento della precipitazione tramite la retta di regressione lineare (BUFFONI, MAUGERI E NANNI, 1998.) La serie storica pluviometrica è stata analizzata per individuare e descrivere i fenomeni di siccità nel periodo considerato.

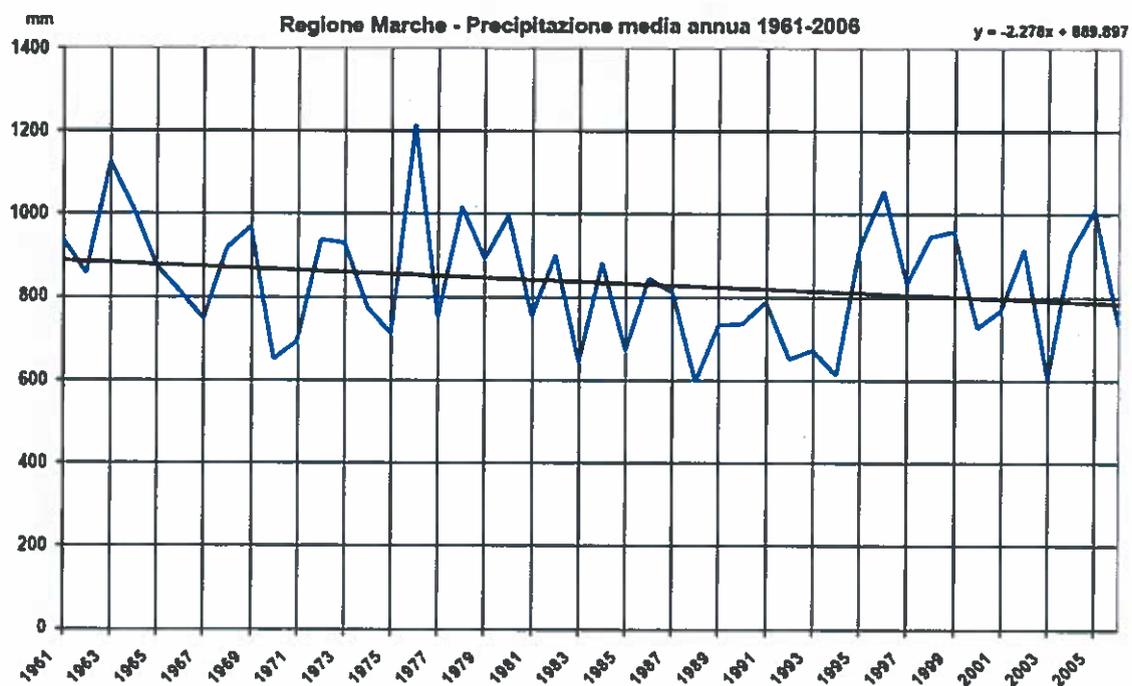


Fig. 1 - Precipitazione media annua 1961-2006.

L'indice SPI (*Standardized Precipitation Index*), sviluppato da McKee et al. quantifica il deficit di precipitazione per diverse scale temporali.

La variabilità dell'indice, composto da valori positivi e negativi indica condizioni di surplus o deficit di precipitazioni rispetto al dato normalmente atteso sulla scala temporale utilizzata (Fig. 2.)

<i>Valore dello SPI</i>	<i>Classe</i>
>2	Estremamente umido
da 1.5 a 1.99	Severamente umido
da 1 a 1.49	Moderatamente umido
da -0.99 a 0.99	Vicino al normale
da -1.49 a -1	Moderatamente siccitoso
da -1.5 a -1.99	Severamente siccitoso
<-2	Estremamente siccitoso

Fig. 2 - Classificazione dell'intensità di umidità o siccità risultante dal calcolo dello SPI.

Sia nella scala stagionale (Fig. 3) che in quella annuale (Fig. 4), l'indice SPI medio regionale ha un trend decrescente, dovuto all'aumento dei fenomeni siccitosi a partire dagli anni ottanta. In particolare nei periodi 1989-1990 e 2006-2007, lo SPI è sceso fino alla classe di *siccità estrema*.

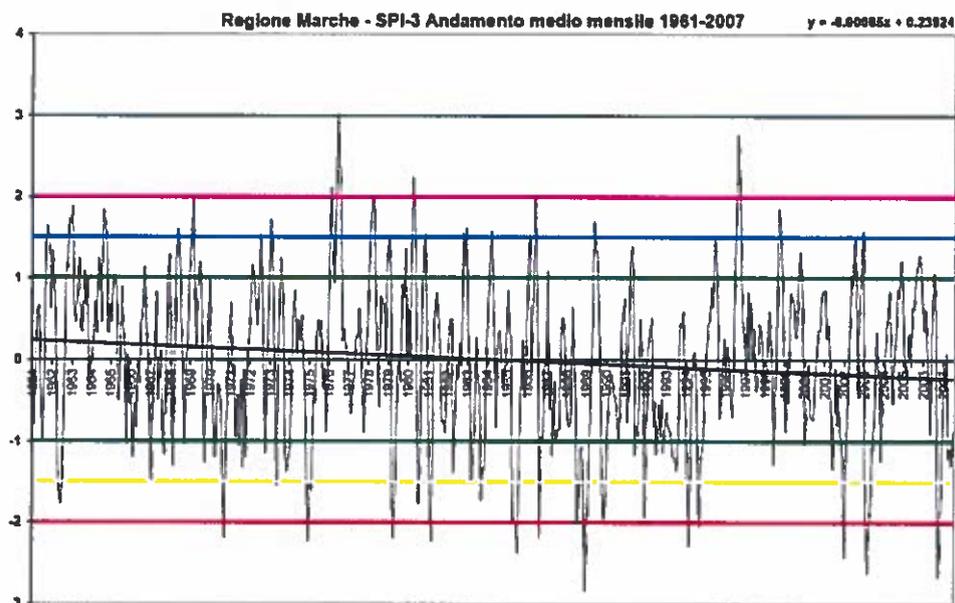


Fig. 3 - Andamento medio mensile 1961-2006 a scala stagionale.

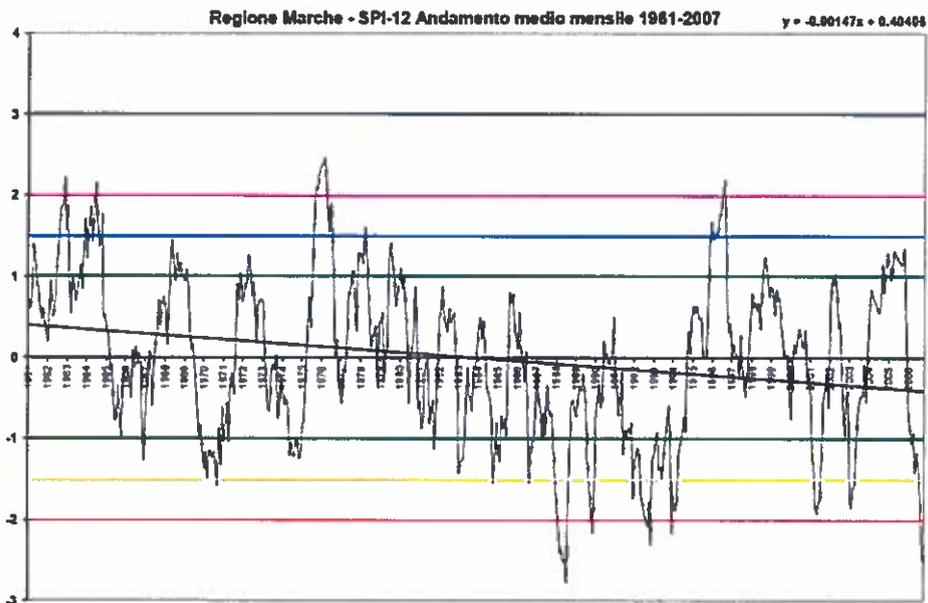


Fig. 4 - Andamento medio mensile 1961-2006 a scala annuale.

Gli eventi siccitosi ($SPI < -1$) nella scala temporale annuale, sono drasticamente aumentati a partire dagli anni ottanta, come si evince dalla Fig. 5.

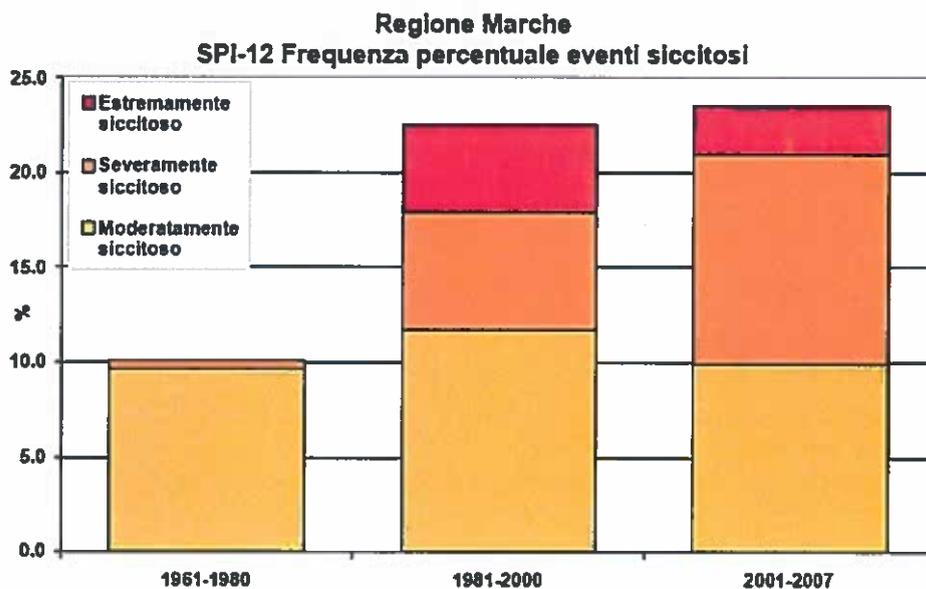


Fig. 5 - Frequenza eventi siccitosi con $SPI < -1$.

L'andamento annuale della temperatura sul territorio regionale (Fig. 6), mostra un significativo trend positivo, dovuto principalmente al generale aumento iniziato negli anni ottanta.

Negli anni 1990, 1994 e 2000 l'incremento della temperatura media annua ha superato 1°C.

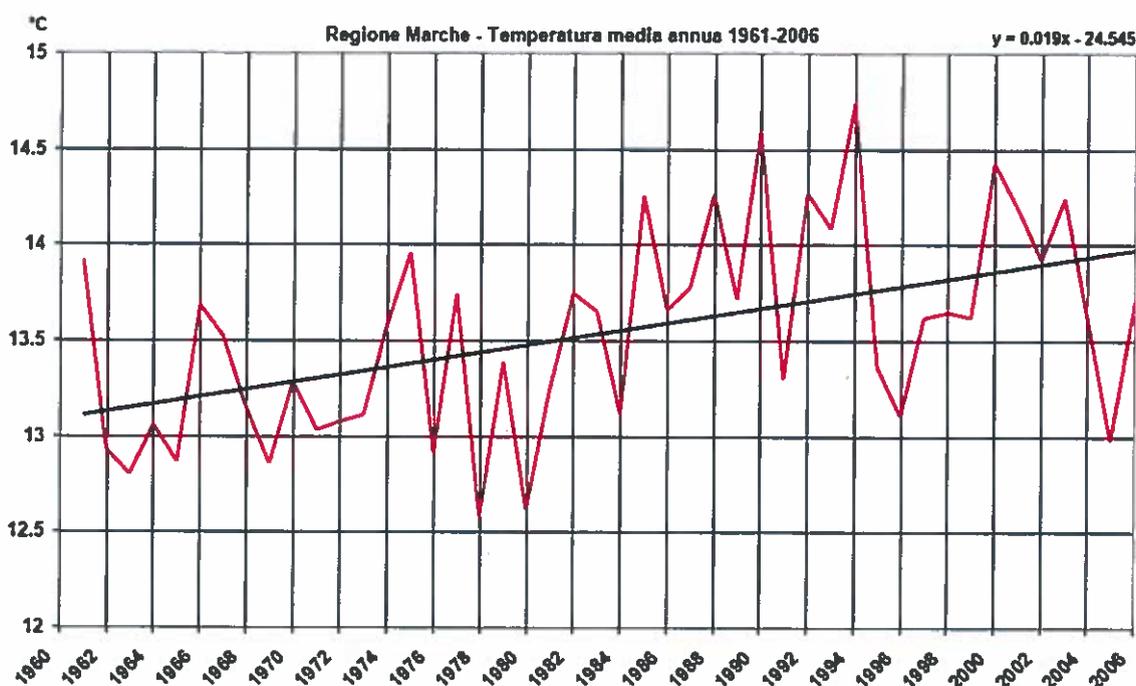


Fig. 6 - Temperatura media annua 1961-2006.

4 – INDAGINI GEOGNOSTICHE E DI LABORATORIO

Al fine di verificare la stratigrafia dell'area di studio ed acquisire dati sulle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni, la ditta *Tecnosondaggi di Claudio Brugiapaglia* ha condotto una campagna di indagine così strutturata:

- Esecuzione di n° 1 sondaggio meccanico (S1) a carotaggio continuo (cc) spinto alla profondità di 20,00 m dal p.c.;
- Esecuzione di n° 3 prove statiche "CTP" tramite penetrometro Pagani TG 63 da 20 Tonnellate e punta conica begemann ;
- Prelievo di n° 2 campioni indisturbati, tramite campionatore a pressione "a parete sottile di tipo aperto (Shelby)"
- Esecuzione di prove di laboratorio sui campioni di terreno prelevato.

Ad integrare i dati acquisiti sono state consultate sia le indagini pregresse, sia indagini eseguite in aree limitrofe, nonché studi desunti dalla bibliografia esistente.

Tutti i rapporti di prova, unitamente alle modalità di esecuzione, sono contenuti nei Rapporti Tecnici allegati alla presente relazione.

4.1 – Sondaggio meccanico a carotaggio continuo

Il sondaggio meccanico consiste in perforazione ad andamento verticale eseguita con sonda perforatrice mediante rotazione a carotaggio continuo, che ha consentito il prelievo di carote del diametro $\phi = 101$ mm.

Le operazioni sono state condotte seguendo le prescrizioni e gli oneri di cui alle "Modalità tecnologiche e norme di misurazione ANISIG". Le carote estratte nel corso delle perforazioni sono state riposte in appositi contenitori (cassette in plastica) per essere esaminate. Dall'esame delle "carote" è stata ricavata la stratigrafia del sondaggio che, oltre alla successione dei terreni nel sottosuolo (a partire dall'attuale piano di campagna), riporta la tipologia e profondità dei campioni di terreno prelevati.

4.2 – Prove CTP

Le prove CTP (*Cone Penetration Test*) sono state eseguite per correlare i dati rilevati dal sondaggio geognostico.

I risultati delle tre prove, spinte sino alle profondità variabili tra i 16 e 18 m dal p.c., sono rilevabili e consultabili sul rapporto allegato alla presente relazione e confermano i terreni osservati nella stratigrafia del sondaggio eseguito.

4.3 – Prove di laboratorio

I campioni prelevati durante le perforazioni, racchiusi in fustelle di acciaio, sono stati consegnati al laboratorio *Geomeccanico Orazi s.a.s.* di Pesaro, ove sono stati sottoposti ad analisi fisiche e meccaniche. I parametri più significativi ricavati dai test di laboratorio vengono riassunti nella tabella allegata.

I campioni di terreno sono stati prelevati nel sondaggio S1 a 3,0 m e a 10,5 m dal p.c.

Le modalità delle esecuzioni delle analisi e le prove eseguite sono riassunte nella relazione allegata alla presente.

5 – MODELLO GEOTECNICO

Le indagini in sito descritte, associate ai dati bibliografici reperiti, permettono di definire il modello geotecnico del volume di terreno "significativo" coinvolto nello studio in

oggetto, e di descriverne le condizioni stratigrafiche, il regime delle pressioni interstiziali, e le sue caratteristiche fisico meccaniche.

5.1 – Stratigrafia

La litologia dell'area di sedime è stata ricostruita in base alle prove in sito eseguite; per le profondità medie e gli spessori relativi delle unità litotecniche individuate, si fa riferimento alla sezione geologica A-A'.

UNITÀ LITOTECNICA	LITOLOGIA	PROFONDITÀ	SPESSORE
1	COLLUVIONE ALTERATA E DECOMPRESSA Limo e limo deb.sabbioso PLASTICO	0,0 ÷ 8,0 M	8,0 M
2	FORMAZIONE ALTERATA Limo argilloso nocciola fratturato	8,0 ÷ 14,5 M	6,5 M
3	FORMAZIONE INALTERATA Argilla limosa compatta	14,50	–

5.2 – Caratteri fisico-meccanici dei terreni

Per definire i principali parametri fisico-meccanici dei terreni oggetto di studio sono stati verificati in modo critico i dati ottenuti dalle prove in sito, confrontandoli con quelli desunti dalle prove di laboratorio e dalla bibliografia esistente.

In accordo con quanto previsto dalle *Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSLP) sulle NTC*, per ciascun litotipo vengono di seguito indicati i valori caratteristici, dei terreni.

UNITÀ LITOTECNICA	gr/cm ³ γ Peso di volume	° φ' Angolo di attrito eff.	kPa C' Coesione efficace	Tmq Cu Coes. non drenata
1	1,9	20	20	5
2	2	21	33	15
3	2.1	24	45	>30

6 – MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Il territorio comunale di Ancona rientra nell'elenco dei Comuni ad elevato rischio sismico (L. 27.12.97 n° 449, O.P.C.M. n° 2788 del 12.06.98); ai sensi dell'O.P.C.M. n° 3274 del 20.02.2003 e della D.G.R.M. n° 1046 del 29.07.2003 e smi esso è classificato in *Zona Sismica 2*. Secondo quanto previsto dal D.M.14.01.2008 "*Norme Tecniche per le Costruzioni*", le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g , nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{V_R} nel periodo di riferimento V_R .

Le forme spettrali sono definite dai seguenti parametri:

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

Sia forma spettrale che accelerazione massima attesa variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento. Rispetto all'area d'intervento il nodo più prossimo sul reticolo di riferimento (Tab. 1 All. NTC) è quello con codice ID20756.

Secondo le NTC 2008, la "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione dipende anche dal tipo di sottosuolo e dalle condizioni topografiche.

6.1 – Categoria di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, il terreno di fondazione è stato classificato in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità (cfr. § 3.2.2 NTC 2008), definita dall'espressione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \text{ [m/s]}.$$

con:

h_i = spessore (in metri) dell' i -esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità

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

N = numero di strati compresi nei primi 30 m di profondità

Per quanto di competenza del Geologo, in ordine all'incarico ricevuto, considerando che la scelta e la progettazione del tipo di fondazione è di competenza dell'ingegnere progettista dell'opera, al fine di fornire i parametri di competenza indicati dalle nuove norme tecniche è stata eseguita un'indagine sismica "MASW" dalla quale risulta un coefficiente medio calcolato di Vs30 dal piano campagna di:

$$Vs30 = 244 \text{ m/s}$$

CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE
(3.2.2 del D.M. 14.01.2008 - Tab. 3.2.II del DM 14.01.08 – Tab. 3.2.I V)

Vista la geologia del suolo indagato, il profilo stratigrafico del suolo di fondazione nell'area oggetto di studio, la prova sismica e le prove penetrometriche statiche, il valore delle Vs30 di 244 m/s e posto nella tipologia di terreno C:

C – Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a m. 30 caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs 30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

6.2 – Condizioni topografiche

Le condizioni topografiche del sito possono essere assimilate alla categoria topografica "T1" di Tab. 3.2.IV NTC 2008, ovvero superficie topografica pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$.

7 – STABILITÀ DEL VERSANTE

Nonostante su entrambi i versanti del crinale siano presenti alcune frane l'area di sedime non mostra, allo stato attuale, alcun dissesto imputabile a movimenti gravitativi, così come individuati dal Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Marche (PAI). Non riscontrando alcun segno che possa far pensare ad instabilità legate a fenomeni gravitativi, ai fini del presente elaborato si ritiene superfluo procedere a verifiche di stabilità con metodi analitici che oltre tutto, in assenza di indagini estese a tutto il pendio, rischierebbero di non avere significato fisico.

8 – STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

Si denomina genericamente liquefazione una diminuzione di resistenza a taglio e/o di rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo (sabbia, ghiaia, limo non plastico) durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno (§ 7.11.3.4 NTC 2008, Eurocodice 8 Parte 5).

Tale fenomeno riguarda i depositi superficiali di terreno incoerente o debolmente coerente, in presenza di falda acquifera. Il potenziale di liquefazione è incrementato in maniera rilevante dalle azioni cicliche prodotte dal terremoto, che riducono il volume dei vuoti aumentando di conseguenza la pressione interstiziale. Questo fenomeno è profondamente influenzato dal numero dei cicli del terremoto, dalla densità relativa e dalla granulometria del terreno.

Si ritiene che nell'area oggetto di indagine esista una modesta circolazione idrica all'interno dei depositi di copertura e della parte più alterata del substrato pliocenico, dipendente esclusivamente dalle precipitazioni meteoriche, tale da non poter essere considerata una vera e propria falda acquifera. In accordo con quanto previsto dal § 7.11.3.4 NTC 2008, non si ritiene necessario procedere alla verifica a liquefazione dei terreni, in quanto l'assenza di falda acquifera può escludere fenomeni di instabilità locali dovuti a liquefacibilità dei terreni.

9 – CONCLUSIONI

In relazione alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche dell'area in esame, alle caratteristiche stratigrafiche dei terreni si può affermare quanto segue:

Dall'esame delle cartografie che si allegano si evidenzia che l'area non è interessata da vincoli idrogeologici perimetrati dal P.A.I. redatto dalla Autorità di Bacino della Regione Marche.

La costruzione della nuova piazza si svilupperà su di un terreno subpianeggiante, a diversa competenza e natura litologica, con alta compressibilità e scarse caratteristiche geotecniche sino a circa 16 m dal p.c.

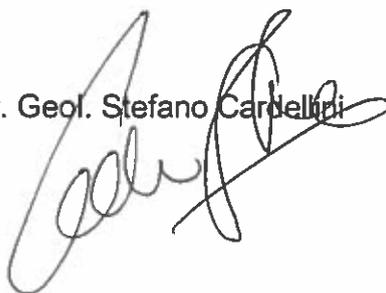
In applicazione del D.M. 14.01.2008 e successiva Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n.617 del 02/02/2009 relativi alle nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni in Zone Sismiche" il suolo indagato viene catalogato in tipologia C "Depositati di terreni a grana

grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a m. 30 caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_s 30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s".

Si precisa infine che la scelta della tipologia di fondazione da adottare per i terreni su descritti sono di esclusiva competenza l'Ingegnere progettista che dovrà comunque verificare gli eventuali cedimenti della struttura in relazione al terreno indagato i cui parametri geotecnici sono descritti nei capitoli specifici.

Ancona, 22.01.2018

Dr. Geol. Stefano Carbelli

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Stefano Carbelli', written over the printed name.

