

# COMUNE DI ANCONA



INDAGINE GEOGNOSTICA SUI TERRENI DI  
FONDAZIONE INTERESSATI DALLA REALIZZAZIONE  
DI COLOMBARI (SERIE 7-bis), SITI NEL CIMITERO DI  
LOCALITA' TAVERNELLE DEL COMUNE DI ANCONA.

DATA: **Dicembre 2017**

SCALA:

DISEGNATORE:

ARCHIVIO:



CHIARAVALLE (AN) Via Cavour, 38  
Tel. 071/949279 Fax 071/949063  
E-MAIL [m.mosca@fastnet.it](mailto:m.mosca@fastnet.it)

DOTT. MASSIMO MOSCA

TAV.

## INDICE

<b>-1- PREMESSA:</b> .....	2
1.1 Normativa di riferimento relazione geologica-geotecnica .....	3
1.2 Metodologia: .....	3
<b>-2- INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GENERALITA':</b> .....	4
<b>-3- PARAMETRI MECCANICI:</b> .....	7
<b>-4- CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE:</b> .....	8
<b>-5- AZIONE SISMICA (D.M. 14/01/2008):</b> .....	16
<b>-6- CRITERI COSTRUTTIVI:</b> .....	18
<b>-7- PROGETTAZIONE TECNICO-GEOLOGICA – D.M. 14/01/2008:</b> .....	18
7.1 Vita nominale – classi d’uso – periodo di riferimento: .....	18
7.2 Progettazione geotecnica: .....	18
7.3 Portata indicativa dei pali:.....	19
<b>-8- VERIFICHE DI STABILITA':</b> .....	21
<b>-9- CONCLUSIONI:</b> .....	21

### Allegati

- Corografia
- Planimetria scala 1:200 con ubicazione indagini
- Colonna stratigrafica
- Diagramma penetrometrico statico
- Sezione geologica scala 1:200
- Tabulati verifiche di stabilità
- Certificati analisi di laboratorio

**COMUNE DI ANCONA**



**INDAGINE GEOGNOSTICA SUI TERRENI DI FONDAZIONE INTERESSATI DALLA  
COSTRUZIONE DI COLOMBARI (SERIE 7 bis ), IN LOCALITA' TAVERNELLE,  
COMUNE DI ANCONA**

**-1- PREMESSA:**

Su incarico del Comune di Ancona (Det. Dir. N° 2482 del 17/11/2017), abbiamo eseguito una indagine tecnico-geologica nell'area su cui ricadrà la struttura in esame.

Scopo dello studio è quello di definire, tenendo conto anche della normativa sismica (D.M. 14/01/2008):

***IL MODELLO GEOLOGICO:***

- le condizioni geologiche del sito;
- la successione stratigrafica;

***IL MODELLO GEOTECNICO:***

- le proprietà meccaniche dei terreni interessati dagli interventi progettuali;
- i parametri meccanici necessari ad una esatta scelta della tipologia ed al dimensionamento delle opere fondali;

***LA CARATTERIZZAZIONE DELL'OPERA:***

- il tipo di fondazione ottimale in base ai carichi di esercizio verificando che i cedimenti rientrino nei limiti di accettabilità richiesti dalla normativa;
- i criteri di sistemazione idrogeologica (regimazione delle acque superficiali).

### **1.1 Normativa di riferimento relazione geologica-geotecnica**

#### **D.M. 14/01/2008**

Testo Unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni

#### **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008. Circolare 2 febbraio 2009.

#### **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. All. al voto n. 36 del 27/07/2007

#### **Eurocodice 8 (1998)**

#### **Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture**

Parte 5: fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

#### **Eurocodice 7.1 (1997)**

Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali – UNI

#### **Eurocodice 7.2 (2002)**

Progettazione geotecnica: Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI

#### **Eurocodice 7.3 (2002)**

Progettazione geotecnica: Parte II: progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI

#### **Leggi regionali** in materia di pianificazione e di vincolo idrogeologico

**Ordinanze** Autorità di Bacino Nazionale, regionale o interregionale.

#### **D.M. 11/03/1998**

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opera di fondazione.

### **1.2 Metodologia:**

Lo studio ha compreso le seguenti operazioni ed elaborazioni:

- esecuzione di n. 1 prova penetrometrica statica (strumento utilizzato Pagani 63-200kN) ubicata nell'area di sedime del futuro colombario e spinta nel substrato compatto fino alle quote di interesse ;
- esecuzione di N°1 sondaggio a carotaggio continuo spinto nei terreni compatti di fondo con prelievo di campioni caratterizzanti i vari terreni attraversati;
- analisi di laboratorio su campioni rappresentativi;
- esecuzione di un'indagine geofisica mediante una prova MASW per il calcolo del valore Vs30 secondo il DM 14/01/2008;
- elaborazione dati acquisiti, valutazioni, stesura relazione finale.

A fine relazione è riportata una planimetria con l'ubicazione delle prove eseguite sia penetrometrica che stratigrafica, la colonna stratigrafica, il diagramma penetrometrico statico rappresentante la resistenza statica alla penetrazione in funzione della profondità, una sezione geologica con riportata la successione dei terreni rilevata.

## **-2- INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GENERALITA':**

L'area in esame insiste su di un versante, con componente di discesa a N.E. caratterizzato da pendenze medie originarie di circa 10°, modificate, nel tempo, da vari interventi costruttivi.