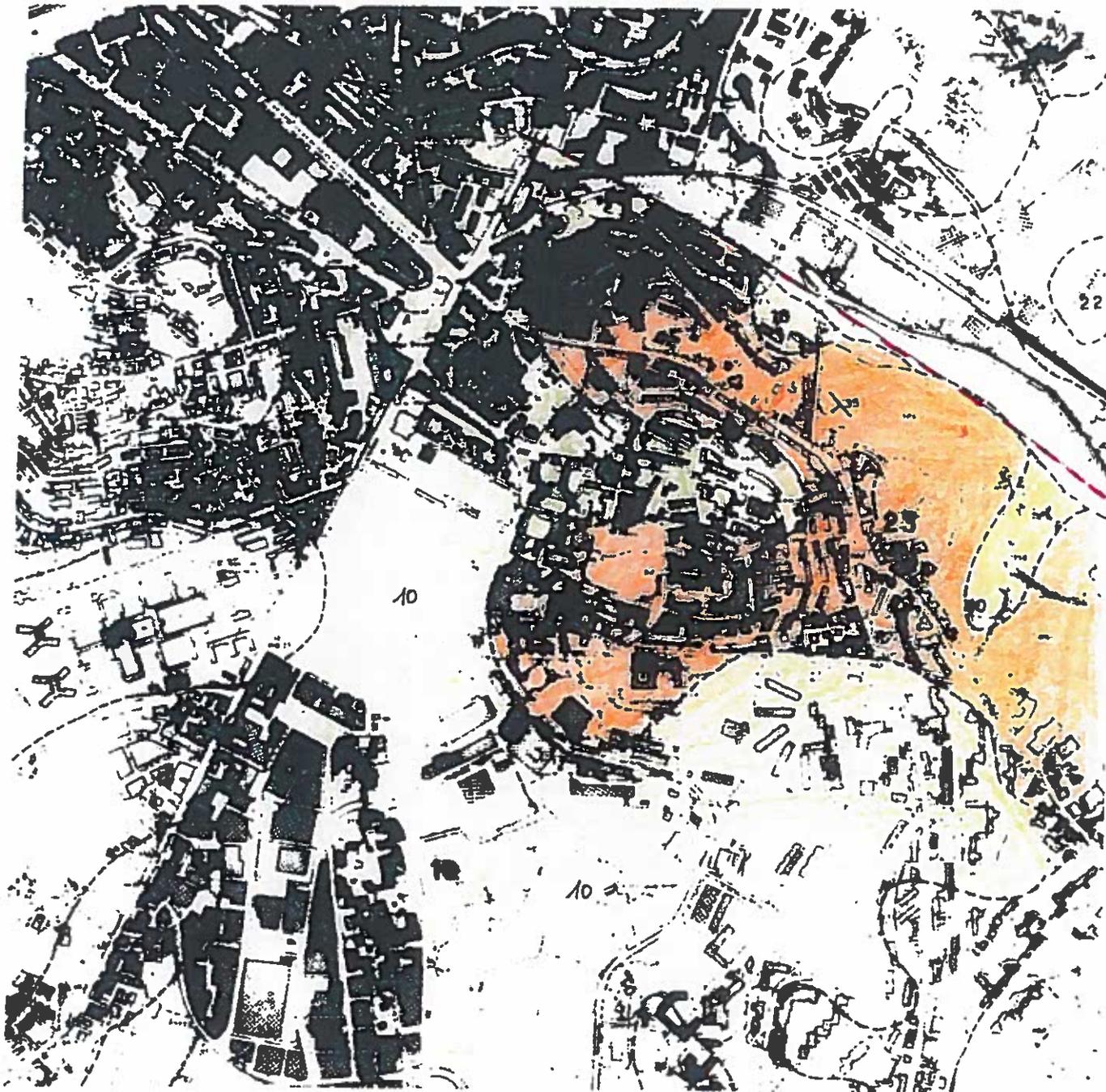
PLANIMETRIA

SCALA 1:10.000



Comune di Ancona
Area Lavori Pubblici - U.O. Geologica
CARTA GEOLITOLOGICA

Scala 1: 10.000



10 Limi argilloso-sabbiosi di spessore superiore a 2 metri (*depositi eluvio-colluviali, accumuli di frana*)



22 Argille e argille marnose, a luoghi sabbiose, in strati di 2-30cm, con sporadiche intercalazioni sabbioso-arenacee (*Pliocene: successione inf.*)



23 Argille e argille marnose, a luoghi sabbiose, in strati di 2-30cm, con intercalazioni sabbioso-arenacee, a luoghi cartografabili (23a); (*Pliocene: successione inf.*)



24 Calcarenti ed arenacee più o meno cementate (*Orizzonte del Trave*)



25 Argille, argille marnose con intercalazioni arenacee (*Formazione a colombacci*)



26 Marne argillose e argille marnose in strati di 1-10cm, con intercalazioni di strati arenacei, arenaceo-conglomeratici e calcareo marnosi (25), strati arenacei cartografabili (25a); strati calcareo-marnosi cartografabili (25b) - (*Formazione di tetto e Formazione a colombacci*)

PLIOCENE INF.-MEDIO

CARTA GEOMORFOLOGICA

Scala 1: 10.000



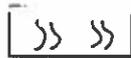
LEGENDA



Depositi di copertura con spessore < 2 m



Depositi di copertura con spessore > 2 m



Soliflusso e deformazioni plastiche superficiali



Frane rotazionali e/o traslazionali quiescenti



Colamenti

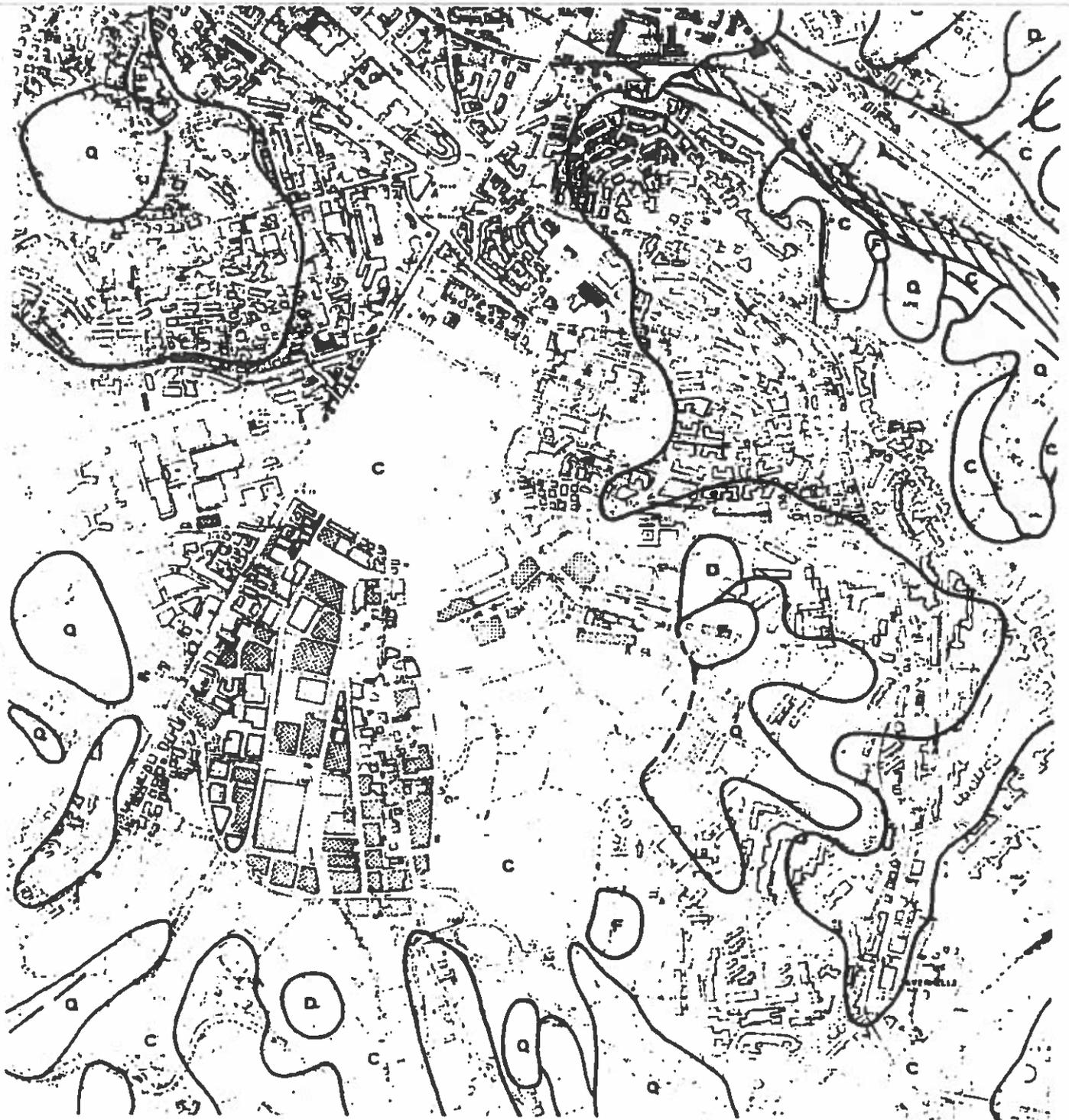


Frane rotazionali e/o traslazionali attive



CARTA DELLE PERICOLOSITA' GEOLOGICHE

Scala 1: 10.000



LEGENDA

F - Frane per scorrimento e/o colamento attive

Q - Frane quiescenti

D - Deformazioni plastiche

C - Coperture detritiche > 2 m

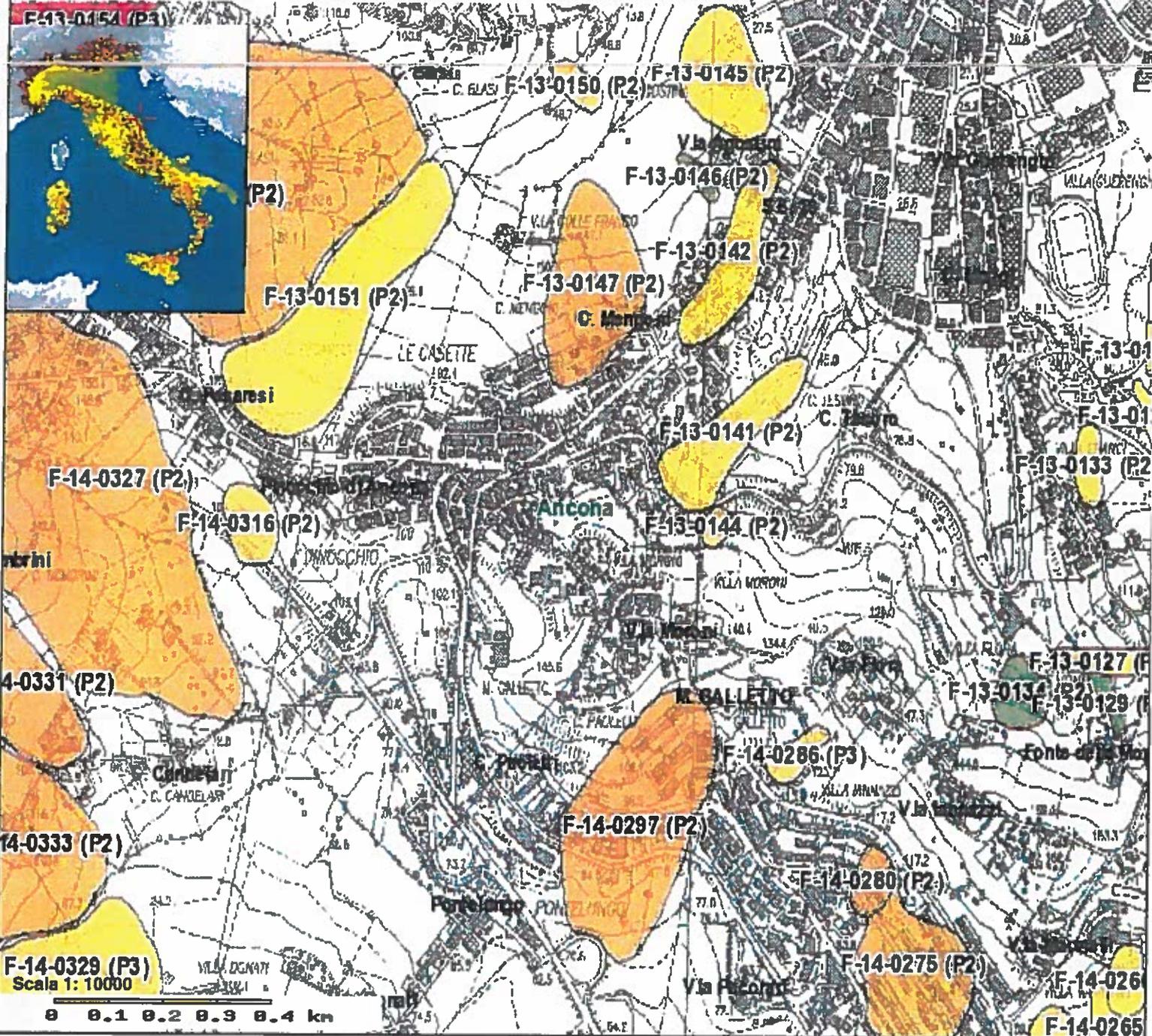
A - Depositi alluvionali

—> Fosso di erosione concentrata

- - Faglie

Portale Cartografico Nazionale: Autorità di Bacino Marche

Cartografia PAI aggiornata al Decreto del Segretario Generale n. 01/SABN del 13/01/2015



BASE CARTOGRAFICA

Toponimi
TOPONIMI

CTR_Marche
CONFINI COMUNALI

ConfiniComunali
Comune

PAI
ESONDAZIONI-PAI

R1
R3

FRANE-PAI
R1

R2
R4

R2

CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

SCALA 1: 10.000



LEGENDA

Tipologia delle situazioni:	Possibili effetti in caso di terremoto:	Livelli-base in cui tali effetti possono risultare significativi:
Tipo 1 : " T 1 " Aree caratterizzate da frane recenti e quiescenti; aree potenzialmente franose; - aree caratterizzate da indizi di instabilità superficiale e da diffusa circolazione idrica	Accentuazione di fenomeni di instabilità in atto e potenziali dovuti ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici.	A, B, C
Tipo 2 : " T 2 " Aree caratterizzate da depositi superficiali di caratteristiche meccaniche particolarmente scadenti.	Cedimenti diffusi del terreno in concomitanza di stress dinamici in relazione a scadenti caratteristiche meccaniche dei terreni di fondazione, amplificazione del moto del terreno in relazione alla differente risposta sismica tra substrato e terreno di copertura.	A, B, C
Tipo 4 : " T 4 " Aree di fondovalle, con depositi alluvionali; aree pedemontane di falda di detrito.	Amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta a differente risposta sismica tra substrato e copertura, cedimenti collegati a particolari caratteristiche meccaniche dei terreni	A, B

PLANIMETRIA

SCALA 1: 500

DELL' INDUSTRIA

VIA

26.42

26.9

● CPT1

● CPT2

masw

● CPT3

● S1

A-A'

- S1 = sondaggio geognostico
- CPT1 = prova penetrometrica
- A-A' = sezione geologica

COMMITTENTE: COMUNE DI ANCONA
RIF. LAVORO: PIAZZA PALOMBARE

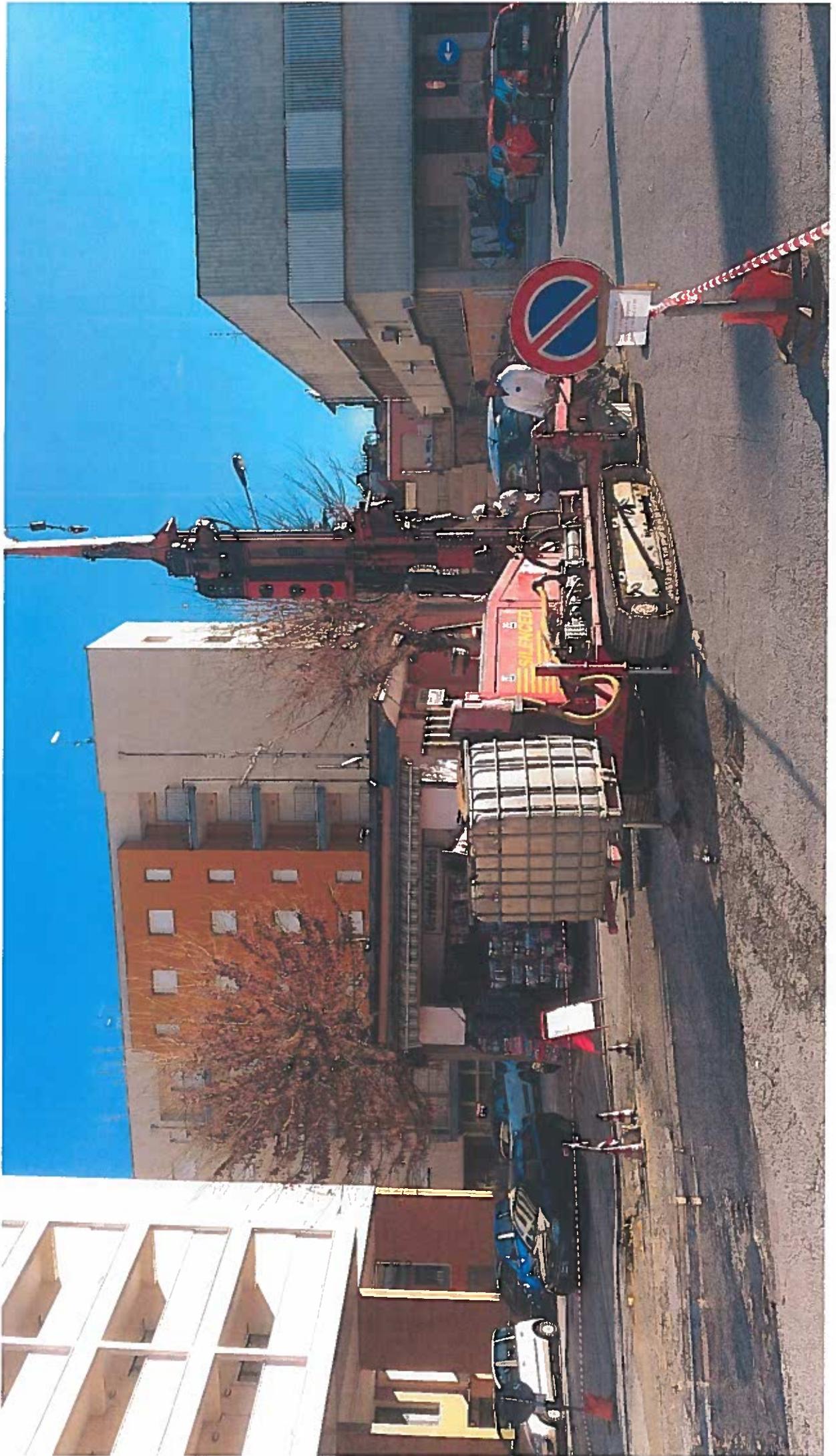
foro m 0.1

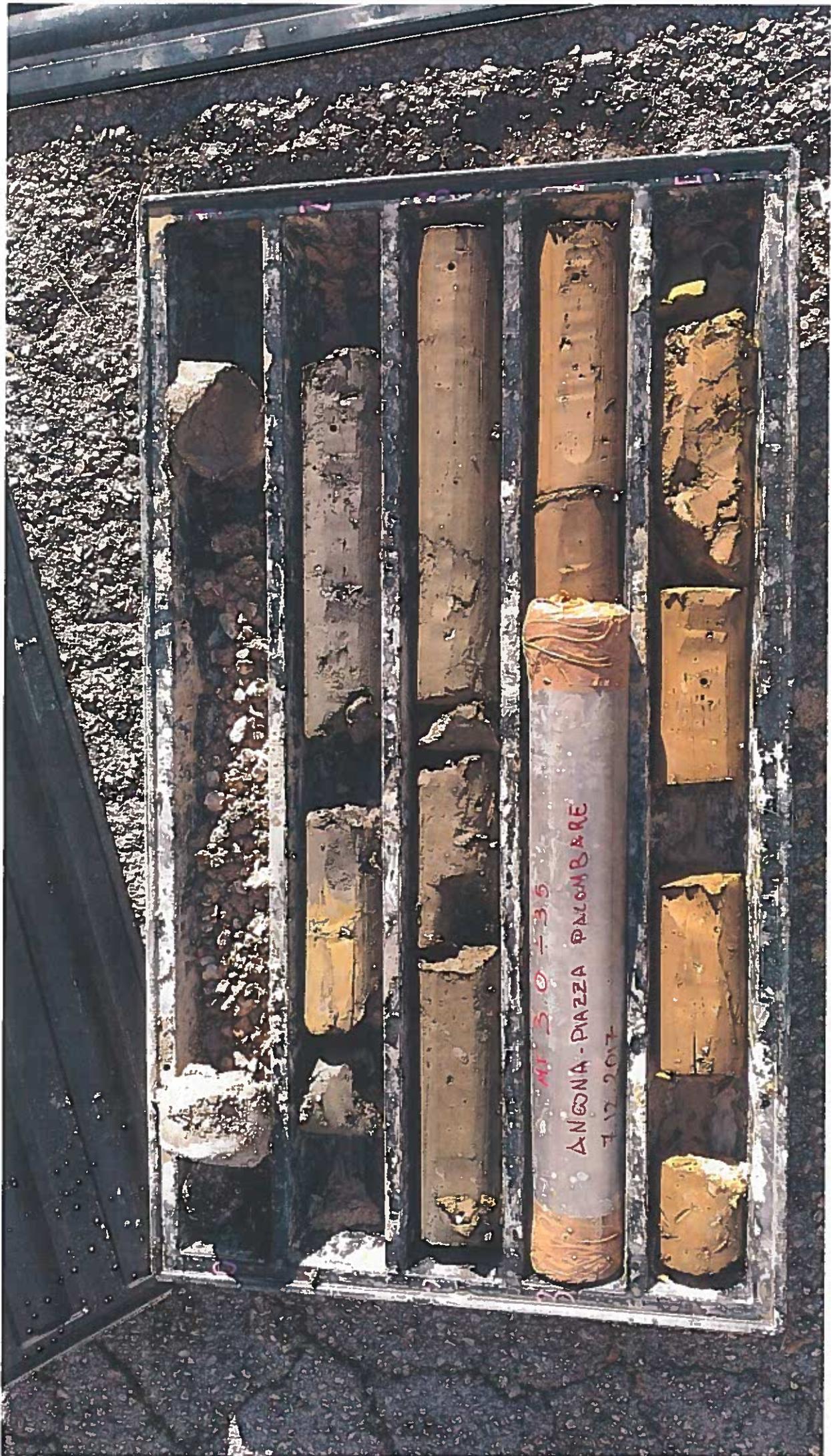
■ Rotazione

SONDAGGIO N. 1

Data 07/12/2017

Stratigrafia scala 1:100	Quote dal p.c. Metri	Spes- sore metri	CLASSIFICAZIONE GEO-LITOLOGICA	Vane test Kg/cm Cu	Pocket pen. Kg/cm qu	Camp. <input type="checkbox"/> Ind. <input type="checkbox"/> Rim.	Pie- zom- etro	S P T
1	1.00	2.50	Fino a -1.00 m Conglomerato bituminoso con massicciata ghiaia e ciottoli con limo. Da -1.00 m riporto limoso con ghiaino, resti vegetali, colore bruno.	1				
2				1.5				
3	2.50		Coltre Colluviale. Limo e limo debolmente sabbioso nocciola con veli grigi e ocrei, plastico. Presenza di alcuni ossidi scuri. Concrezioni di carbonato di calcio fino a circa -5.00 m Assenza di struttura.	2	2.30			
4		4.50		3	3.50	3.00		
5				3.5		3.50		
6				4	3.40			
7				4.5	4.00			
8				5	2.80			
9			Formazione Alterata. Limo argilloso grigiastro e nocciola con bande giallastre. Rare taschette e veli di sabbia grigia. Presenza di alcune piccole fratture.	5.5	2.80			
10	6.50			6	2.70			
11				6.5	3.20			
12				7	3.30			
13				7.5	4.40			
14				8	4.40			
15			Formazione Inalterata. Argilla limosa dura compatta con struttura ben evidente. Il colore è bluastro e grigio piombo.	8.5	5.50			
16		6.70		9	6.00			
17				9.5	6.00			
18				10	5.40	10.5		
19				10.5	5.80	11.0		
20	13.2			11	4.70			
21			11.5	5.20				
22			12	5.00				
23			12.5	5.80				
24			13	>6.00				
25	20.0		13.5					
			14	>6.00				
			14.5					
			15	>6.00				
			15.5					
			16	>6.00				
			16.5					
			17	>6.00				
			17.5					
			18	>6.00				
			18.5					
			19	>6.00				
			19.5					
			20	>6.00				
			20.5					
			21					
			21.5					
			22					
			22.5					
			23					
			23.5					
			24					
			24.5					
			25					





MI 30-35
ANGONA - PIAZZA PALOMBARE
7/2 2017





S. 1 C. 2

Mt. 10.5 ± 11.0

PIAZZA PALOMBARÈ

10

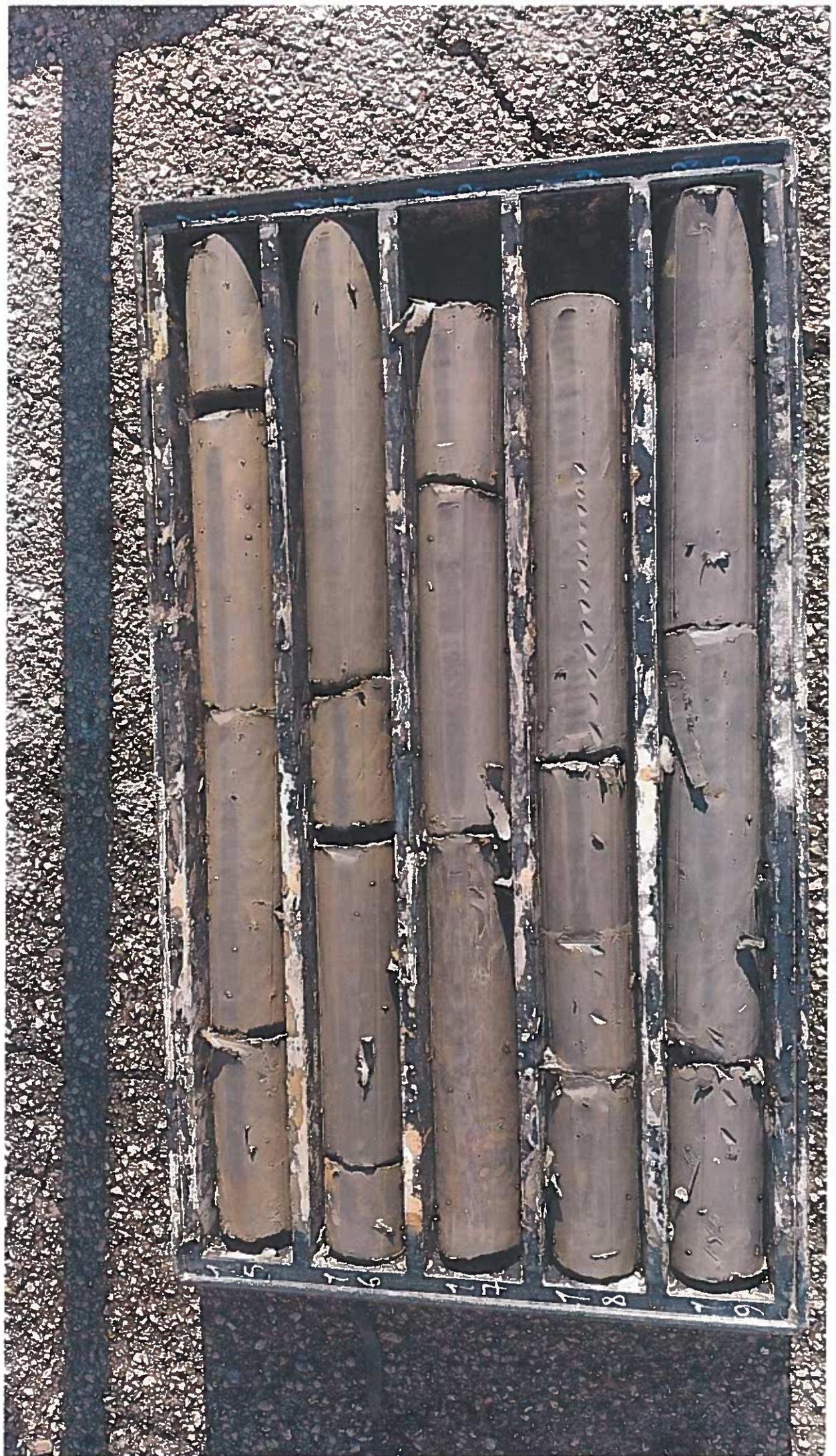
11

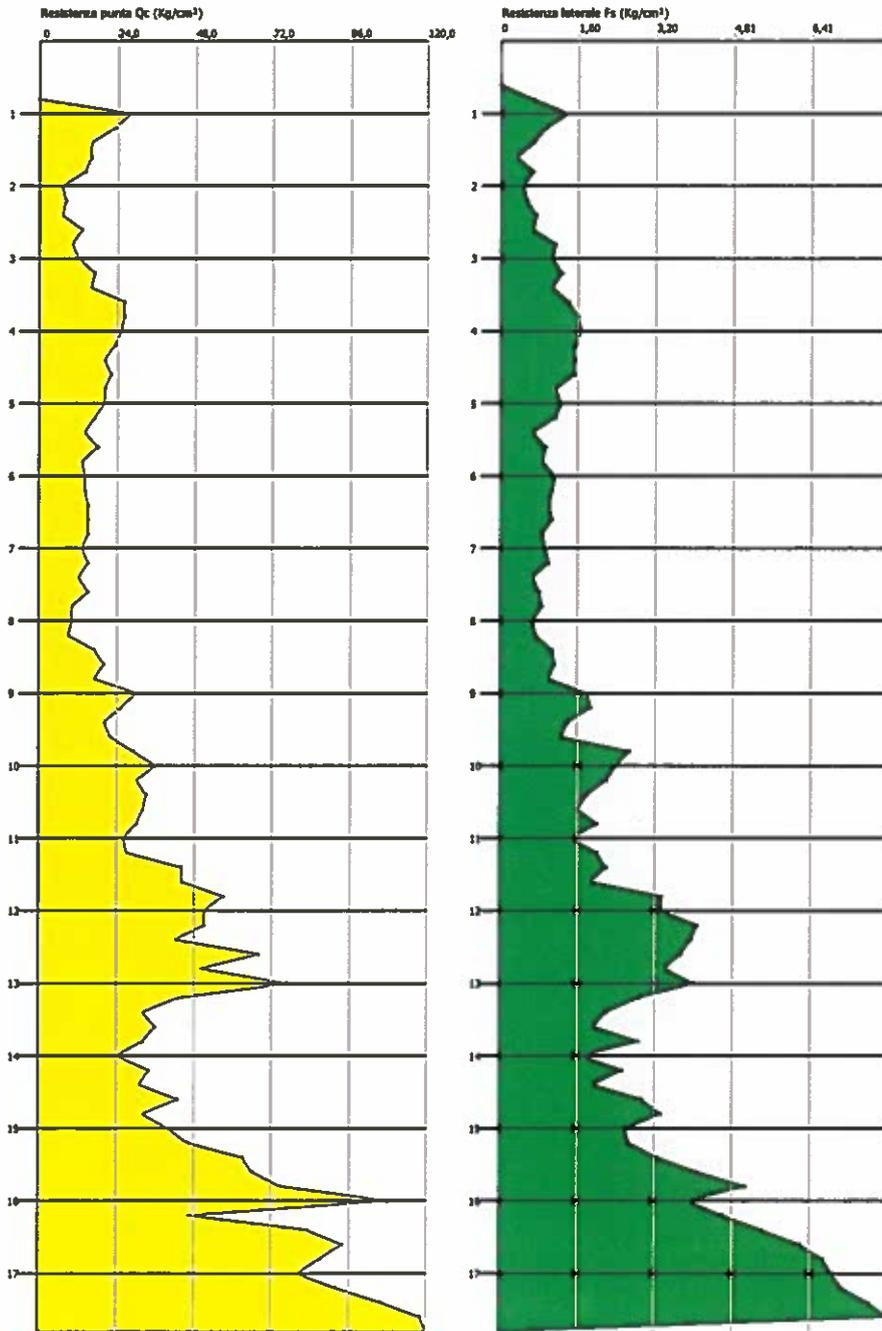
11

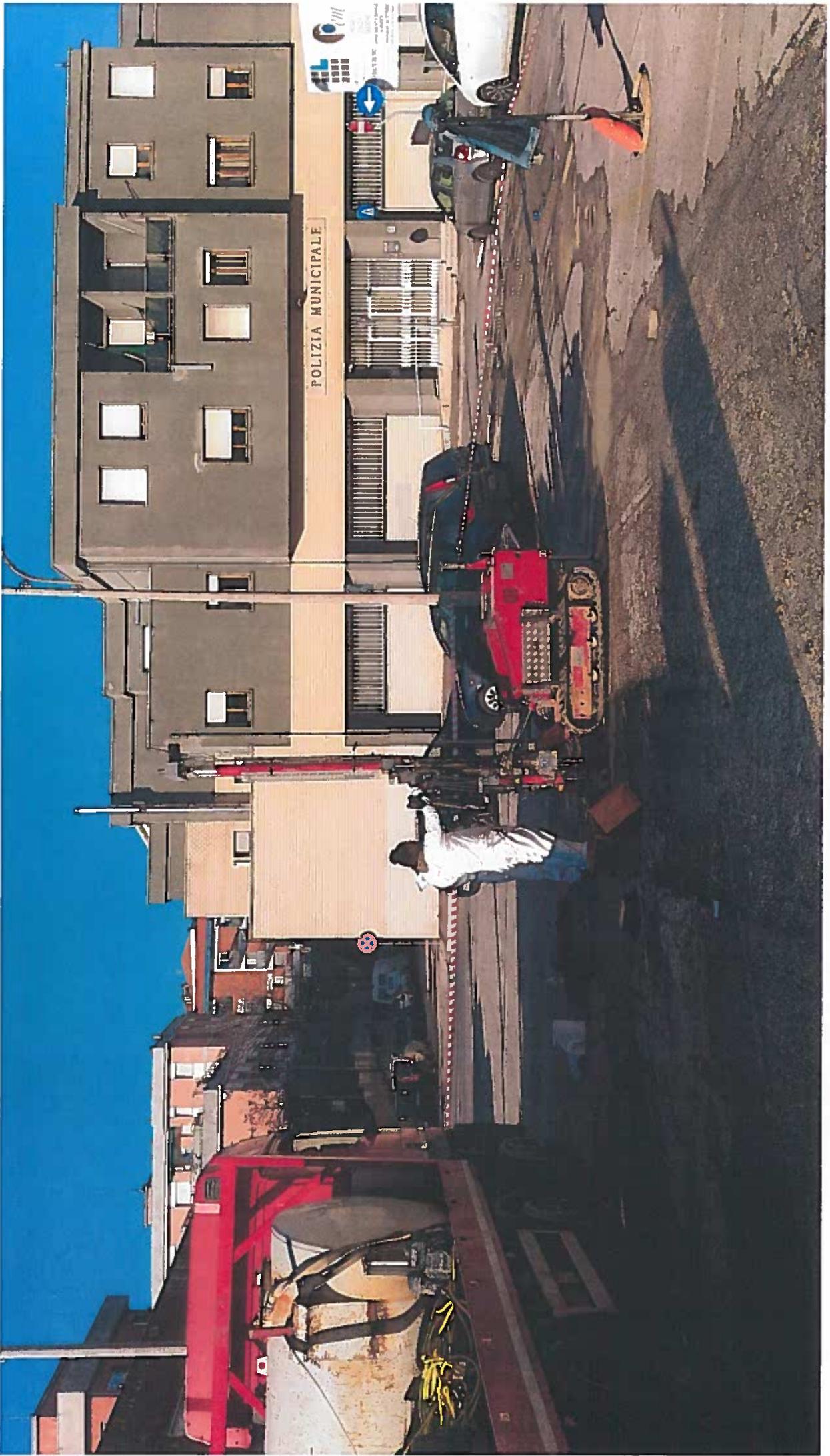
12

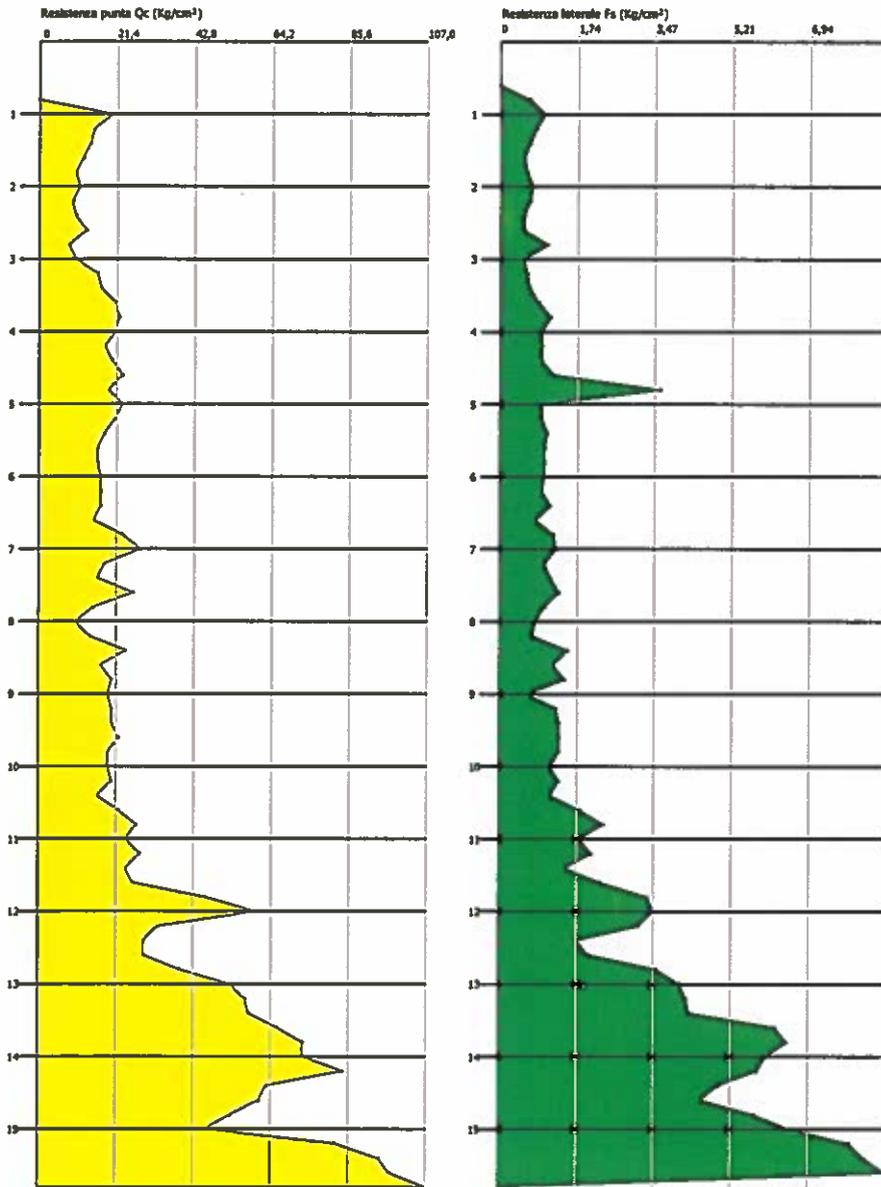
13

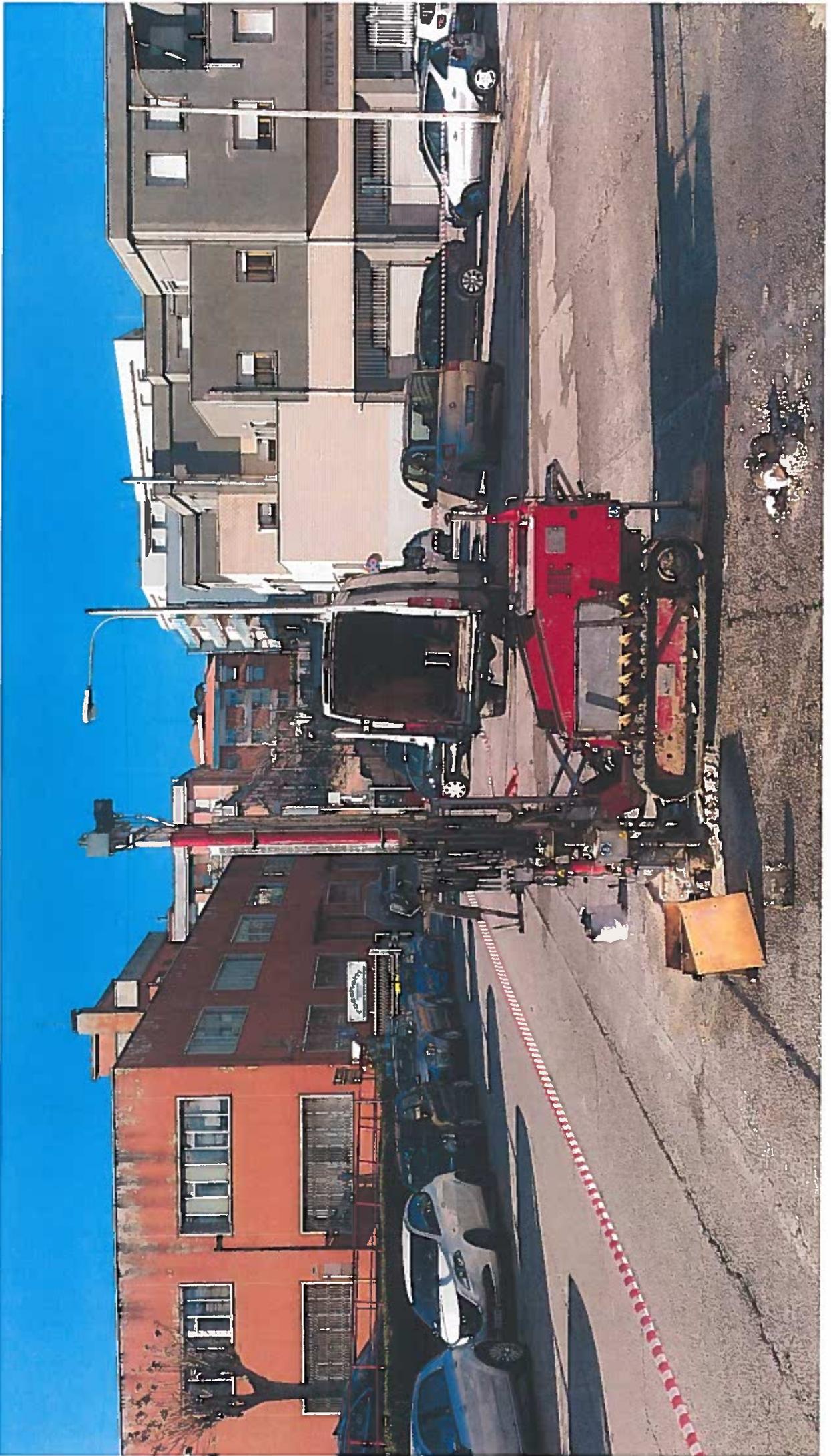
14

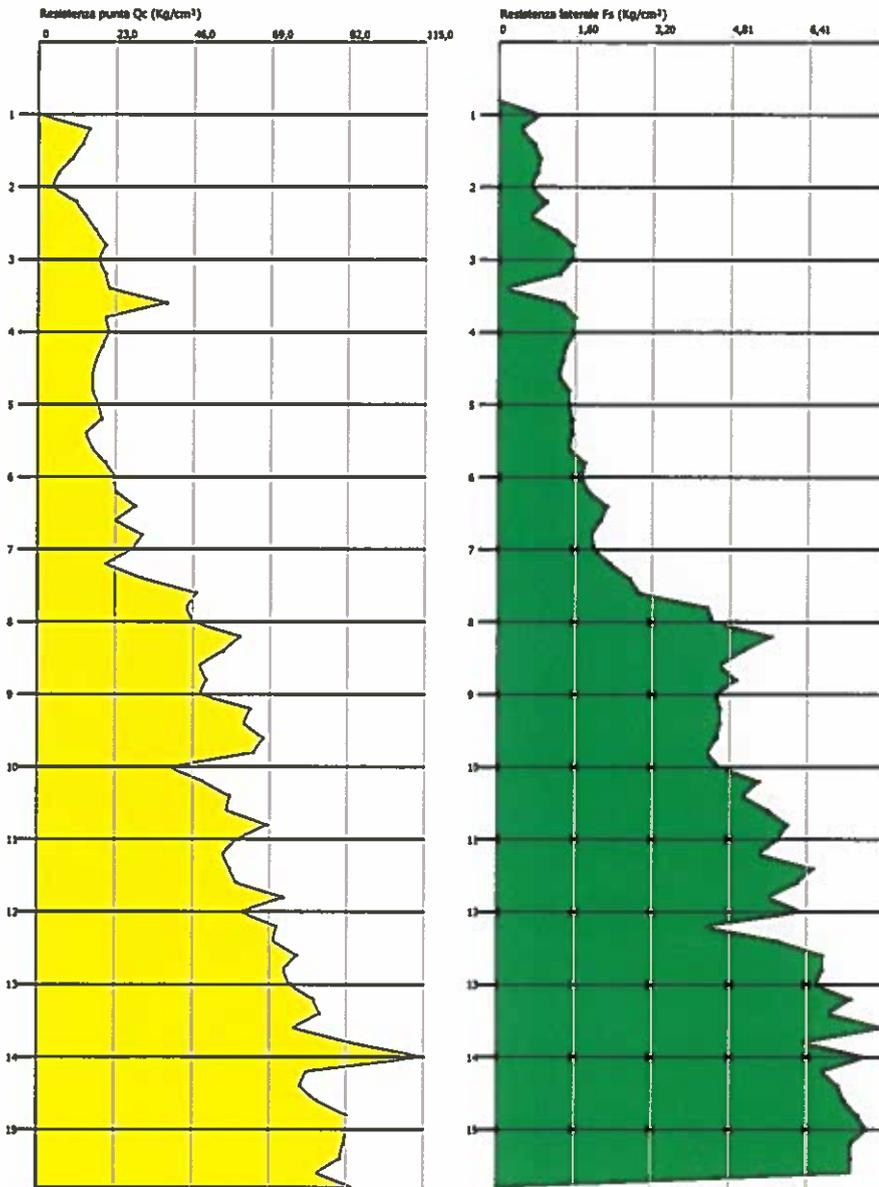








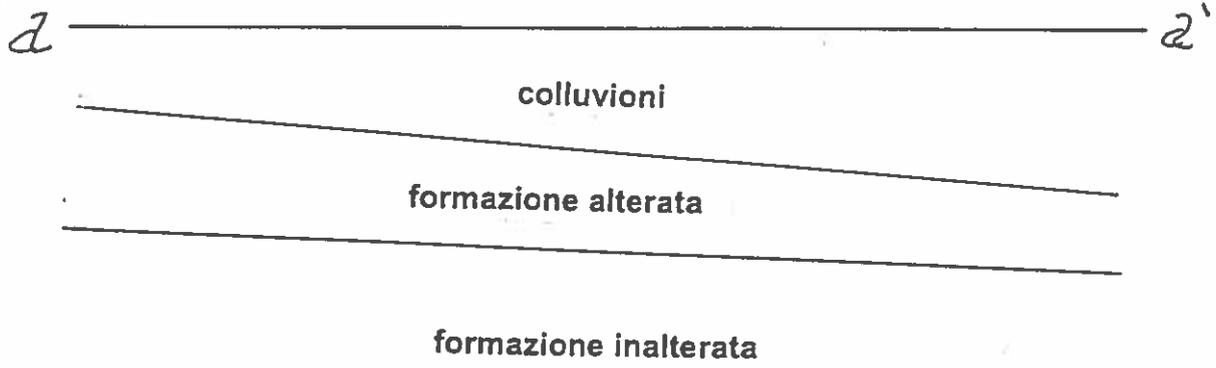






SEZIONE GEOLOGICA

Scala 1:500



MICROZONAZIONE SISMICA

Carta Geologico-Tecnica

Legenda

Terreni di copertura

	Terreni a granulometria variabile verticalmente e lateralmente contenenti resti di strutture antropiche. Depositi sciolti o poco adensati.
	Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla. Ambiente deposizionale costituito da falda detritica. Depositi moderatamente adensati.
	Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose. Localmente prevalenza di ghiaie nella spiaggia e verso. Ambiente deposizionale costituito da spiaggia. Depositi sciolti.
	Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre. Origine deposizionale eolico-colluviale. Coesivo da poco a moderatamente consistente.
	Limi inorganici, forme di roccia, sabbie fini limose e argillose, limi argillosi di bassa plasticità. Origine deposizionale eolico-colluviale. Coesivo da poco a moderatamente consistente.
	Argille organiche di medio-alta plasticità e limi organici, con locale presenza di livelli e nodi di sabbie e sabbie limose-ghiaiose potenzialmente liquefacenti. Ambiente costituito da terrazzo alluvionale. Coesivo poco consistente.

Substrato geologico (non rigido)

	Alteranza di litotipi, stratificato
	Coesivo sovracconsolidato, stratificato
	Granulare cementato, stratificato
	Lapideo stratificato
	Substrato rigido/non rigido molto fratturato

Instabilità di versante

	erosione - attiva
	scorrimento - attivo
	colamento - attivo
	complessa - attiva
	non definita - attiva
	scorrimento - quiescente
	colamento - quiescente
	complessa - quiescente
	non definita - quiescente
	scorrimento - inattivo
	scorrimento - non definito
	colamento - non definito
	complessa - non definito

Forme di superficie e sepolte

	Falda detritica
	Area con cavità sepolte
	Orlo di scarpata morfologica (> 20 m)
	Orlo di scarpata morfologica (10 - 20 m)
	Cresta
	Scarpata sepolta
	Valle sepolta larga (C < 0.25)
	Picco isolato

Elementi tettonico strutturali

	Faglia inversa (tratto accertato)
	Faglia inversa (tratto inferito)
	Faglia trascorrente/obliqua attiva (tratto accertato)
	Faglia trascorrente/obliqua attiva (tratto inferito)
	anticlinale
	sinclinale
	Traccia della sezione rappresentativa del sottosuolo

Elementi geologici e idrogeologici

	Chiusura di strato (normale) e valore di inclinazione degli strati
	Profondità (m) sondaggio a pozzo che non ha raggiunto il substrato
	Profondità (m) sondaggio a pozzo che ha raggiunto il substrato (non rigido)
	Profondità della falda in aree con sabbie e/o ghiaie





MICROZONAZIONE SISMICA

Carta delle MOPS

Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica

Legenda:

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

	Zona 1 -2001
	Zona 2 -2002
	Zona 3 -2003
	Zona 4 -2004
	Zona 5 -2005
	Zona 6 -2006
	Zona 7 -2007
	Zona 8 -2008
	Zona 9 -2009
	Zona 10 -2010
	Zona 11 -2011

Punti di misura di rumore ambientale

P1	numero sito indagine puntuale
fr 0.5	frequenza di picco
	Punto di misura di rumore ambientale con indicazione del valore della frequenza di picco

Zone suscettibili di instabilità

	Instabilità di versante: Attiva
	Instabilità di versante: Quiescente
	Instabilità di versante: Inattiva
	Instabilità di versante: Non definita
	Liquefazioni

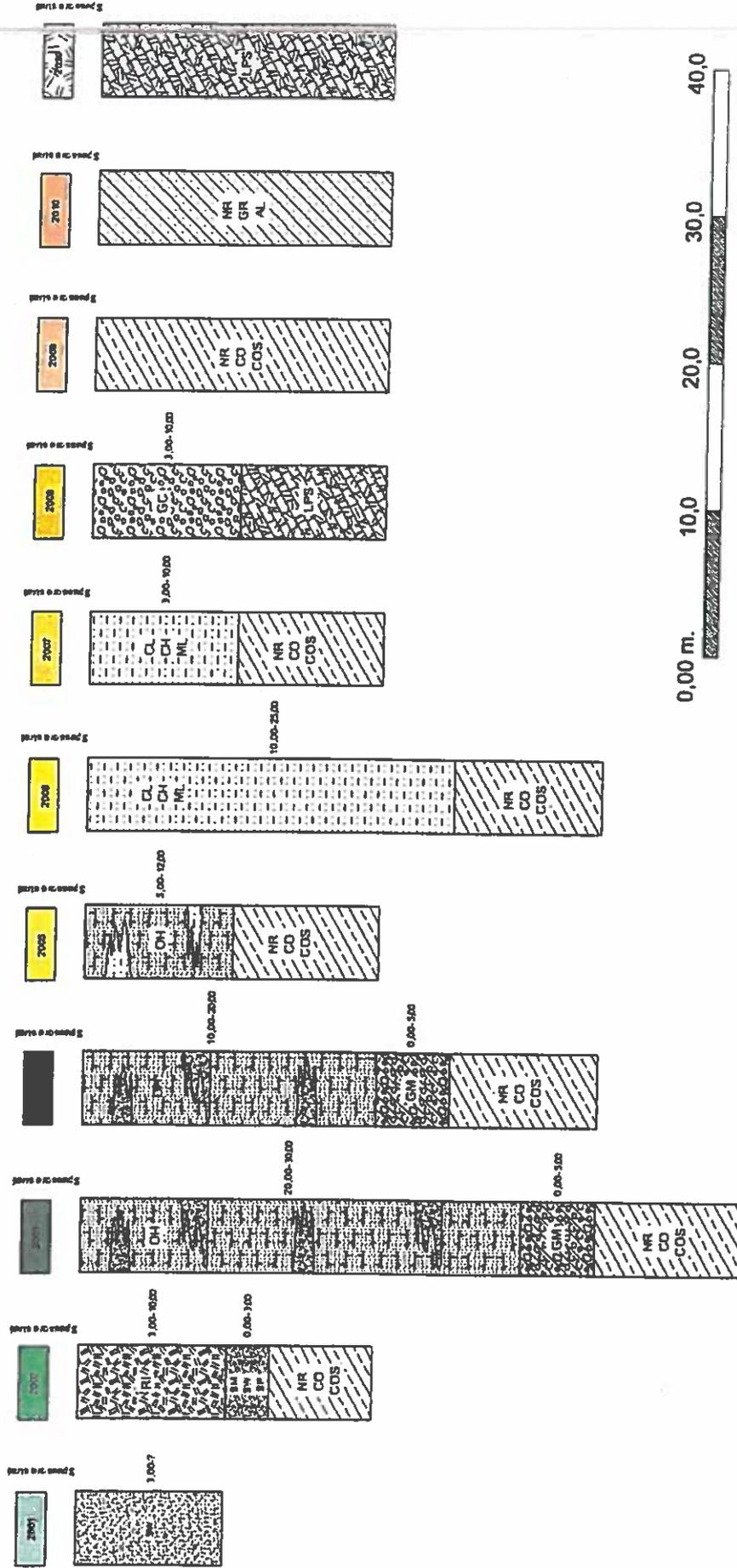
Forme di superficie e sepolte

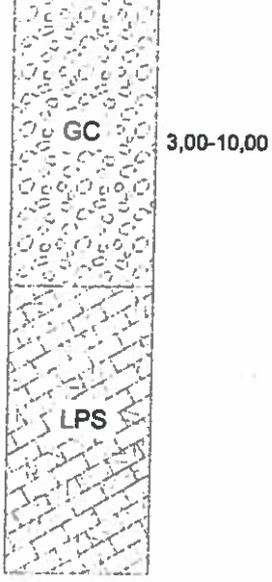
	Falda detritica
	Area con cavità sepolte (Gallerie stradali e ferroviarie)
	Orlo di scarpata morfologica (10-20 m)
	Orlo di scarpata morfologica (>20 m)
	Cresta
	Scarpata sepolta
	Valle sepolta larga (C<0.25)
	Picco isolato

Faglie attive

	Faglia Inversa (certa)
	Faglia Inversa (presunta)
	Faglia trascorrente/obliqua (certa)
	Faglia trascorrente/obliqua (presunta)





<p style="text-align: center;">2008</p> <p style="text-align: right;">Spessore strat</p>  <p style="text-align: center;">GC LPS</p> <p style="text-align: center;">3,00-10,00</p>	<p>MOPS 2008</p> <p>E' caratterizzata dalla presenza di ghiaie in matrice sabbioso-limoso-argillosa di versante, di natura mamosa e calcareo-mamosa generalmente ben addensate, di spessore compreso tra 3,00-10,00 m. Tali terreni risultano giacenti su un substrato di natura prevalentemente lapideo, di natura calcarea, calcareo-mamosa, e calcarenitica stratificato, molto fratturato, non rigido, rigida per la porzione alterata e fratturata ($V_s < 800$ m/sec).</p> <p>Rappresentano principalmente le aree di versante lungo la porzione sud est del territorio esaminato, in prossimità della zona di Portonovo.</p>
<p style="text-align: center;">2009</p> <p style="text-align: right;">Spessore strat</p>  <p style="text-align: center;">NR CO COS</p>	<p>MOPS 2009</p> <p>E' caratterizzata dalla presenza del substrato affiorante, di natura prevalentemente argilloso-mamosa, coesiva sovra consolidata stratificata, non rigida anche alterato e fratturato ($V_s < 800$ m/sec).</p> <p>Rappresentano principalmente le aree di culmine (creste e crinali) dei rilievi collinari.</p>

PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente: COMUNE DI ANCONA Cantiere: PIAZZA PALOMBARE Località: ANCONA	
---	--

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63 (200 kN)

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

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

(CONE PENETRATION TEST)

CPT

PROVE CPT : METODOLOGIA DELL' INDAGINE

La prova penetrometrica statica CPT (di tipo meccanico) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ($v = 2 \text{ cm / s} \pm 0,5 \text{ cm / s}$).

La penetrazione viene effettuata tramite un dispositivo di spinta (martinetto idraulico), opportunamente ancorato al suolo con coppie di coclee ad infissione, che agisce su una batteria doppia di aste (aste coassiali esterne cave e interne piene), alla cui estremità è collegata la punta.

Lo sforzo necessario per l'infissione è misurato per mezzo di manometri, collegati al martinetto mediante una testa di misura idraulica.

La punta conica (del tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante, per la misura dell'attrito laterale : punta / manicotto tipo "Begemann".

Le dimensioni della punta / manicotto sono standardizzate, e precisamente :

- diametro Punta Conica meccanica	\varnothing	= 35,7 mm
- area di punta	A_p	= 10 cm ²
- angolo di apertura del cono	α	= 60 °
- superficie laterale del manicotto	A_m	= 150 cm ²

Sulla batteria di aste esterne può essere installato un anello allargatore per diminuire l'attrito sulle aste, facilitandone l'infissione.

REGISTRAZIONE DATI.

Una cella di carico, che rileva gli sforzi di infissione, è montata all'interno di un'unità rimovibile, chiamata "selettore", che preme alternativamente sull'asta interna e su quella esterna.

Durante la fase di spinta le aste sono azionate automaticamente da un comando idraulico. L'operatore deve solamente controllare i movimenti di spinta per l'infissione delle aste.

I valori acquisiti dalla cella di carico sono visualizzati sul display di una Sistema Acquisizione Automatico (qualora presente) o sui manometri.

Per mezzo di un software (in alcuni strumenti) è possibile sia durante l'acquisizione, che in un secondo momento a prove ultimate trasferire i dati ad un PC.

Le letture di campagna (che possono essere rilevate dal sistema di acquisizione sia in Kg che in Kg/cm²) durante l'infissione sono le seguenti:

- Lettura alla punta **LP** = prima lettura di campagna durante l'infissione relativa all'infissione della sola punta
- Lettura laterale **LT** = seconda lettura di campagna relativa all'infissione della punta+manicotto
- Lettura totale **LLTT** = terza lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (tale lettura non sempre viene rilevata in quanto non è influente metodologicamente ai fini interpretativi).

METODOLOGIA DI ELABORAZIONE

I dati rilevati della prova sono quindi una coppia di valori per ogni intervallo di lettura costituiti da LP (Lettura alla punta) e LT (Lettura della punta + manicotto), le relative resistenze vengono quindi desunte per differenza, inoltre la resistenza laterale viene conteggiata 20 cm sotto (alla quota della prima lettura della punta).

Trasferiti i dati ad un PC vengono elaborati da un programma di calcolo "*STATIC PROBING*" della GeoStru

La resistenze specifiche **Qc** (Resistenza alla punta **RP**) e **Ql** Resistenza Laterale **RL** o **fs** attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) vengono desunte tramite opportune costanti e sulla base dei valori specifici dell'area di base della punta e dell'area del manicotto di frizione laterale tenendo in debito conto che:

$$A_p = \text{l'area punta (base del cono punta tipo "Begemann")} = 10 \text{ cm}^2$$

$$A_m = \text{area del manicotto di frizione} = 150 \text{ cm}^2$$

$$C_t = \text{costante di trasformazione} = 10$$

Il programma Static Probing permette inoltre l'archiviazione, la gestione e l'elaborazione delle Prove Penetrometriche Statiche.

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

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno. L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

I dati di uscita principali sono RP (Resistenza alla punta) e RL (Resistenza laterale o fs, attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) che il programma calcola automaticamente; inoltre viene calcolato il Rapporto RP/RL (Rapporto Begemann 1965) e il Rapporto RL/RP (Rapporto Schmertmann 1978 - FR %).

I valori sono calcolati con queste formule:

$$Q_c (RP) = (LP \times Ct) / 10 \text{ cm}^2. \quad \text{Resistenza alla punta}$$

$$Q_l (RL) (fs) = [(LT - LP) \times Ct] / 150 \text{ cm}^2. \quad \text{Resistenza laterale}$$

$Q_c (RP) =$ Lettura alla punta LP x Costante di Trasformazione Ct / Superficie Punta A_p

$Q_l (RL) (fs) =$ Lettura laterale LT- Lettura alla punta LP x Costante di Trasformazione Ct / A_m area del manicotto di frizione

N.B.

- $A_p = 10 \text{ cm}^2$ e $A_m = 150 \text{ cm}^2$

- la resistenza laterale viene conteggiata 20 cm sotto (alla quota della prima lettura della punta)

VALUTAZIONI STATISTICHE

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

Medio

Media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.

Media (+) s

Media (+) scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

Media (-) s

Media (-) scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

CORRELAZIONI

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica (consigliata o meno a seconda del tipo di penetrometro utilizzato) si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati. Il programma esegue inoltre il grafico (per i vari autori) Profondità/Valutazioni litologiche, per visualizzare in maniera diretta l'andamento delle litologie presenti lungo la verticale indagata.

INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE (Autori di riferimento)

- Searle 1979
- Douglas Olsen 1981 (consigliato per CPTE)
- A.G.I. 1977 (consigliato per CPT)
- Schmertmann 1978 (consigliato per CPT)
- Robertson 1983-1986 (consigliato per CPTE)
- Begemann 1965 (consigliato per CPT)

Suddivisione delle metodologie di indagine con i Penetrometri statici

CPT (Cone Penetration Test – punta Meccanica tipo Begemann)

CPTE (Cone Penetration Test Electric – punta elettrica)

CPTU (Piezocono)

Per quanto riguarda la PUNTA ELETTRICA generalmente tale strumento permette di ottenere dati in continuo con un passo molto ravvicinato (anche 2 cm.) rispetto al PUNTA MECCANICA (20 cm.).

Per il PIEZOCONO i dati di inserimento oltre a quelli di LP e LT sono invece la pressione neutrale misurata ed il tempo di dissipazione (tempo intercorrente misurato tra la misura della sovrappressione neutrale e la pressione neutrale o pressione della colonna d'acqua). Tale misurazione si effettua generalmente misurando la sovrappressione ottenuta in fase di spinta e la pressione neutrale (dissipazione nel tempo) misurata in fase di alleggerimento di spinta (arresto penetrazione). Il programma usato per le elaborazioni permette di immettere $U_1 - U_2 - U_3$ cioè la sovrappressione neutrale misurata rispettivamente con filtro poroso posizionato nel cono, attorno al cono, o attorno al manicotto a seconda del tipo di piezocono utilizzato. Tale sovrappressione (che è data dalla somma della pressione idrostatica preesistente la penetrazione e dalle pressioni dei pori prodotte dalla compressione) può essere positiva o negativa e generalmente varia da (-1 a max. + 10-20 kg/cmq) ed è prodotta dalla compressione o dilatazione del terreno a seguito della penetrazione. Per il calcolo oltre ai dati strumentali generali si deve immettere per una correzione dei valori immessi :

Area punta del cono (area esterna punta)

Area interna punta del cono (area del restringimento in prossimità del setto poroso – interna cono-manicotto). Generalmente il rapporto tra le aree varia da (0,70 – 1,00).

Il Passo del penetrometro (l'intervallo entro cui effettua la lettura, generalmente per penetrometri normali è 20 cm., per le punte elettriche-piezoconi può essere di 2 cm).

Il programma elabora quindi i dati di resistenza alla punta e laterale f_s con le opportune correzioni dovute alla normalizzazione (con la tensione litostatica e con la pressione dei pori). Robertson definisce infine il valore caratteristico del I_c (Indice di tipo dello strato) e Contenuto in materiale fine FC % (cioè la percentuale di contenuto argilloso < 2 micron).

CORRELAZIONI GEOTECNICHE

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati.

Ad ogni strato mediato il programma calcola la Q_c media, la f_s media, il peso di volume naturale medio, il comportamento geotecnico (coesivo, incoerente o coesivo-incoerente), ed applica una texture.

L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

TERRENI INCOERENTI

Angolo di Attrito

Angolo di Attrito (Durgunouglu-Mitchell 1973-1975) – per sabbie N.C. e S.C. non cementate

Angolo di Attrito (Meyerhof 1951) – per sabbie N.C. e S.C.

Angolo di Attrito Herminier

Angolo di Attrito (Caquot) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

Angolo di Attrito (Koppejan) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

Angolo di Attrito (De Beer 1965-1967) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

Angolo di Attrito (Robertson & Campanella 1983) - per sabbie non cementare quarzose

Angolo di Attrito (Schmertmann 1977-1982) – per varie litologie (correlazione che generalmente sovrastima il valore)

Densità relativa (%)

Densità Relativa (Baldi ed altri 1978-1983 - Schmertmann 1976) - per sabbie NC non cementate

Densità Relativa (Schmertmann)

Densità Relativa (Harman 1976)

Densità Relativa (Lancellotta 1983)

Densità Relativa (Jamiolkowski 1985)

Densità Relativa (Larsson 1995) - per sabbie omogenee non gradate

Modulo di Young

Modulo di Young (Schmertmann 1970-1978) $E_y(25)$ – $E_y(50)$ - modulo secante riferito rispettivamente al 25 % e 50 % del valore di rottura – prima fase della curva carico/deformazione

Modulo di Young secante drenato (Robertson & Campanella 1983) $E_y(25)$ – $E_y(50)$ - per sabbie NC

Quarzose.

Modulo di Young (ISOPT-1 1988) $E_y(50)$ - per sabbie OC sovraconsolidate e SC

Modulo Edometrico

Modulo Edometrico (Robertson & Campanella) da Schmertmann

Modulo Edometrico (Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997) - valido per sabbie NC

Modulo Edometrico (Kulhawy-Mayne 1990)

Modulo Edometrico (Mitchell & Gardner 1975) – valido per sabbie

Modulo Edometrico (Buisman - Sanglerat) – valido per sabbie argillose

Peso di Volume

Peso di Volume (Meyerhof) -

Peso di Volume saturo (Meyerhof) -

Modulo di deformazione di taglio

Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Potenziale di Liquefazione

Verifica alla liquefazione dei suoli incoerenti (Metodo di Robertson e Wride 1997 – C.N.R. – GNDT) – coefficiente di sicurezza relativo alle varie zone sismiche I-I-III-IV cat. – N.B. la liquefazione è assente per $F_s \geq 1,25$, possibile per $F_s=1,0-1,25$ e molto probabile per $F_s < 1$

Fattori di compressibilità

Ramo di carico C (autori vari)

Ramo di carico medio C_{rm} (autori vari)

OCR - Grado di Sovraconsolidazione

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (metodo Stress-History)

Grado di Sovraconsolidazione OCR (Larsson 1991 S.G.I.)

Grado di Sovraconsolidazione OCR (Piacentini-Righi Inacos 1978)

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (Ladd e Foot - Ladd ed altri 1977)

Modulo Di Reazione K_0

(Kulhawy Maine, 1990).

Correlazione NSPT

Meardi – Meigh 1972

Meyerhof

TERRENI COESIVI

Coesione Non Drenata

Coesione non drenata (Lunne & Eide)

Coesione non drenata (Rolf Larsson SGI 1995) - suoli fini granulari

Coesione non drenata (Baligh ed altri 1976-1980) in tale elaborazione occorre inserire il valore di N_k (generalmente variabile da 11 a 25)

Coesione non drenata (Marsland 1974-Marsland e Powell 1979)

Coesione non drenata Sunda (relazione sperimentale)

Coesione non drenata (Lunne T.-Kleven A. 1981)

Coesione non drenata (Kjekstad. 1978)

Coesione non drenata (Lunne, Robertson and Powell 1977)

Coesione non drenata (Terzaghi - valore minimo)

Coesione non drenata (Begemann)

Coesione non drenata (De Beer) - valida per debole coesione.

Indice Di Compressione C

Indice di Compressione Vergine C_c (Schmertmann)

Indice di Compressione Vergine C_c (Schmertmann 1978)

Fattore di compressibilità ramo di carico C (Piacentini-Righi Inacos 1978)

Fattore di compressibilità medio ramo di carico C_{rm} (Piacentini-Righi Inacos 1978).

Modulo Edometrico-Confinato

Mitchell - Gardnerr (1975) M_o (Eed) (Kg/cmq) per limi e argille.

Metodo generale del modulo edometrico.

Buisman correlazione valida per limi e argille di media plasticità – Alluvioni attuali argille plastiche – suoli organici (W 90-130)

Buisman e Sanglerat valida per litotipi argille copatte

Valore medio degli autori su suoli coesivi

Modulo di deformazione non drenato

Modulo di deformazione non drenato E_u (Cancelli ed altri 1980)

Modulo di deformazione non drenato E_u (Ladd ed altri 1977) – (Inserire valore n $30 < n < 1500$ sulla base di esperienze acquisite e del tipo

litologico)

Peso di Volume

Peso di Volume terreni coesivi (t/mq) (Meyerhof)

Peso di Volume saturo terreni coesivi (t/mq) (Meyerhof)

Modulo di deformazione di taglio

Imai & Tonouchi (1982)

OCR

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (metodo Stress-History)

Grado di Sovraconsolidazione OCR (P.W. Mayne 1991) - per argille ed argille sovraconsolidate

Grado di Sovraconsolidazione OCR (Larsson 1991 S.G.I.)

Grado di Sovraconsolidazione OCR (Piacentini-Righi Inacos 1978)

Grado di Sovraconsolidazione Jamiolkowski et altri 1979 – valida per argilla di Taranto

Grado di Sovraconsolidazione Schmertmann 1978

Coefficiente Di Consolidazione Verticale

Coefficiente di Consolidazione C_v (Piacentini-Righi, 1988)

Permeabilità

Coefficiente di Permeabilità K (Piacentini-Righi, 1988)

PROVA ... Nr.1

Committente:

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 07/12/2017

Profondità prova: 17,80 mt

Località:

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	0,00	0,0	0,0	0,0		
0,40	0,00	0,0	0,0	0,0		
0,60	0,00	0,0	0,0	0,0		
0,80	0,00	0,0	0,0	0,667	0,0	
1,00	28,00	38,0	28,0	1,4	20,0	5,0
1,20	23,00	44,0	23,0	0,933	24,652	4,1
1,40	16,00	30,0	16,0	0,667	23,988	4,2
1,60	16,00	26,0	16,0	0,333	48,048	2,1
1,80	14,00	19,0	14,0	0,667	20,99	4,8
2,00	7,00	17,0	7,0	0,467	14,989	6,7
2,20	8,00	15,0	8,0	0,533	15,009	6,7
2,40	7,00	15,0	7,0	0,733	9,55	10,5
2,60	13,00	24,0	13,0	0,667	19,49	5,1
2,80	10,00	20,0	10,0	1,133	8,826	11,3
3,00	12,00	29,0	12,0	1,067	11,246	8,9
3,20	17,00	33,0	17,0	1,267	13,418	7,5
3,40	16,00	35,0	16,0	1,067	14,995	6,7
3,60	26,00	42,0	26,0 1,4		18,571	5,4
3,80	26,00	47,0	26,0	1,6	16,25	6,2
4,00	25,00	49,0	25,0	1,667	14,997	6,7
4,20	23,00	48,0	23,0	1,533	15,003	6,7
4,40	20,00	43,0	20,0	1,533	13,046	7,7
4,60	22,00	45,0	22,0	1,533	14,351	7,0
4,80	20,00	43,0	20,0	1,133	17,652	5,7
5,00	20,00	37,0	20,0	1,267	15,785	6,3
5,20	17,00	36,0	17,0	1,133	15,004	6,7
5,40	14,00	31,0	14,0	0,667	20,99	4,8
5,60	18,00	28,0	18,0	0,933	19,293	5,2
5,80	13,00	27,0	13,0	0,867	14,994	6,7
6,00	14,00	27,0	14,0	1,133	12,357	8,1
6,20	14,00	31,0	14,0	1,067	13,121	7,6
6,40	15,00	31,0	15,0	1,0	15,0	6,7
6,60	15,00	30,0	15,0	1,067	14,058	7,1
6,80	15,00	31,0	15,0	0,867	17,301	5,8
7,00	13,00	26,0	13,0	0,933	13,934	7,2
7,20	15,00	29,0	15,0	1,0	15,0	6,7
7,40	12,00	27,0	12,0	0,667	17,991	5,6
7,60	15,00	25,0	15,0	0,8	18,75	5,3
7,80	10,00	22,0	10,0	0,867	11,534	8,7
8,00	10,00	23,0	10,0	0,667	14,993	6,7
8,20	9,00	19,0	9,0	0,733	12,278	8,1
8,40	17,00	28,0	17,0	1,067	15,933	6,3
8,60	20,00	36,0	20,0	1,133	17,652	5,7
8,80	17,00	34,0	17,0	1,0	17,0	5,9
9,00	30,00	45,0	30,0 1,8		16,667	6,0
9,20	25,00	52,0	25,0	1,867	13,39	7,5
9,40	20,00	48,0	20,0 1,4		14,286	7,0
9,60	22,00	43,0	22,0	1,267	17,364	5,8
9,80	29,00	48,0	29,0	2,667	10,874	9,2
10,00	36,00	76,0	36,0	2,4	15,0	6,7
10,20	30,00	66,0	30,0 2,2		13,636	7,3
10,40	33,00	66,0	33,0 1,8		18,333	5,5
10,60	32,00	59,0	32,0	1,6	20,0	5,0
10,80	30,00	54,0	30,0	2,0	15,0	6,7
11,00	26,00	56,0	26,0	1,467	17,723	5,6
11,20	27,00	49,0	27,0	2,0	13,5	7,4
11,40	44,00	74,0	44,0	2,2	20,0	5,0

11,60	44,00	77,0	44,0	1,867	23,567	4,2
11,80	57,00	85,0	57,0	3,333	17,102	5,8
12,00	51,00	101,0	51,0	3,333	15,302	6,5
12,20	51,00	101,0	51,0	4,067	12,54	8,0
12,40	42,00	103,0	42,0	3,933	10,679	9,4
12,60	68,00	127,0	68,0	3,733	18,216	5,5
12,80	50,00	106,0	50,0 3,4		14,706	6,8
13,00	77,00	128,0	77,0	4,0	19,25	5,2
13,20	43,00	103,0	43,0	2,867	14,998	6,7
13,40	32,00	75,0	32,0 2,2		14,545	6,9
13,60	36,00	69,0	36,0	1,933	18,624	5,4
13,80	32,00	61,0	32,0	2,867	11,161	9,0
14,00	24,00	67,0	24,0	1,667	14,397	6,9
14,20	34,00	59,0	34,0	2,533	13,423	7,5
14,40	31,00	69,0	31,0	1,933	16,037	6,2
14,60	43,00	72,0	43,0	2,933	14,661	6,8
14,80	32,00	76,0	32,0	3,333	9,601	10,4
15,00	40,00	90,0	40,0 2,6		15,385	6,5
15,20	46,00	85,0	46,0	2,667	17,248	5,8
15,40	63,00	103,0	63,0	3,267	19,284	5,2
15,60	66,00	115,0	66,0	4,067	16,228	6,2
15,80	75,00	136,0	75,0	5,067	14,802	6,8
16,00	108,00	184,0	108,0	3,867	27,929	3,6
16,20	46,00	104,0	46,0	4,6	10,0	10,0
16,40	83,00	152,0	83,0	5,4	15,37	6,5
16,60	94,00	175,0	94,0 6,2		15,161	6,6
16,80	87,00	180,0	87,0	6,667	13,049	7,7
17,00	80,00	180,0	80,0	6,867	11,65	8,6
17,20	92,00	195,0	92,0	7,067	13,018	7,7
17,40	106,00	212,0	106,0 7,6		13,947	7,2
17,60	118,00	232,0	118,0	8,0	14,75	6,8
17,80	120,00	240,0	120,0	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (v/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,20	8,5	0,5 2,0		Coesivo	RIPORTO
8,80	15,553	0,997 1,9		Coesivo	COLTRE 1
15,00	37,774	2,49 2,1		Coesivo	COLTRE 2
15,40	54,5	2,967 2,1		Incoerente-Coesivo	F. ALTERATA
17,80	89,583	5,45 2,2		Incoerente-Coesivo	F. INALTERATA

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	1,20	8,5	0,5	0,40	0,63	0,56	0,49	0,44	0,42
Strato 2	8,80	15,553	0,997	0,70	1,02	0,97	0,86	0,77	0,78
Strato 3	15,00	37,774	2,49	1,71	2,01	2,36	2,08	1,87	1,89
Strato 4	15,40	54,5	2,967	2,49	2,55	3,43	3,03	2,71	2,72
Strato 5	17,80	89,583	5,45	4,17	3,39	5,75	5,07	4,54	4,48

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buismann	Buismann Sanglerat
Strato 1	1,20	8,5	0,5	42,50	39,89	51,00	25,50
Strato 2	8,80	15,553	0,997	77,77	48,24	93,32	46,66
Strato 3	15,00	37,774	2,49	94,43	75,55	113,32	113,32
Strato 4	15,40	54,5	2,967	136,25	109,00	163,50	81,75
Strato 5	17,80	89,583	5,45	223,96	179,16	268,75	134,37

Modulo di deformazione non drenato E_u (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 1	1,20	8,5	0,5	314,25	12,60
Strato 2	8,80	15,553	0,997	547,16	23,40
Strato 3	15,00	37,774	2,49	1328,96	56,70
Strato 4	15,40	54,5	2,967	1930,20	81,60
Strato 5	17,80	89,583	5,45	3234,34	134,40

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	1,20	8,5	0,5	Imai & Tomauchi	103,52
Strato 2	8,80	15,553	0,997	Imai & Tomauchi	149,75
Strato 3	15,00	37,774	2,49	Imai & Tomauchi	257,53
Strato 4	15,40	54,5	2,967	Imai & Tomauchi	322,18
Strato 5	17,80	89,583	5,45	Imai & Tomauchi	436,48

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	1,20	8,5	0,5	1,65
Strato 2	8,80	15,553	0,997	<0,5
Strato 3	15,00	37,774	2,49	<0,5
Strato 4	15,40	54,5	2,967	<0,5
Strato 5	17,80	89,583	5,45	0,62

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1,20	8,5	0,5	Meyerhof	1,83
Strato 2	8,80	15,553	0,997	Meyerhof	1,92
Strato 3	15,00	37,774	2,49	Meyerhof	2,07
Strato 4	15,40	54,5	2,967	Meyerhof	2,13
Strato 5	17,80	89,583	5,45	Meyerhof	2,22

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1,20	8,5	0,5	Meyerhof	1,91
Strato 2	8,80	15,553	0,997	Meyerhof	2,00
Strato 3	15,00	37,774	2,49	Meyerhof	2,15
Strato 4	15,40	54,5	2,967	Meyerhof	2,21
Strato 5	17,80	89,583	5,45	Meyerhof	2,30

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	Schmertman n	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowsk i 1985
Strato 4	15,40	54,5	2,967	32,89	18,73	24,5	33,44	18,13
Strato 5	17,80	89,583	5,45	45,65	34,33	39,26	46,31	29,61

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Durgunou glu- Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmert mann	Robertso n & Campanel la 1983	Herminie r	Meyerhof 1951
Strato 4	15,40	54,5	2,967	28,61	24,14	20,86	19,66	30,62	30,33	22,38	41,47
Strato 5	17,80	89,583	5,45	30,56	26,12	22,95	21,57	32,81	33	23,03	45

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 4	15,40	54,5	2,967	136,25	109,00	749,51

Strato 5	17,80	89,583	5,45	223,96	179,17	1064,28	
Modulo Edometrico (Kg/cm²)							
Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Robertson & Campanella da Schmertman	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 4	15,40	54,5	2,967	51,86	213,78	416,39	81,75
Strato 5	17,80	89,583	5,45	68,82	351,40	703,30	134,37
Modulo di deformazione a taglio							
Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)			
Strato 4	15,40	54,5	Imai & Tomauchi	322,18			
Strato 5	17,80	89,583	Imai & Tomauchi	436,48			
Grado di sovraconsolidazione							
Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977	
Strato 4	15,40	54,5	<0.5	6,93	<0.5	4,19	
Strato 5	17,80	89,583	0,62	>9	<0.5	7,09	
Modulo di reazione Ko							
Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko			
Strato 4	15,40	54,5	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00			
Strato 5	17,80	89,583	Kulhawy & Mayne (1990)	0,26			
Fattori di compressibilità C Crm							
Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	C	Crn			
Strato 4	15,40	54,5	0,10364	0,01347			
Strato 5	17,80	89,583	0,09543	0,01241			
Peso unità di volume							
Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)			
Strato 4	15,40	54,5	Meyerhof	1,80			
Strato 5	17,80	89,583	Meyerhof	1,80			
Peso unità di volume saturo							
Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)			
Strato 4	15,40	54,5	Meyerhof	2,10			
Strato 5	17,80	89,583	Meyerhof	2,10			
Permeabilità							
Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Permeabilità (cm/s)			
Strato 1	1,20	8,5	Piacentini-Righi 1988	4,195065E-11			
Strato 2	8,80	15,553	Piacentini-Righi 1988	1E-11			
Strato 3	15,00	37,774	Piacentini-Righi 1988	1E-11			
Strato 4	15,40	54,5	Piacentini-Righi 1988	1E-11			
Strato 5	17,80	89,583	Piacentini-Righi 1988	1E-11			
Coefficiente di consolidazione							
Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)			

Strato 1	1,20	8,5	0,5	Piacentini-Righi 1988	1,069742E-06
Strato 2	8,80	15,553	0,997	Piacentini-Righi 1988	4,6659E-07
Strato 3	15,00	37,774	2,49	Piacentini-Righi 1988	1,13322E-06
Strato 4	15,40	54,5	2,967	Piacentini-Righi 1988	1,635E-06
Strato 5	17,80	89,583	5,45	Piacentini-Righi 1988	2,68749E-06

PROVA ... Nr.2

Committente:

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 07/12/2017

Profondità prova: 15,80 mt

Località:

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	0,00	0,0	0,0	0,0		
0,40	0,00	0,0	0,0	0,0		
0,60	0,00	0,0	0,0	0,0		
0,80	0,00	0,0	0,0	0,667	0,0	
1,00	20,00	30,0	20,0	1,0	20,0	5,0
1,20	15,00	30,0	15,0	0,8	18,75	5,3
1,40	14,00	26,0	14,0	0,667	20,99	4,8
1,60	12,00	22,0	12,0	0,533	22,514	4,4
1,80	10,00	18,0	10,0	0,6	16,667	6,0
2,00	11,00	20,0	11,0	0,733	15,007	6,7
2,20	9,00	20,0	9,0	0,667	13,493	7,4
2,40	10,00	20,0	10,0	0,533	18,762	5,3
2,60	13,00	21,0	13,0	0,533	24,39	4,1
2,80	8,00	16,0	8,0	1,067	7,498	13,3
3,00	10,00	26,0	10,0	0,533	18,762	5,3
3,20	16,00	24,0	16,0	0,6	26,667	3,8
3,40	17,00	26,0	17,0	0,667	25,487	3,9
3,60	21,00	31,0	21,0	0,867	24,221	4,1
3,80	22,00	35,0	22,0	1,133	19,417	5,2
4,00	21,00	38,0	21,0	0,933	22,508	4,4
4,20	18,00	32,0	18,0	0,933	19,293	5,2
4,40	20,00	34,0	20,0	0,933	21,436	4,7
4,60	23,00	37,0	23,0	1,2	19,167	5,2
4,80	19,00	37,0	19,0	3,6	5,278	18,9
5,00	23,00	77,0	23,0	0,933	24,652	4,1
5,20	21,00	35,0	21,0	0,933	22,508	4,4
5,40	18,00	32,0	18,0	1,067	16,87	5,9
5,60	16,00	32,0	16,0	1,0	16,0	6,3
5,80	16,00	31,0	16,0	1,0	16,0	6,3
6,00	17,00	32,0	17,0	1,0	17,0	5,9
6,20	17,00	32,0	17,0	0,933	18,221	5,5
6,40	17,00	31,0	17,0	1,133	15,004	6,7
6,60	15,00	32,0	15,0	0,8	18,75	5,3
6,80	23,00	35,0	23,0	1,2	19,167	5,2
7,00	28,00	46,0	28,0	1,267	22,099	4,5
7,20	18,00	37,0	18,0	1,0	18,0	5,6
7,40	16,00	31,0	16,0	1,133	14,122	7,1
7,60	26,00	43,0	26,0	1,333	19,505	5,1
7,80	15,00	35,0	15,0	1,0	15,0	6,7
8,00	10,00	25,0	10,0	0,8	12,5	8,0
8,20	14,00	26,0	14,0	0,733	19,1	5,2
8,40	24,00	35,0	24,0	1,533	15,656	6,4
8,60	17,00	40,0	17,0	1,2	14,167	7,1
8,80	20,00	38,0	20,0	1,467	13,633	7,3
9,00	19,00	41,0	19,0	0,6	31,667	3,2
9,20	20,00	29,0	20,0	1,267	15,785	6,3
9,40	20,00	39,0	20,0	1,333	15,004	6,7
9,60	22,00	42,0	22,0	1,333	16,504	6,1
9,80	19,00	39,0	19,0	1,333	14,254	7,0
10,00	19,00	39,0	19,0	1,133	16,77	6,0
10,20	20,00	37,0	20,0	1,333	15,004	6,7
10,40	16,00	36,0	16,0	1,133	14,122	7,1
10,60	22,00	39,0	22,0	1,8	12,222	8,2
10,80	27,00	54,0	27,0	2,333	11,573	8,6
11,00	24,00	59,0	24,0	1,8	13,333	7,5
11,20	28,00	55,0	28,0	2,067	13,546	7,4
11,40	24,00	55,0	24,0	1,467	16,36	6,1
11,60	26,00	48,0	26,0	2,267	11,469	8,7

11,80	46,00	80,0	46,0	3,333	13,801	7,2
12,00	60,00	110,0	60,0	3,467	17,306	5,8
12,20	33,00	85,0	33,0	3,133	10,533	9,5
12,40	29,00	76,0	29,0	1,733	16,734	6,0
12,60	29,00	55,0	29,0	2,0	14,5	6,9
12,80	39,00	69,0	39,0	3,533	11,039	9,1
13,00	53,00	106,0	53,0	4,067	13,032	7,7
13,20	57,00	118,0	57,0 4,2		13,571	7,4
13,40	58,00	121,0	58,0	4,267	13,593	7,4
13,60	66,00	130,0	66,0 6,2		10,645	9,4
13,80	73,00	166,0	73,0	6,467	11,288	8,9
14,00	73,00	170,0	73,0 6,0		12,167	8,2
14,20	84,00	174,0	84,0 5,8		14,483	6,9
14,40	63,00	150,0	63,0	4,933	12,771	7,8
14,60	61,00	135,0	61,0	4,533	13,457	7,4
14,80	53,00	121,0	53,0	5,733	9,245	10,8
15,00	46,00	132,0	46,0	6,533	7,041	14,2
15,20	82,00	180,0	82,0	7,867	10,423	9,6
15,40	94,00	212,0	94,0 8,2		11,463	8,7
15,60	97,00	220,0	97,0	8,667	11,192	8,9
15,80	107,00	237,0	107,0	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,00	4,0	0,333	2,0		RIPORTO
10,60	17,438	1,047	1,9		COLTRE 1
12,80	33,182	2,467	2,0		COLTRE 2
15,00	62,455	5,339		2,2 Coesivo	F. ALTERATA
15,80	95,0	6,184	2,2	Incoerente-Coesivo	F. INALTERATA

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	1,00	4,0	0,333	0,19	0,31	0,26	0,23	0,20
Strato 2	10,60	17,438	1,047	0,79	1,12	1,09	0,96	0,87
Strato 3	12,80	33,182	2,467	1,49	1,82	2,06	1,82	1,66
Strato 4	15,00	62,455	5,339	2,89	2,80	3,98	3,51	3,12
Strato 5	15,80	95,0	6,184	4,44	3,50	6,13	5,41	4,75

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buismann	Buismann Sanglerat
Strato 1	1,00	4,0	0,333	32,00	22,83	12,00
Strato 2	10,60	17,438	1,047	87,19	46,68	52,31
Strato 3	12,80	33,182	2,467	82,95	66,36	99,55
Strato 4	15,00	62,455	5,339	156,14	124,91	93,68
Strato 5	15,80	95,0	6,184	237,50	190,00	142,50

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 1	1,00	4,0	0,333	6,00
Strato 2	10,60	17,438	1,047	26,10
Strato 3	12,80	33,182	2,467	49,80
Strato 4	15,00	62,455	5,339	93,60
Strato 5	15,80	95,0	6,184	142,50

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	1,00	4,0	0,333	Imai & Tomauchi	65,32
Strato 2	10,60	17,438	1,047	Imai & Tomauchi	160,59
Strato 3	12,80	33,182	2,467	Imai & Tomauchi	237,92
Strato 4	15,00	62,455	5,339	Imai & Tomauchi	350,15
Strato 5	15,80	95,0	6,184	Imai & Tomauchi	452,43

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	1,00	4,0	0,333	0,93
Strato 2	10,60	17,438	1,047	<0.5
Strato 3	12,80	33,182	2,467	<0.5
Strato 4	15,00	62,455	5,339	0,54
Strato 5	15,80	95,0	6,184	0,73

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1,00	4,0	0,333	Meyerhof	1,70
Strato 2	10,60	17,438	1,047	Meyerhof	1,94
Strato 3	12,80	33,182	2,467	Meyerhof	2,05
Strato 4	15,00	62,455	5,339	Meyerhof	2,16
Strato 5	15,80	95,0	6,184	Meyerhof	2,23

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1,00	4,0	0,333	Meyerhof	1,78
Strato 2	10,60	17,438	1,047	Meyerhof	2,02
Strato 3	12,80	33,182	2,467	Meyerhof	2,13
Strato 4	15,00	62,455	5,339	Meyerhof	2,24
Strato 5	15,80	95,0	6,184	Meyerhof	2,31

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	Schmertman n	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowsk i 1985
Strato 5	15,80	95,0	6,184	48,65	39	43,53	49,33	33,98

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Durgunou glu- Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmert mann	Robertso n & Campanel la 1983	Herminic r	Meyerhof 1951
Strato 5	15,80	95,0	6,184	31,26	26,88	23,74	22,29	33,46	33,98	23,34	45

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 5	15,80	95,0	6,184	237,50	190,00	1075,40

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Robertson & Campanella da Schmertman n	Lunne- Christofferse n 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy- Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 5	15,80	95,0	6,184	69,18	372,65	750,45	161,50	142,50

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
--	---------------------	-----------------------------	-----------------------------	--------------	----------------------------

Strato 5	15,80	95,0	6,184	Imai & Tomauchi	452,43
----------	-------	------	-------	-----------------	--------

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 5	15,80	95,0	6,184	0,73	>9	<0.5	8,63

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 5	15,80	95,0	6,184	Kulhawy & Mayne (1990)	0,29

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 5	15,80	95,0	6,184	0,09488	0,01233

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 5	15,80	95,0	6,184	Meyerhof	1,80

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 5	15,80	95,0	6,184	Meyerhof	2,10

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	1,00	4,0	0,333	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 2	10,60	17,438	1,047	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 3	12,80	33,182	2,467	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 4	15,00	62,455	5,339	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 5	15,80	95,0	6,184	Piacentini-Righi 1988	1E-11

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	1,00	4,0	0,333	Piacentini-Righi 1988	1,2E-07
Strato 2	10,60	17,438	1,047	Piacentini-Righi 1988	5,2314E-07
Strato 3	12,80	33,182	2,467	Piacentini-Righi 1988	9,9546E-07
Strato 4	15,00	62,455	5,339	Piacentini-Righi 1988	1,87365E-06
Strato 5	15,80	95,0	6,184	Piacentini-Righi 1988	2,85E-06

PROVA ... Nr.3

Committente:

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 07/12/2017

Profondità prova: 15,80 mt

Località:

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	0,00	0,0	0,0	0,0		
0,40	0,00	0,0	0,0	0,0		
0,60	0,00	0,0	0,0	0,0		
0,80	0,00	0,0	0,0	0,0		
1,00	0,00	0,0	0,0	0,867	0,0	
1,20	15,00	28,0	15,0	0,467	32,12	3,1
1,40	13,00	20,0	13,0	0,733	17,735	5,6
1,60	10,00	21,0	10,0	0,867	11,534	8,7
1,80	6,00	19,0	6,0	0,8	7,5	13,3
2,00	4,00	16,0	4,0	0,667	5,997	16,7
2,20	11,00	21,0	11,0	1,0	11,0	9,1
2,40	14,00	29,0	14,0	0,667	20,99	4,8
2,60	17,00	27,0	17,0	1,2	14,167	7,1
2,80	20,00	38,0	20,0	1,533	13,046	7,7
3,00	18,00	41,0	18,0	1,533	11,742	8,5
3,20	20,00	43,0	20,0	1,267	15,785	6,3
3,40	21,00	40,0	21,0	0,133	157,895	0,6
3,60	38,00	40,0	38,0	1,333	28,507	3,5
3,80	20,00	40,0	20,0	1,6	12,5	8,0
4,00	21,00	45,0	21,0	1,6	13,125	7,6
4,20	19,00	43,0	19,0	1,4	13,571	7,4
4,40	17,00	38,0	17,0	1,333	12,753	7,8
4,60	16,00	36,0	16,0	1,267	12,628	7,9
4,80	16,00	35,0	16,0	1,467	10,907	9,2
5,00	18,00	40,0	18,0	1,467	12,27	8,2
5,20	19,00	41,0	19,0	1,533	12,394	8,1
5,40	14,00	37,0	14,0	1,533	9,132	11,0
5,60	16,00	39,0	16,0	1,467	10,907	9,2
5,80	20,00	42,0	20,0	1,8	11,111	9,0
6,00	23,00	50,0	23,0	1,733	13,272	7,5
6,20	23,00	49,0	23,0	1,867	12,319	8,1
6,40	29,00	57,0	29,0	2,267	12,792	7,8
6,60	23,00	57,0	23,0	2,133	10,783	9,3
6,80	31,00	63,0	31,0	1,933	16,037	6,2
7,00	28,00	57,0	28,0	2,0	14,0	7,1
7,20	20,00	50,0	20,0	2,333	8,573	11,7
7,40	31,00	66,0	31,0	2,733	11,343	8,8
7,60	47,00	88,0	47,0	2,933	16,025	6,2
7,80	44,00	88,0	44,0	4,333	10,155	9,8
8,00	46,00	111,0	46,0	4,467	10,298	9,7
8,20	60,00	127,0	60,0	5,667	10,588	9,4
8,40	55,00	140,0	55,0	5,067	10,855	9,2
8,60	48,00	124,0	48,0	4,6	10,435	9,6
8,80	50,00	119,0	50,0	4,933	10,136	9,9
9,00	48,00	122,0	48,0	4,533	10,589	9,4
9,20	63,00	131,0	63,0	4,6	13,696	7,3
9,40	61,00	130,0	61,0	4,6	13,261	7,5
9,60	67,00	136,0	67,0	4,533	14,78	6,8
9,80	64,00	132,0	64,0	4,333	14,77	6,8
10,00	39,00	104,0	39,0	4,6	8,478	11,8
10,20	49,00	118,0	49,0	5,4	9,074	11,0
10,40	57,00	138,0	57,0	5,067	11,249	8,9
10,60	56,00	132,0	56,0	5,6	10,0	10,0
10,80	68,00	152,0	68,0	6,0	11,333	8,8
11,00	59,00	149,0	59,0	5,8	10,172	9,8
11,20	55,00	142,0	55,0	5,4	10,185	9,8
11,40	57,00	138,0	57,0	6,533	8,725	11,5
11,60	59,00	157,0	59,0	6,2	9,516	10,5

11,80	73,00	166,0	73,0	5,6		13,036	7,7
12,00	60,00	144,0	60,0		6,333	9,474	10,6
12,20	71,00	166,0	71,0		4,267	16,639	6,0
12,40	70,00	134,0	70,0	5,8		12,069	8,3
12,60	77,00	164,0	77,0		6,733	11,436	8,7
12,80	73,00	174,0	73,0		6,733	10,842	9,2
13,00	75,00	176,0	75,0	6,6		11,364	8,8
13,20	82,00	181,0	82,0		7,333	11,182	8,9
13,40	84,00	194,0	84,0		6,867	12,232	8,2
13,60	76,00	179,0	76,0		8,0	9,5	10,5
13,80	93,00	213,0	93,0		6,333	14,685	6,8
14,00	115,00	210,0	115,0		7,667	14,999	6,7
14,20	80,00	195,0	80,0		6,733	11,882	8,4
14,40	78,00	179,0	78,0		7,067	11,037	9,1
14,60	83,00	189,0	83,0	7,2		11,528	8,7
14,80	92,00	200,0	92,0		7,467	12,321	8,1
15,00	92,00	204,0	92,0		7,667	11,999	8,3
15,20	91,00	206,0	91,0		7,333	12,41	8,1
15,40	90,00	200,0	90,0		7,333	12,273	8,1
15,60	83,00	193,0	83,0		7,333	11,319	8,8
15,80	94,00	204,0	94,0		0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,20	2,5	0,222	1,3		RIPORTO
7,40	19,226	1,458	1,9		COLTRE
12,20	56,5	5,058		2,1 Coesivo	F. ALTERATA
15,80	84,889	6,678		2,2 Coesivo	F. INALTERATA

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI Nr.3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	1,20	2,5	0,222	0,12	0,20	0,16	0,14	0,12
Strato 2	7,40	19,226	1,458	0,89	1,24	1,23	1,09	0,96
Strato 3	12,20	56,5	5,058	2,64	2,67	3,64	3,22	2,88
Strato 4	15,80	84,889	6,678	3,97	3,32	5,48	4,83	4,24

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buismann	Buismann Sanglerat
Strato 1	1,20	2,5	0,222	20,00	15,12	7,50
Strato 2	7,40	19,226	1,458	96,13	43,71	57,68
Strato 3	12,20	56,5	5,058	141,25	113,00	84,75
Strato 4	15,80	84,889	6,678	212,22	169,78	127,33

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 1	1,20	2,5	0,222	3,60
Strato 2	7,40	19,226	1,458	28,80
Strato 3	12,20	56,5	5,058	84,60
Strato 4	15,80	84,889	6,678	127,20

Modulo di deformazione a taglio

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)

Strato 1	1,20	2,5	0,222	Imai & Tomauchi	49,01
Strato 2	7,40	19,226	1,458	Imai & Tomauchi	170,46
Strato 3	12,20	56,5	5,058	Imai & Tomauchi	329,35
Strato 4	15,80	84,889	6,678	Imai & Tomauchi	422,36

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	1,20	2,5	0,222	0,75
Strato 2	7,40	19,226	1,458	0,6
Strato 3	12,20	56,5	5,058	0,71
Strato 4	15,80	84,889	6,678	0,72

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1,20	2,5	0,222	Meyerhof	1,62
Strato 2	7,40	19,226	1,458	Meyerhof	1,96
Strato 3	12,20	56,5	5,058	Meyerhof	2,14
Strato 4	15,80	84,889	6,678	Meyerhof	2,21

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1,20	2,5	0,222	Meyerhof	1,70
Strato 2	7,40	19,226	1,458	Meyerhof	2,04
Strato 3	12,20	56,5	5,058	Meyerhof	2,22
Strato 4	15,80	84,889	6,678	Meyerhof	2,29

SONDAGGIO			1	1	-	-
CAMPIONE			1	2	-	-
PROFONDITA' (m)			3,0	10,5	-	-
Contenuto in acqua	%		23,7	22,8	-	-
Massa volumica	Mg/m ³		1,98	2,02	-	-
Massa volumica secca	Mg/m ³		1,60	1,64	-	-
Frazione fine	%		>50	>50	-	-
Limite di liquidità	%		52,5	60,0	-	-
Indice di plasticità	%		27,2	33,2	-	-
Indice di consistenza	-		1,06	1,12	-	-
Classificazione UNI	-		A7-6	A7-6	-	-
Classificazione USCS	-		CH	CH	-	-
Coesione intercetta	kPa		20,0	33,2	-	-
Angolo di resistenza al taglio	°		24,4	21,9	-	-
Modulo edometrico	50/100 kPa	kPa	22727	-	-	-
	100/200 kPa	kPa	14925	17241	-	-
	200/400 kPa	kPa	13514	14815	-	-

LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979

Via Cairo sn - 61024 Mombaroccio (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001

associato ALIG

www.laborazi.it

COMMITTENTE TECNOSONDAGGI DI CLAUDIO BRUGIAPAGLIA
CANTIERE PIAZZA PALOMBARE - ANCONA**CERTIFICATO**

18003001

data di emissione

16/01/18

RIFERIMENTI DEL CAMPIONEdenominazione sondaggio 1 campione 1 profondità 3,0m
verbale d'accettazione 0664/17
data di ricevimento 15/12/17
data d'apertura 02/01/18
tipo di terreno argilla con limo
classe di qualità Q5 (AGI 77)**DESCRIZIONE VISIVA**

ASTM D2488

CAMPIONE		PP [MPa]	SC [MPa]	PROVE e/o DETERMINAZIONI	DESCRIZIONE
10 cm		0,29	0,11	w, p, Pd w _L , w _P , I _P TG _P EDO _L	CONTENITORE: fustella metallica DIMENSIONI: [cm] $\phi = 8,5$ L = 30 GRANULOMETRIA: argilla con limo COLORE: marrone UMIDITA': umido PLASTICITA': alta RESISTENZA A SECCO: alta DILATANZA: nessuna TENACITA': alta CONSISTENZA (PP): molto consistente STRUTTURA: omogenea REAZIONE HCI: forte ODORE: nessuno ALTRO: inclusi carbonatici; tracce di materia organica
20 cm		0,29			
30 cm		0,32	0,11		
40 cm					
50 cm					
60 cm					
70 cm					

Sperimentatore
Simone SerfillippiFIRMATO DIGITALMENTE DA
Dr. Ugo Sergio Orazi
Direttore del Laboratorio

pagina 1/1

LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979

Via Cairo sn - 61024 Mombarcio (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001

associato ALIG

www.laborazi.it

COMMITTENTE TECNOSONDAGGI DI CLAUDIO BRUGIAPAGLIA
CANTIERE PIAZZA PALOMBARE - ANCONA**CERTIFICATO**

18003002

data di emissione

16/01/18

RIFERIMENTI DEL CAMPIONE

denominazione sondaggio 1 campione 1 profondità 3,0m
verbale d'accettazione 0664/17
data di ricevimento 15/12/17
data d'apertura 02/01/18
tipo di terreno argilla con limo
classe di qualità Q5 (AGI 77)

DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE

UNI CEN ISO/TS 17892-1 - UNI CEN ISO/TS 17892-2 - UNI CEN ISO/TS 17892-3 - ASTM D7263

w	%	23,7
p	Mg/m ³	1,98
p _d	Mg/m ³	1,60
p _s	Mg/m ³	
e	-	
n	%	
S _R	-	

note:

Sperimentatore
Simone Serfilippi

pagina 1/1

FIRMATO DIGITALMENTE DA
Dr. Ugo Sergio Orazi
Direttore del Laboratorio

LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979

Via Calro sn - 61024 Mombarcoclo (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001associato ALIG
www.laborazi.it**COMMITTENTE** TECNOSONDAGGI DI CLAUDIO BRUGIAPAGLIA
CANTIERE PIAZZA PALOMBARE - ANCONA**CERTIFICATO**

18003003

data di emissione

16/01/18

RIFERIMENTI DEL CAMPIONE

denominazione sondaggio 1 campione 1 profondità 3,0m
verbale d'accettazione 0664/17
data di ricevimento 15/12/17
data d'apertura 02/01/18
tipo di terreno argilla con limo
classe di qualità Q5 (AGI 77)

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA

ASTM D4318 - ASTM D4943

w_L	%	52,5
w_P	%	25,3
I_P	%	27,2
w_S	%	
R_S	-	

note:

Sperimentatore
Simone Serfilippi

pagina 1/1

FIRMATO DIGITALMENTE DA
Dr. Ugo Sergio Orazi
Direttore del Laboratorio

LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979

Via Cairo sn - 61024 Mombarcoclo (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001associato ALIG
www.laborazi.it**COMMITTENTE** TECNOSONDAGGI DI CLAUDIO BRUGIAPAGLIA
CANTIERE PIAZZA PALOMBARE - ANCONA**RIFERIMENTI DEL CAMPIONE**denominazione sondaggio 1 campione 1 profondità 3,0m
verbale d'accettazione 0664/17
data di ricevimento 15/12/17
data d'apertura 02/01/18
tipo di terreno argilla con limo
classe di qualità Q5 (AGI 77)**CERTIFICATO**

18003004

data di emissione

16/01/18

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

UNI CEN ISO/TS 17892-10

test	n	1	2	3
A	mm ²	3600	3600	3600
H ₀	mm	20	20	20
w ₀	%	23,3	24,0	23,9
ρ ₀	Mg/m ³	1,98	1,97	1,98
ρ ₀₀	Mg/m ³	1,61	1,59	1,60
ρ _s	Mg/m ³			
e ₀	-			
S _{R0}	-			
σ _v	kPa	100	200	300
ΔH _c	mm	0,06	0,20	0,35
d _r	mm/min	0,004	0,004	0,004
τ _P	kPa	66,3	109,1	157,1
τ _R	kPa			

note:

Sperimentatore
Dr. Michele Orazi Ph.D.

pagina 1/3

FIRMATO DIGITALMENTE DA
Dr. Ugo Sergio Orazi
Direttore del Laboratorio

LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979

Via Cairo sn - 61024 Mombarcio (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001

associato ALIG

www.laborazi.it

COMMITTENTE TECNOSONDAGGI DI CLAUDIO BRUGIAPAGLIA
CANTIERE PIAZZA PALOMBARE - ANCONA

CERTIFICATO

18003004

data di emissione

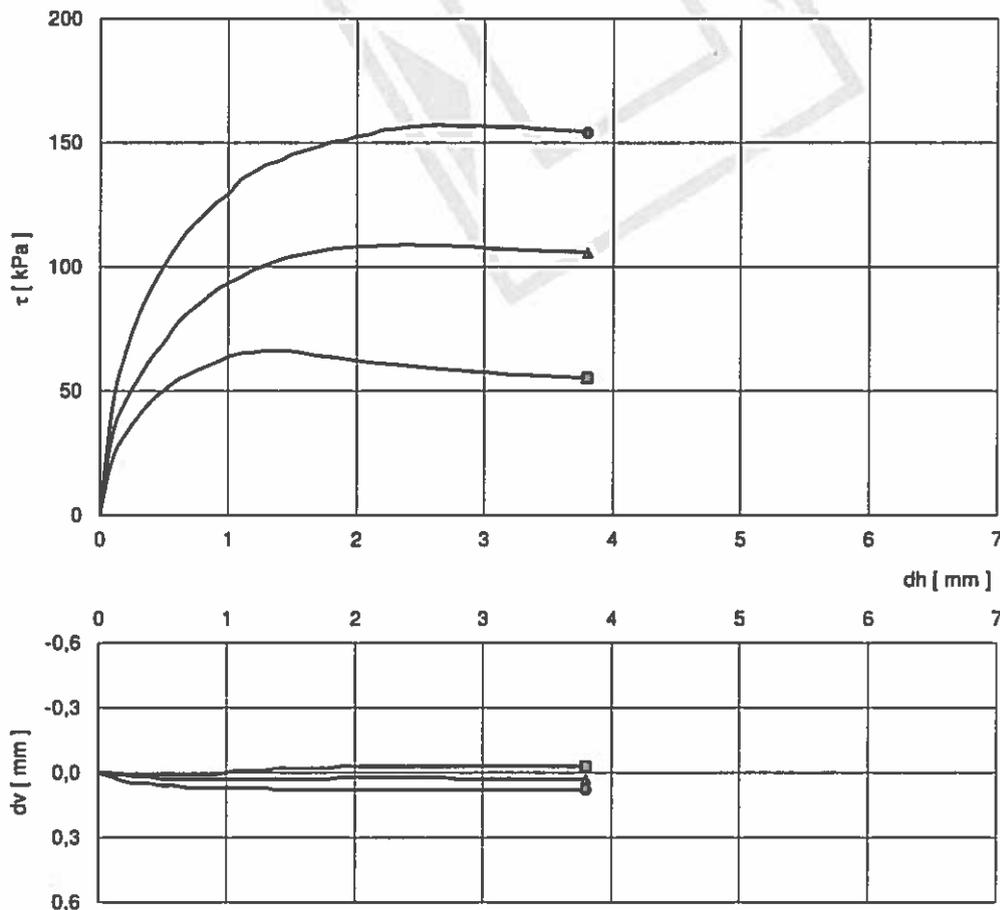
16/01/18

RIFERIMENTI DEL CAMPIONE

denominazione sondaggio 1 campione 1 profondità 3,0m
verbale d'accettazione 0664/17
data di ricevimento 15/12/17
data d'apertura 02/01/18
tipo di terreno argilla con limo
classe di qualità Q5 (AGI 77)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

UNI CEN ISO/TS 17892-10



Sperimentatore
Dr. Michele Orazi Ph.D.

pagina 2/3

FIRMATO DIGITALMENTE DA
Dr. Ugo Sergio Orazi
Direttore del Laboratorio

LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979

Via Calro sn - 61024 Mombaroccolo (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001

associato ALIG

www.laborazi.it

COMMITTENTE TECNOSONDAGGI DI CLAUDIO BRUGIAPAGLIA
CANTIERE PIAZZA PALOMBARE - ANCONA

RIFERIMENTI DEL CAMPIONE

denominazione sondaggio 1 campione 1 profondità 3,0m
verbale d'accettazione 0664/17
data di ricevimento 15/12/17
data d'apertura 02/01/18
tipo di terreno argilla con limo
classe di qualità Q5 (AGI 77)

CERTIFICATO

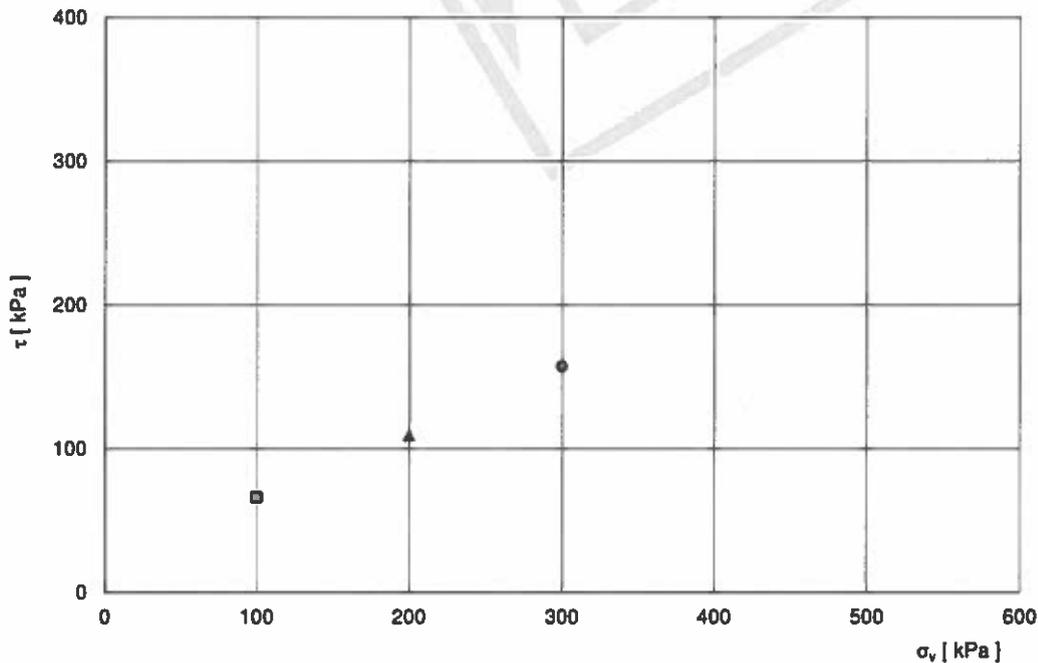
18003004

data di emissione

16/01/18

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

UNI CEN ISO/TS 17892-10



Sperimentatore
Dr. Michele Orazi Ph.D.

pagina 3/3

FIRMATO DIGITALMENTE DA
Dr. Ugo Sergio Orazi
Direttore del Laboratorio

LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979

Via Cairo sn - 61024 Mombarcocci (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001associato ALIG
www.laborazi.it**COMMITTENTE** TECNOSONDAGGI DI CLAUDIO BRUGIAPAGLIA
CANTIERE PIAZZA PALOMBARE - ANCONA**RIFERIMENTI DEL CAMPIONE**denominazione sondaggio 1 campione 1 profondità 3,0m
verbale d'accettazione 0664/17
data di ricevimento 15/12/17
data d'apertura 02/01/18
tipo di terreno argilla con limo
classe di qualità Q5 (AGI 77)**CERTIFICATO**

18003005

data di emissione

16/01/18

PROVA EDOMETRICA

UNI CEN ISO/TS 17892-5

σ_v	ϵ_v	e	M	C_v
kPa	%	-	kPa	m ² /s
12,5				
25				
50	0,06		22727	8,0E-08
100	0,28		14925	3,3E-08
200	0,95		13514	2,0E-08
400	2,43		15686	
800	4,98		22727	
1600	8,50		41237	
3200	12,38			
800	10,86			
200	8,70			
50	6,09			
12,5				

A	mm ²	2000
H ₀	mm	20
w ₀	%	23,6
p ₀	Mg/m ³	1,97
p ₀₀	Mg/m ³	1,59
p _s	Mg/m ³	
e ₀	-	
S _{R0}	-	

note:

Sperimentatore
Dr. Michele Orazi Ph.D.

pagina 1/3

FIRMATO DIGITALMENTE DA
Dr. Ugo Sergio Orazi
Direttore del Laboratorio

LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979

Via Cairo sn - 61024 Mombaroccio (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001

associato ALIG

www.laborazi.it

COMMITTENTE
CANTIERE

TECNOSONDAGGI DI CLAUDIO BRUGIAPAGLIA
PIAZZA PALOMBARE - ANCONA

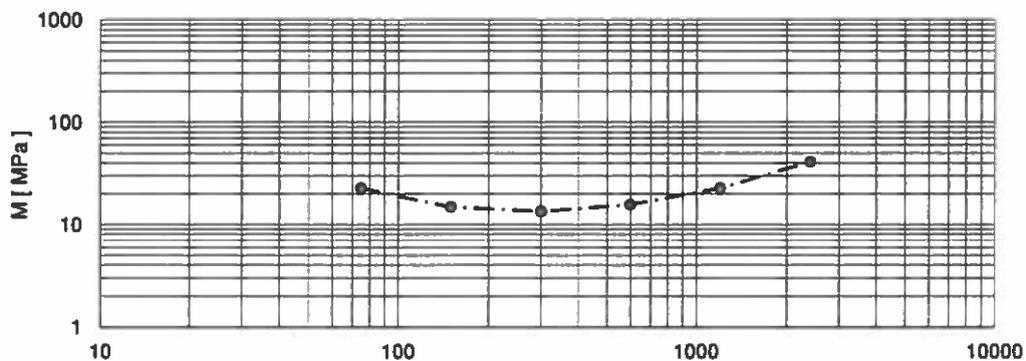
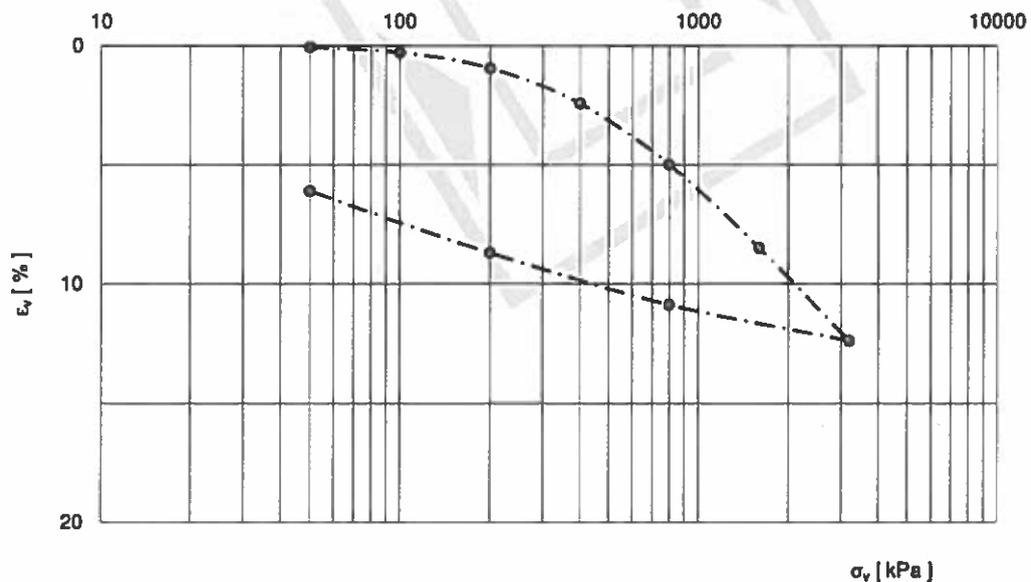
RIFERIMENTI DEL CAMPIONE

denominazione sondaggio 1 campione 1 profondità 3,0m
verbale d'accettazione 0664/17
data di ricevimento 15/12/17
data d'apertura 02/01/18
tipo di terreno argilla con limo
classe di qualità Q5 (AGI 77)

CERTIFICATO	18003005
data di emissione	16/01/18

PROVA EDOMETRICA

UNI CEN ISO/TS 17892-5



Sperimentatore
Dr. Michele Orazi Ph.D.

pagina 2/3

FIRMATO DIGITALMENTE DA
Dr. Ugo Sergio Orazi
Direttore del Laboratorio

LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979

Via Calro sn - 61024 Mombarcio (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001

associato ALIG

www.laborazi.it

COMMITTENTE
CANTIERE

TECNOSONDAGGI DI CLAUDIO BRUGIAPAGLIA
PIAZZA PALOMBARE - ANCONA

CERTIFICATO

18003005

data di emissione

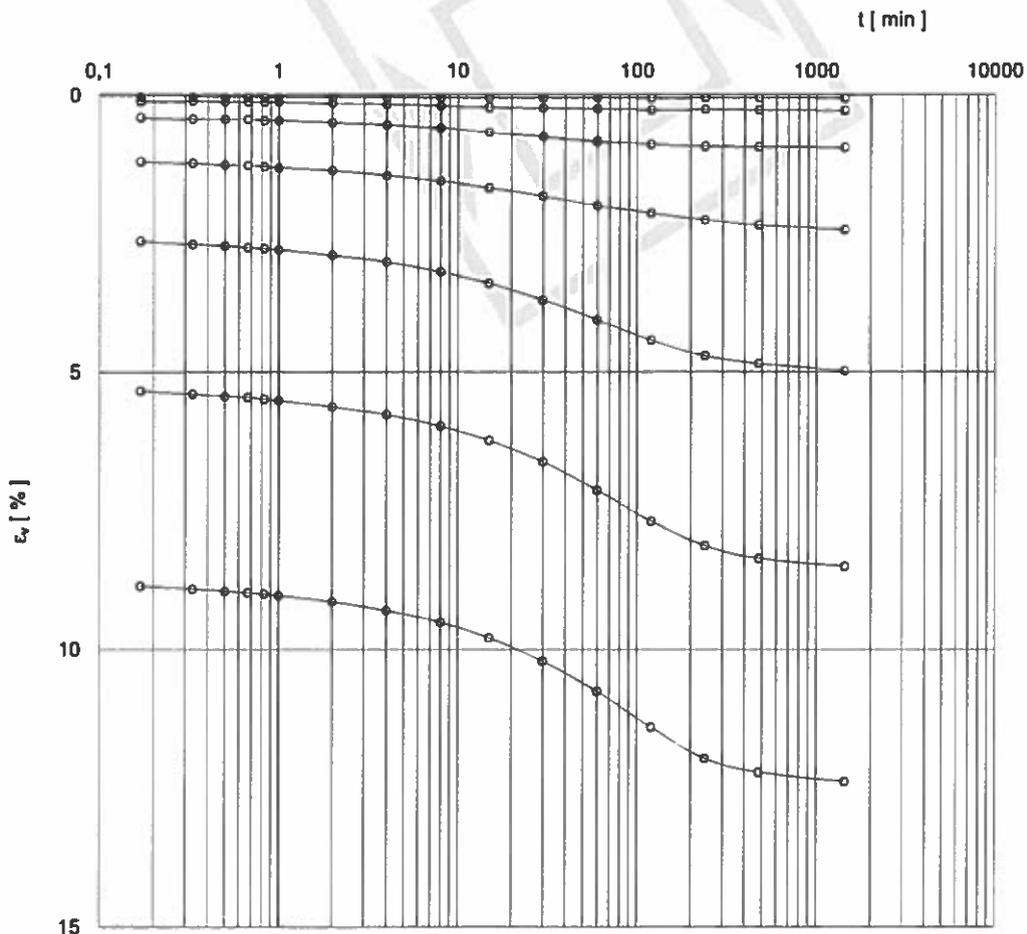
16/01/18

RIFERIMENTI DEL CAMPIONE

denominazione sondaggio 1 campione 1 profondità 3,0m
verbale d'accettazione 0664/17
data di ricevimento 15/12/17
data d'apertura 02/01/18
tipo di terreno argilla con limo
classe di qualità Q5 (AGI 77)

PROVA EDOMETRICA

UNI CEN ISO/TS 17892-5



Sperimentatore
Dr. Michele Orazi Ph.D.

pagina 3/3

FIRMATO DIGITALMENTE DA
Dr. Ugo Sergio Orazi
Direttore del Laboratorio

LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979

Via Cairo sn - 61024 Mombaroccio (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001

associato ALIG

www.laborazi.it

COMMITTENTE TECNOSONDAGGI DI CLAUDIO BRUGIAPAGLIA
CANTIERE PIAZZA PALOMBARE - ANCONA**CERTIFICATO**

18003006

data di emissione

16/01/18

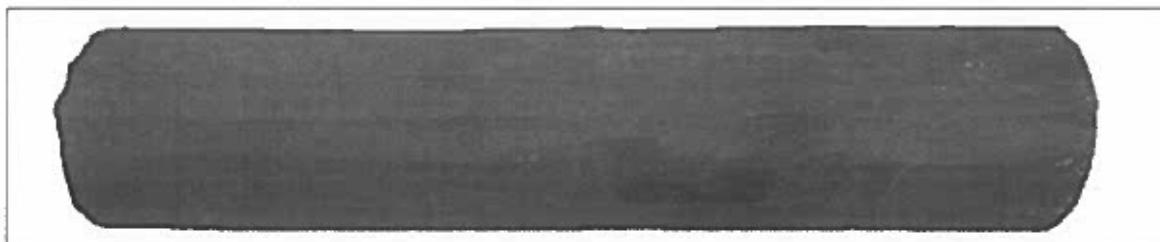
RIFERIMENTI DEL CAMPIONE

denominazione sondaggio 1 campione 2 profondità 10,5m
 verbale d'accettazione 0665/17
 data di ricevimento 15/12/17
 data d'apertura 02/01/18
 tipo di terreno argilla con limo
 classe di qualità Q5 (AGI 77)

DESCRIZIONE VISIVA

ASTM D2488

CAMPIONE	PP [MPa]	SC [MPa]	PROVE e/o DETERMINAZIONI	DESCRIZIONE
10 cm	0,41	0,19	W, p, Pd WL, Wp, Ip TGp EDOL	CONTENITORE: fustella metallica DIMENSIONI: [cm] $\phi = 8,5$ L = 35 GRANULOMETRIA: argilla con limo COLORE: marrone con venature grigio-azzurre UMIDITA': umido PLASTICITA': alta RESISTENZA A SECCO: alta DILATANZA: nessuna TENACITA': alta CONSISTENZA (PP): estremamente consistente STRUTTURA: omogenea REAZIONE HCI: forte ODORE: nessuno ALTRO: ---
20 cm	0,43			
30 cm				
40 cm	0,40	0,18		
50 cm				
60 cm				
70 cm				

Sperimentatore
Simone SerfilippiFIRMATO DIGITALMENTE DA
Dr. Ugo Sergio Orazi
Direttore del Laboratorio

LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979

Via Calro sn - 61024 Momberoccolo (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001

associato ALIG

www.laborazi.it

COMMITTENTE TECNOSONDAGGI DI CLAUDIO BRUGIAPAGLIA
CANTIERE PIAZZA PALOMBARE - ANCONA**CERTIFICATO**

18003007

data di emissione

16/01/18

RIFERIMENTI DEL CAMPIONE

denominazione sondaggio 1 campione 2 profondità 10,5m
verbale d'accettazione 0665/17
data di ricevimento 15/12/17
data d'apertura 02/01/18
tipo di terreno argilla con limo
classe di qualità Q5 (AGI 77)

DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE

UNI CEN ISO/TS 17892-1 - UNI CEN ISO/TS 17892-2 - UNI CEN ISO/TS 17892-3 - ASTM D7263

w	%	22,8
p	Mg/m ³	2,02
p _d	Mg/m ³	1,64
p _s	Mg/m ³	
e	-	
n	%	
S _R	-	

note:

Sperimentatore
Simone Serfilippi

pagina 1/1

FIRMATO DIGITALMENTE DA
Dr. Ugo Sergio Orazi
Direttore del Laboratorio

LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979

Via Cairo sn - 61024 Mombaroccio (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001

associato ALIG

www.laborazi.it

COMMITTENTE **TECNOSONDAGGI DI CLAUDIO BRUGIAPAGLIA**
CANTIERE **PIAZZA PALOMBARE - ANCONA****CERTIFICATO**

18003008

data di emissione

16/01/18

RIFERIMENTI DEL CAMPIONE

denominazione sondaggio 1 campione 2 profondità 10,5m
verbale d'accettazione 0665/17
data di ricevimento 15/12/17
data d'apertura 02/01/18
tipo di terreno argilla con limo
classe di qualità Q5 (AGI 77)

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA

ASTM D4318 - ASTM D4943

w _L	%	60,0
w _P	%	26,8
I _P	%	33,2
w _S	%	
R _S	-	

note:

Sperimentatore
Simone Serfillippi

pagina 1/1

FIRMATO DIGITALMENTE DA
Dr. Ugo Sergio Orazi
Direttore del Laboratorio

LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979

Via Calro sn - 61024 Mombaroccio (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001

associato ALIG

www.laborazi.it

COMMITTENTE TECNOSONDAGGI DI CLAUDIO BRUGIAPAGLIA
CANTIERE PIAZZA PALOMBARE - ANCONA**CERTIFICATO**

18003009

data di emissione

16/01/18

RIFERIMENTI DEL CAMPIONE

denominazione sondaggio 1 campione 2 profondità 10,5m
verbale d'accettazione 0665/17
data di ricevimento 15/12/17
data d'apertura 02/01/18
tipo di terreno argilla con limo
classe di qualità Q5 (AGI 77)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

UNI CEN ISO/TS 17892-10

test	n	1	2	3
A	mm ²	3600	3600	3600
H ₀	mm	20	20	20
w ₀	%	22,9	22,5	22,9
ρ ₀	Mg/m ³	2,02	2,01	2,02
ρ ₀₀	Mg/m ³	1,64	1,64	1,64
ρ _s	Mg/m ³			
e ₀	-			
S _{R0}	-			
σ _v	kPa	100	200	300
ΔH _c	mm	0,02	0,14	0,30
d _r	mm/min	0,004	0,004	0,004
τ _p	kPa	73,0	114,4	153,5
τ _R	kPa			

note:

Sperimentatore
Dr. Michele Orazi Ph.D.

pagina 1/3

FIRMATO DIGITALMENTE DA
Dr. Ugo Sergio Orazi
Direttore del Laboratorio

LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979

Via Calro sn - 61024 Mombarcio (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001

associato ALIG

www.laborazi.it

COMMITTENTE TECNOSONDAGGI DI CLAUDIO BRUGIAPAGLIA
CANTIERE PIAZZA PALOMBARE - ANCONA

RIFERIMENTI DEL CAMPIONE

denominazione sondaggio 1 campione 2 profondità 10,5m
verbale d'accettazione 0665/17
data di ricevimento 15/12/17
data d'apertura 02/01/18
tipo di terreno argilla con limo
classe di qualità Q5 (AGI 77)

CERTIFICATO

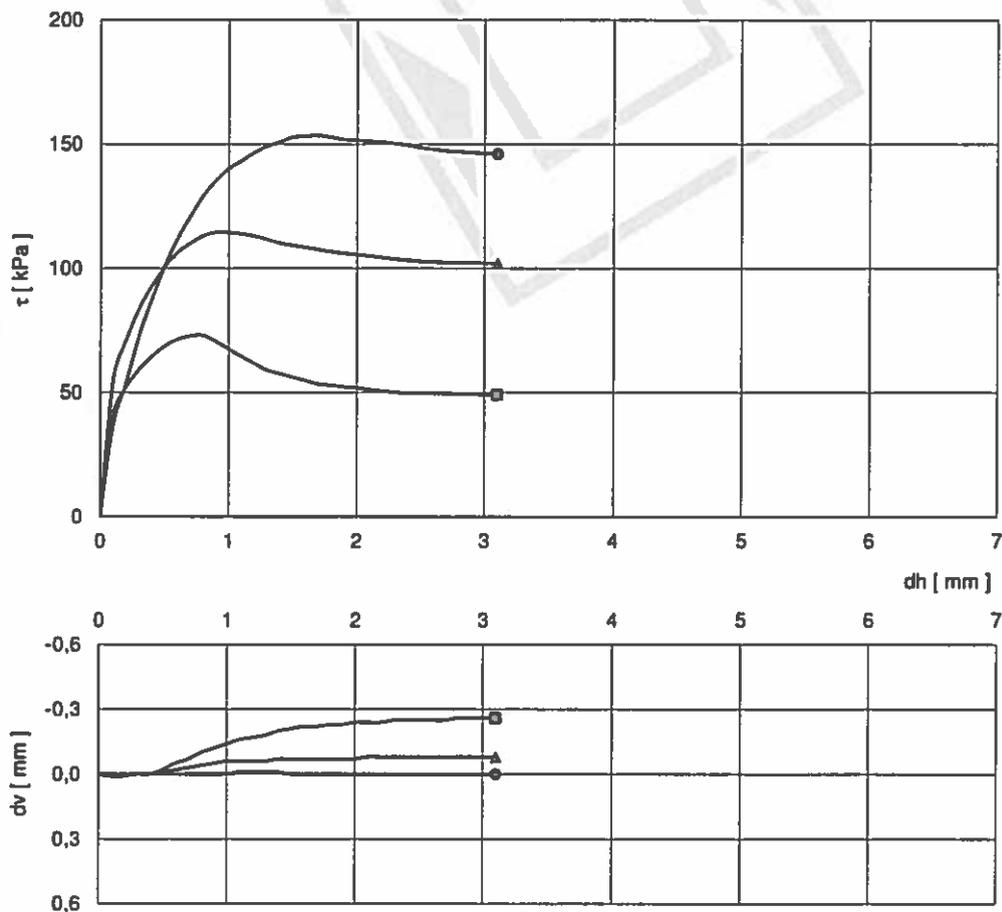
18003009

data di emissione

16/01/18

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

UNI CEN ISO/TS 17892-10



Sperimentatore
Dr. Michele Orazi Ph.D.

pagina 2/3

FIRMATO DIGITALMENTE DA
Dr. Ugo Sergio Orazi
Direttore del Laboratorio

LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979

Via Cairo sn - 61024 Mombarcio (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001

associato ALIG

www.laborazi.it

COMMITTENTE **TECNOSONDAGGI DI CLAUDIO BRUGIAPAGLIA**
CANTIERE **PIAZZA PALOMBARE - ANCONA**

RIFERIMENTI DEL CAMPIONE

denominazione sondaggio 1 campione 2 profondità 10,5m
verbale d'accettazione 0665/17
data di ricevimento 15/12/17
data d'apertura 02/01/18
tipo di terreno argilla con limo
classe di qualità Q5 (AGI 77)

CERTIFICATO

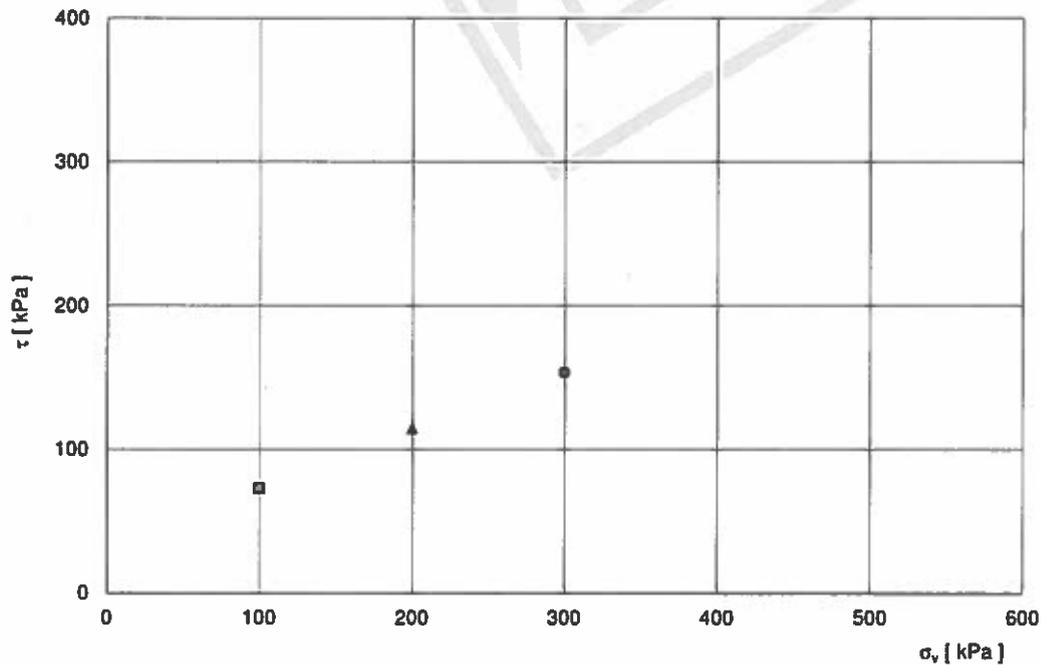
18003009

data di emissione

16/01/18

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

UNI CEN ISO/TS 17892-10



Sperimentatore
Dr. Michele Orazi Ph.D.

pagina 3/3

FIRMATO DIGITALMENTE DA
Dr. Ugo Sergio Orazi
Direttore del Laboratorio

LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979

Via Cairo sn - 61024 Mombarcio (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001

associato ALIG

www.laborazi.it

COMMITTENTE TECNOSONDAGGI DI CLAUDIO BRUGIAPAGLIA
CANTIERE PIAZZA PALOMBARE - ANCONA**CERTIFICATO**

18003010

data di emissione

16/01/18

RIFERIMENTI DEL CAMPIONEdenominazione sondaggio 1 campione 2 profondità 10,5m
verbale d'accettazione 0665/17
data di ricevimento 15/12/17
data d'apertura 02/01/18
tipo di terreno argilla con limo
classe di qualità Q5 (AGI 77)**PROVA EDOMETRICA**

UNI CEN ISO/TS 17892-5

σ_v	ϵ_v	e	M	C_v
kPa	%	-	kPa	m ² /s
12,5				
25				
50				
100	0,04		17241	3,1E-08
200	0,62		14815	2,5E-08
400	1,97		17167	2,3E-08
800	4,30		19465	
1600	8,41		33613	
3200	13,17			
800	10,65			
200	7,33			
50				
12,5				

A	mm ²	2000
H ₀	mm	20
w ₀	%	22,8
ρ_0	Mg/m ³	2,01
ρ_{00}	Mg/m ³	1,64
ρ_s	Mg/m ³	
e ₀	-	
S _{R0}	-	

note:

Sperimentatore
Dr. Michele Orazi Ph.D.

pagina 1/3

FIRMATO DIGITALMENTE DA
Dr. Ugo Sergio Orazi
Direttore del Laboratorio

LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979

Via Cairo sn - 61024 Mombarcio (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001

associato ALIG

www.laborazi.it

COMMITTENTE TECNOSONDAGGI DI CLAUDIO BRUGIAPAGLIA
CANTIERE PIAZZA PALOMBARE - ANCONA

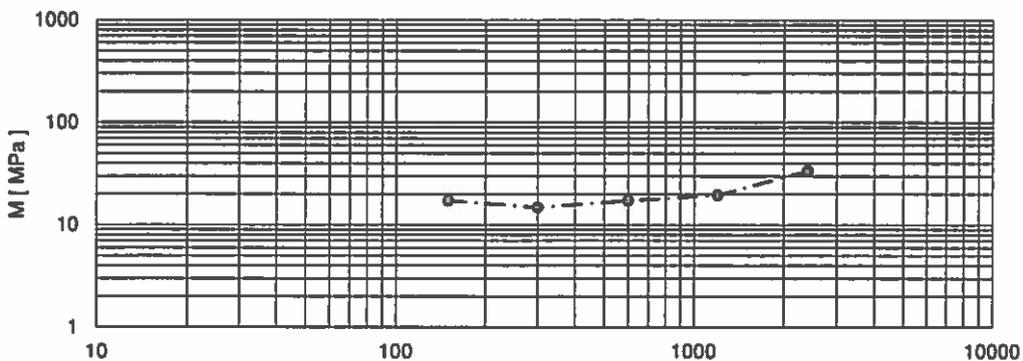
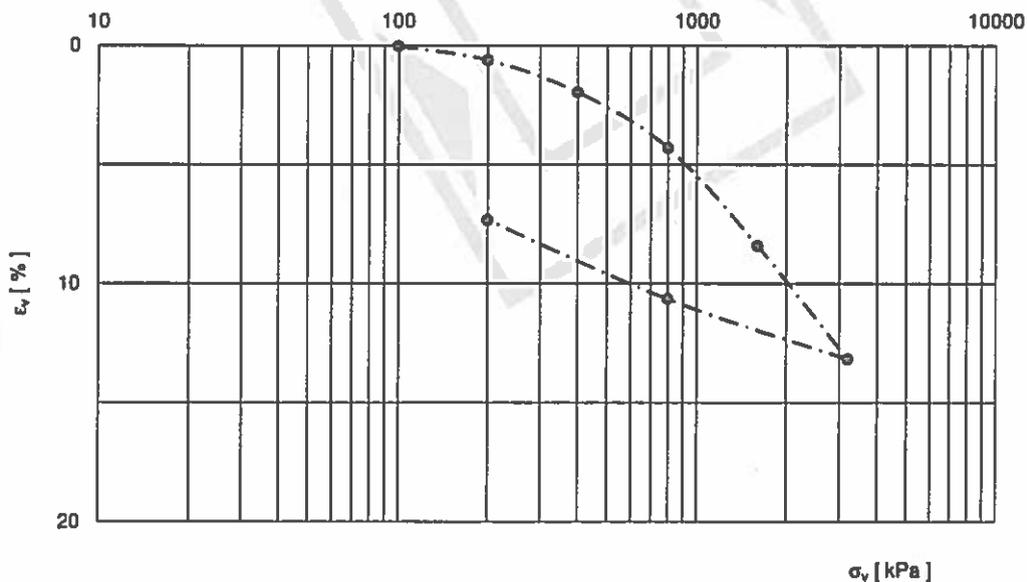
RIFERIMENTI DEL CAMPIONE

denominazione sondaggio 1 campione 2 profondità 10,5m
verbale d'accettazione 0665/17
data di ricevimento 15/12/17
data d'apertura 02/01/18
tipo di terreno argilla con limo
classe di qualità Q5 (AGI 77)

CERTIFICATO	18003010
data di emissione	16/01/18

PROVA EDOMETRICA

UNI CEN ISO/TS 17892-5



Sperimentatore
Dr. Michele Orazi Ph.D.

FIRMATO DIGITALMENTE DA
Dr. Ugo Sergio Orazi
Direttore del Laboratorio

LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979

Via Calro sn - 61024 Mombarcio (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001

associato ALIG

www.laborazi.it

COMMITTENTE TECNOSONDAGGI DI CLAUDIO BRUGIAPAGLIA
CANTIERE PIAZZA PALOMBARE - ANCONA

RIFERIMENTI DEL CAMPIONE

denominazione sondaggio 1 campione 2 profondità 10,5m
verbale d'accettazione 0665/17
data di ricevimento 15/12/17
data d'apertura 02/01/18
tipo di terreno argilla con limo
classe di qualità Q5 (AGI 77)

CERTIFICATO

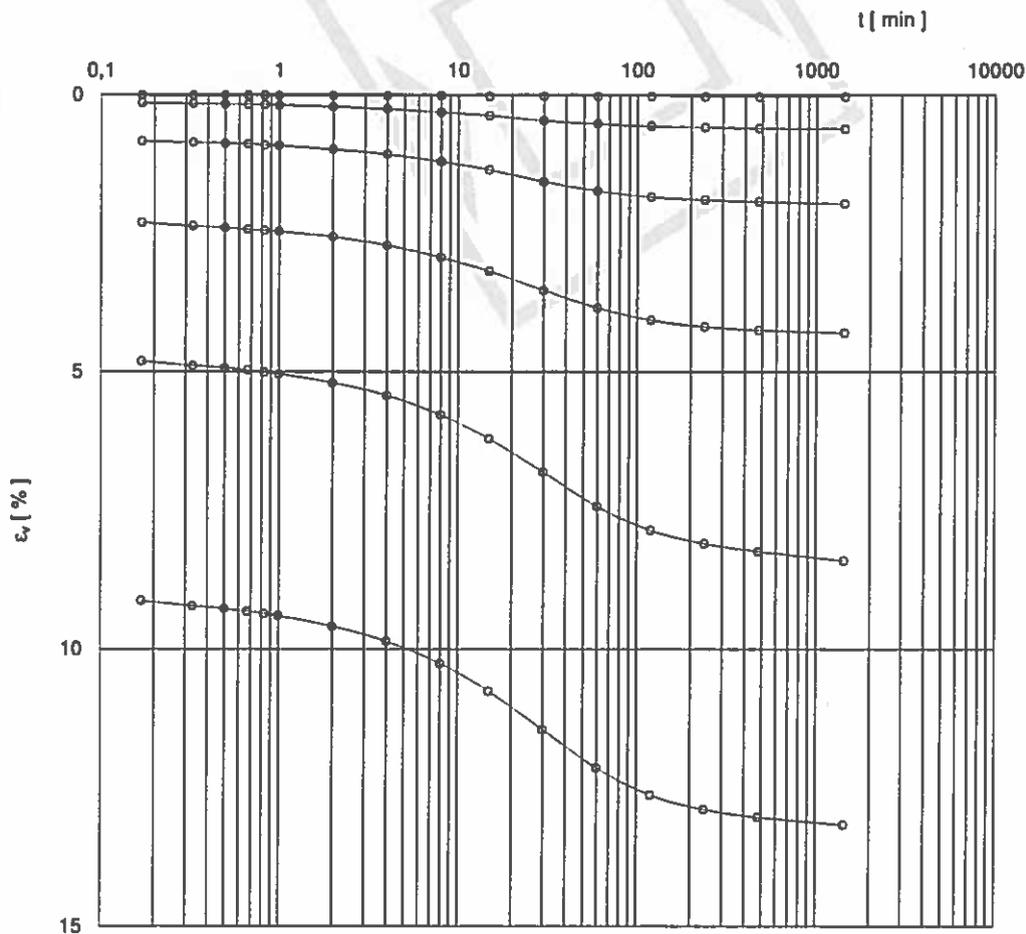
18003010

data di emissione

16/01/18

PROVA EDOMETRICA

UNI CEN ISO/TS 17892-5



Sperimentatore
Dr. Michele Orazi Ph.D.

pagina 3/3

FIRMATO DIGITALMENTE DA
Dr. Ugo Sergio Orazi
Direttore del Laboratorio

TECNOSONDAGGI
DI BRUGIAPAGLIA CLAUDIO
VIA ABBADIA 39 – OSIMO 60027 – ANCONA
TEL/FAX 071 781840 – CELL. 335 6686573
P.I. 01511970426 – WWW.TECNOSONDAGGI.IT

Vs30 DM 14-01-2008
PIAZZA PALOMBARE
ANCONA (AN)

INDAGINE SISMICA MASW

Committente: Comune di Ancona

OSIMO, dicembre 2017

1 PREMESSA

Il giorno 21 novembre 2017, su committenza del Comune di Ancona e sotto la direzione tecnica del Geol. Stefano Cardellini, si è eseguita un'indagine geofisica mediante una prova MASW per il calcolo del valore Vs30 secondo il DM 14/01/2008.

2 INDAGINE EFFETTUATA

Nel caso in esame si è realizzato uno stendimento con 24 geofoni a passo di 1.0 metri e energizzazione a -5.00 m e a +5.00 m dagli estremi (Geofono 1 e Geofono 24).

La strumentazione utilizzata è costituita da :

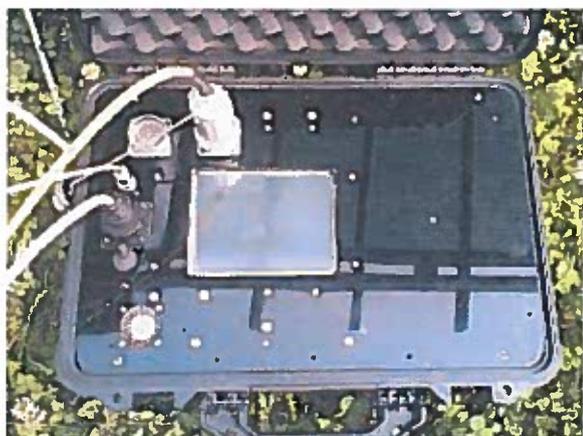
- sismografo EEG BR24 24 canali
- 24 geofoni a 4.5Hz
- mazza da 5 Kg

3 CENNI TEORICI SULL'ANALISI MULTICANALE DELLE ONDE SUPERFICIALI

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.



L'intero processo comprende tre passi successivi: L'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .

Per ottenere un profilo V_s bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh,

vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde. Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane.

Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).

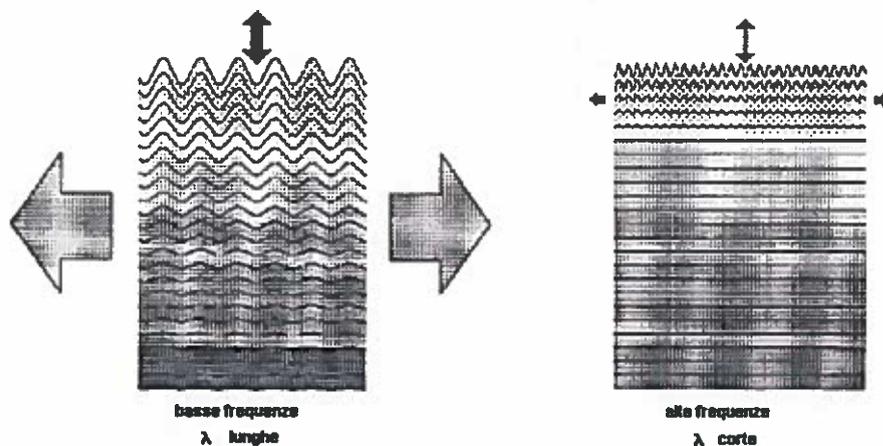
Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza dipendentemente dalla distanza dalla sorgente. La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione. La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale. Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

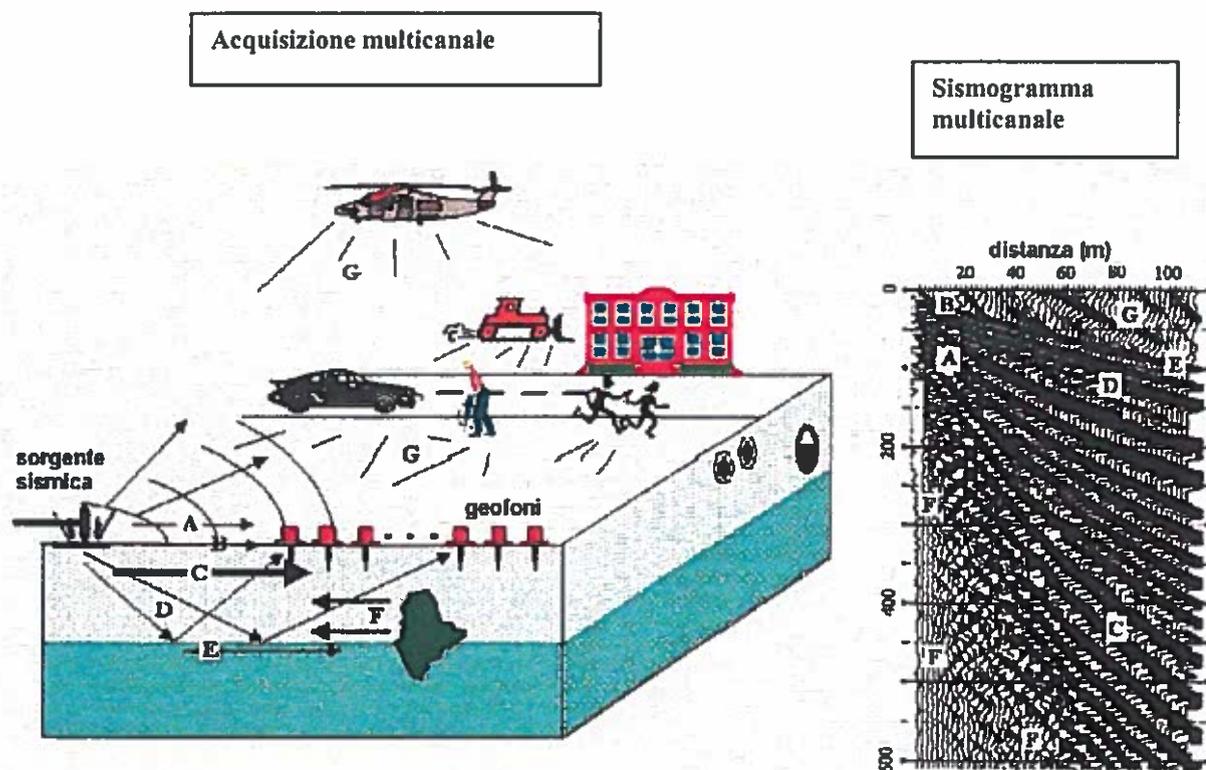
La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x ; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione. E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma. In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N. Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo V_s di inversione.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente. La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a riflessione (CMP). Però alcune regole operative per MASW sono incompatibili con l'ottimizzazione della riflessione. Questa similitudine permette di ottenere, con la procedura MASW, delle sezioni superficiali di velocità che possono essere utilizzate per accurate correzioni statiche dei profili a riflessione. MASW può essere efficace con anche solo dodici canali di registrazione collegati a geofoni singoli a bassa frequenza (<10Hz).



L'illustrazione mostra le proprietà di dispersione delle onde di superficie. Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S (V_s) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

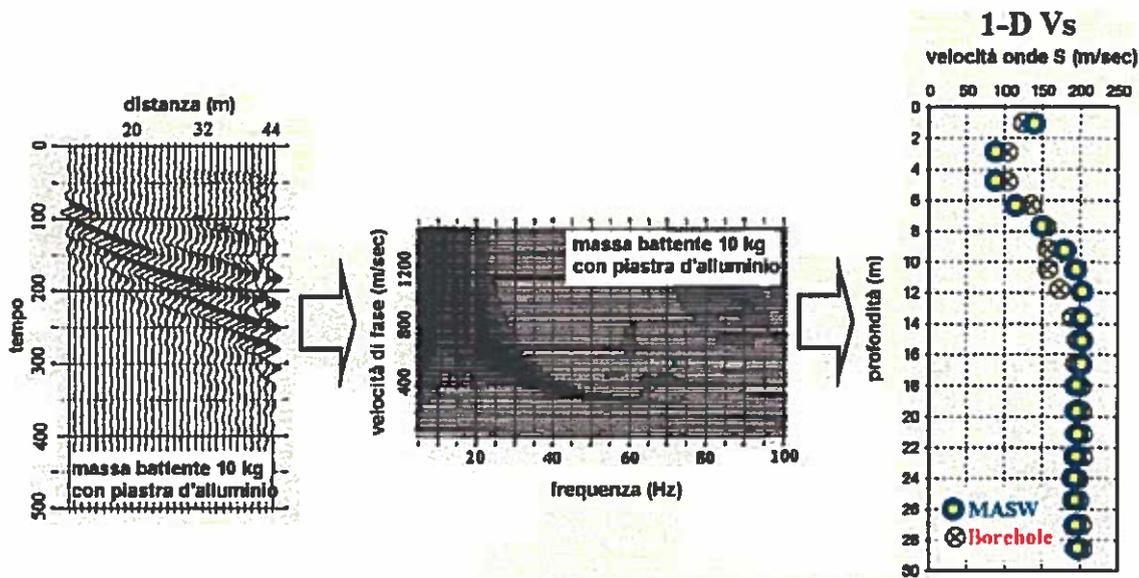
VANTAGGI DELLA REGISTRAZIONE MULTICANALE



- | | |
|-----------------------|----------------------|
| A: onde in aria | E: onde rifratte |
| B: onde dirette | F: onde riverberate |
| C: onde di superficie | G: rumore ambientale |
| D: onde riflesse | |

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di varie e differenti tipi di onde sismiche. Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali. Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili.

DESCRIZIONE GENERALE DELLA PROCEDURA MASW



La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- 1- acquisizione dei dati di campo;
- 2- estrazione della curva di dispersione;
- 3- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità

4 RISULTATI

In ALLEGATO sono riportati i risultati delle prove MASW.

Nel riquadro in alto a sinistra è riportata l'immagine di dispersione dell'energia sismica. Al di sotto è riportata l'estrazione della curva di dispersione eseguita sull'immagine precedente.

Ancora sotto sono riportati i grafici relativi al modello del terreno, sia sotto forma di stratificazione Vs (spezzata di colore blu) che di Modulo di Taglio (spezzata verde). Per il calcolo del modulo di taglio è stata usata una formula approssimata per la valutazione della densità, non nota. La formula utilizzata è la seguente:

$$\text{Densità} = 1,5 + V_s/1000$$

Poiché il valore del modulo di taglio G in MegaPascal si ottiene dalla formula

$$G = V_s \times V_s \times \text{Densità} / 10^3$$

è facile ricalcolare il modulo G esatto quando si disponesse di valori più precisi di densità.

Con una curva di colore rosso è stato tracciato il valore di Vs progressiva.

A destra è visibile il sismogramma mentre in basso è riportato il valore del parametro Vs30 calcolato utilizzando la stratigrafia Vs e la formula

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} h_i / V_i}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i – esimo, per un total e di N strati presenti nei 30 m superiori.

Il sito verrà classificato sulla base del valore di V_{s30} come riportato nella seguente tabella:

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento</i> (con $V_s > 800$ m/s).

Oltre a queste sono riconosciute ulteriori due categorie di suolo:

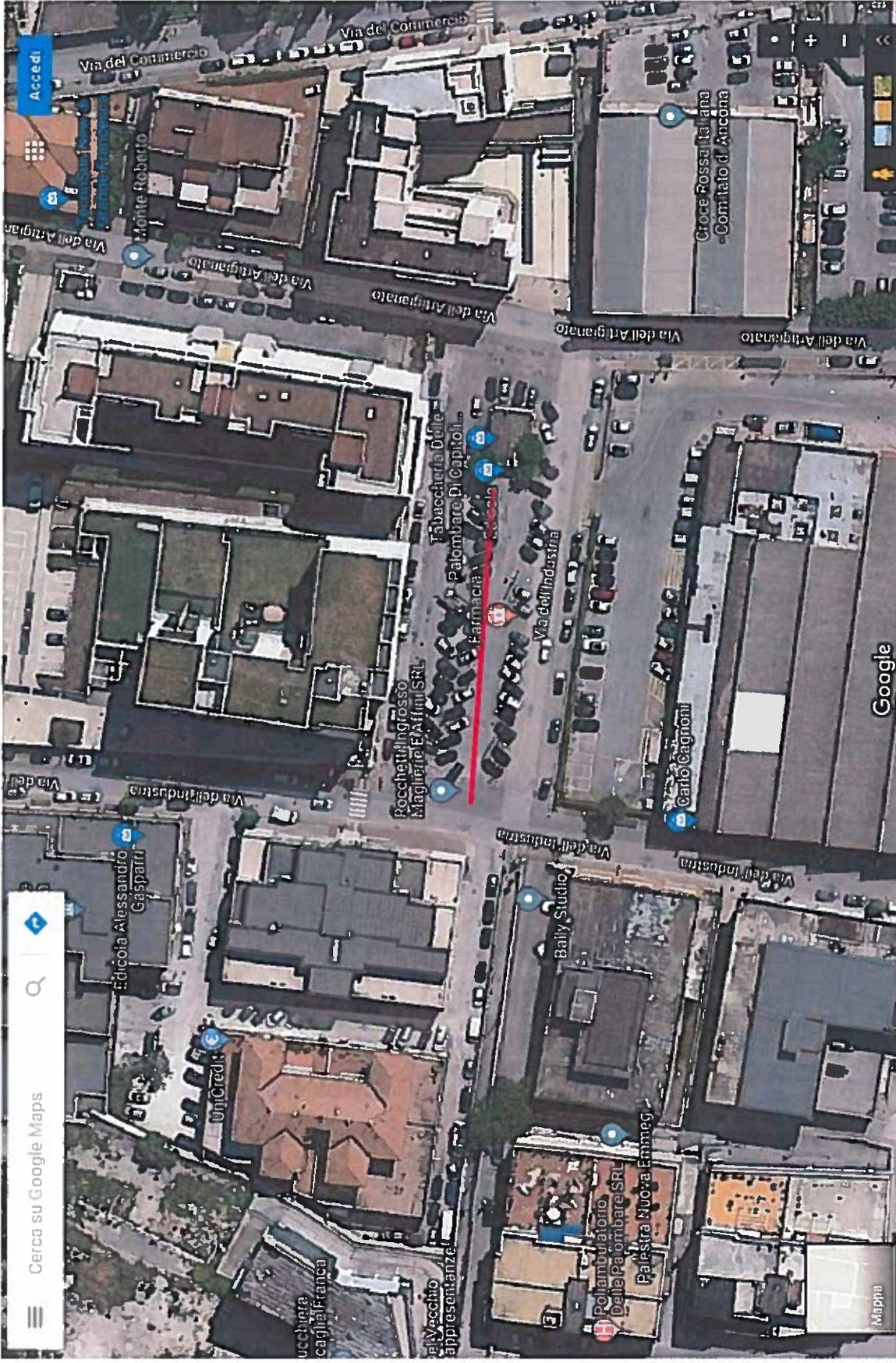
- S1 – Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($IP > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $VS30 < 100$ m/s ($10 < c_u < 20$ kPa).
- S2 – Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

La velocità calcolata è:

$$V_{s30} = 244 \text{ m/sec}$$

TECNOSONDAGGI
di Brugiapaglia Claudio
 Via Abbazia, 39 - 60027 OSIMO (AN)
 Tel. Fax 071 781640
 Cod. Fisc. B88 CLD 68073 A271M
 Part. IVA 01511970426

FOTO AEREA DELL'AREA



Stendimento MASW

Tecnosondaggi

EEG