La stratigrafia locale, rilevata dai dati penetrometrici e dal sondaggio stratigrafico, e' costituita da un substrato geologico plio-pleistocenico di origine marina composto da peliti con intercalazioni millimetriche pelitico- sabbiose in strati sottili; tale substrato compatto è sottostante uno spessore alterato della stessa formazione pliocenica e una copertura detritica limo-argillosa con spessori limitati di circa 1,5-2,0 m.

In particolare la stratigrafia locale può essere così schematizzata:

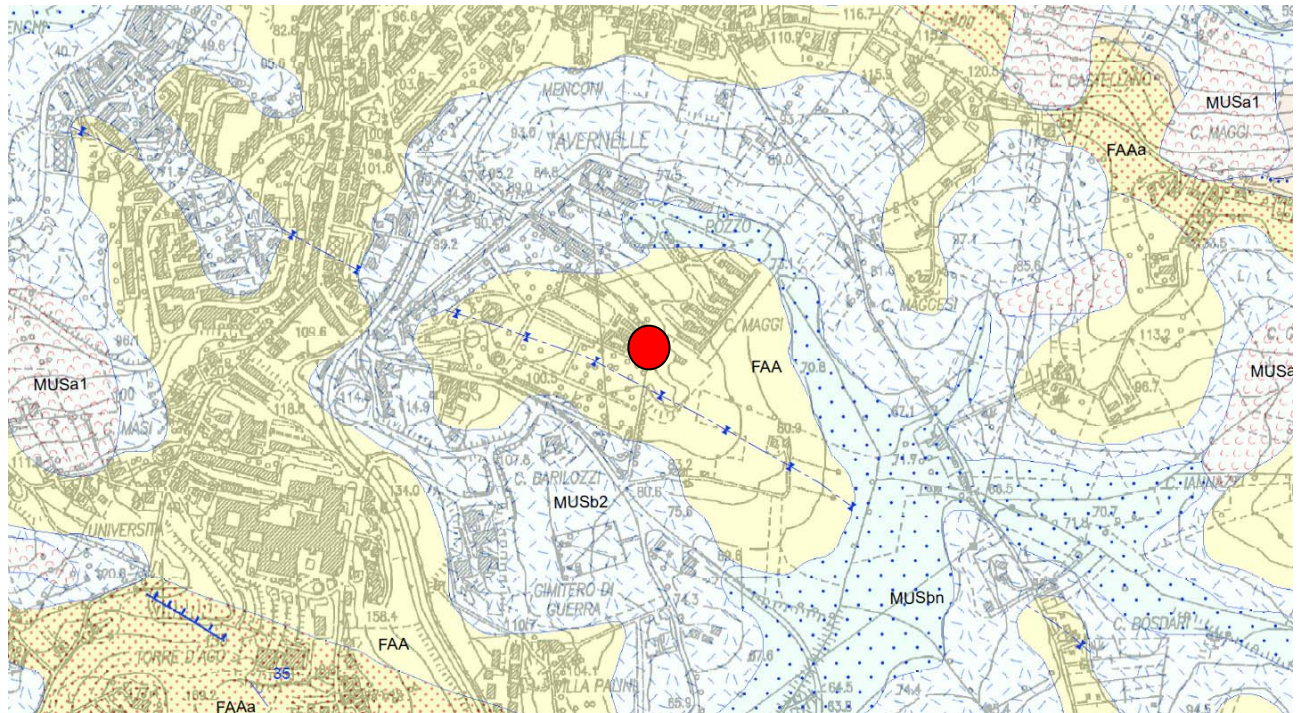
- A - dal p.c. attuale a 1,6-2,0 m., argille limose alterate di superficie - detrito limo-argilloso;
- B - da 1,6-2,0 m. a 4,30-4,90 m., alternanza di argille di media consistenza con livelli limo-sabbiosi intercalati (formazione alterata). Al passaggio tra la formazione alterata a media consistenza ed il substrato compatto, è presente uno spessore di circa 0,8 m. di argille limose meno consistenti;
- C - da 4,30-4,90 m. a fine fori - argille marnose compatte con intercalati strati sabbiosi (substrato compatto).


Al momento dell'indagine, nei fori effettuati, non si sono rilevate infiltrazioni idriche fino alle quote raggiunte dai sondaggi.

Si allegano le tavv. del CARG e del PAI che descrivono la situazione geologica e geomorfologica generale; in particolare nella Tav. del PAI viene evidenziato che nella zona di sedime del futuro manufatto e nel versante sottostante non sono presenti movimenti franosi.

Nel versante con componente di discesa opposto a quello di interesse progettuale ed esterno all'area di progetto, viene evidenziato un movimento franoso (F-14-02040) con grado di pericolosità P2 che non ha alcuna interferenza con l'area in esame.

## STRALCIO CARTA GEOLOGICA REGIONALE CTR



 Area in esame

### LEGENDA GEOLOGICA

#### DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

##### SINTEMA DEL MUSONE

(OLOCENE)

- |   |        |   |
|---|--------|---|
|  | MUSa   | Depositi di versante  |
|  | MUSa1  | Frane in evoluzione   |
|  | MUSa1q | Frane senza indizi di evoluzione  |
|  | MUSb2  | Depositi eluvio-colluviali  |
|  | MUSbn  | Depositi alluvionali terrazzati<br>a) sabbie, sabbie ghiaiose<br>b) sabbie, sabbie limose |
|  | MUSg2a | Depositi di spiaggia attuale<br>sabbie, sabbie ghiaiose                                   |




##### SINTEMA DI MATELICA

(PLEISTOCENE SUPERIORE)

- |   |      |                      |
|---|------|----------------------|
|  | MT1a | Depositi di versante |
|---|------|----------------------|

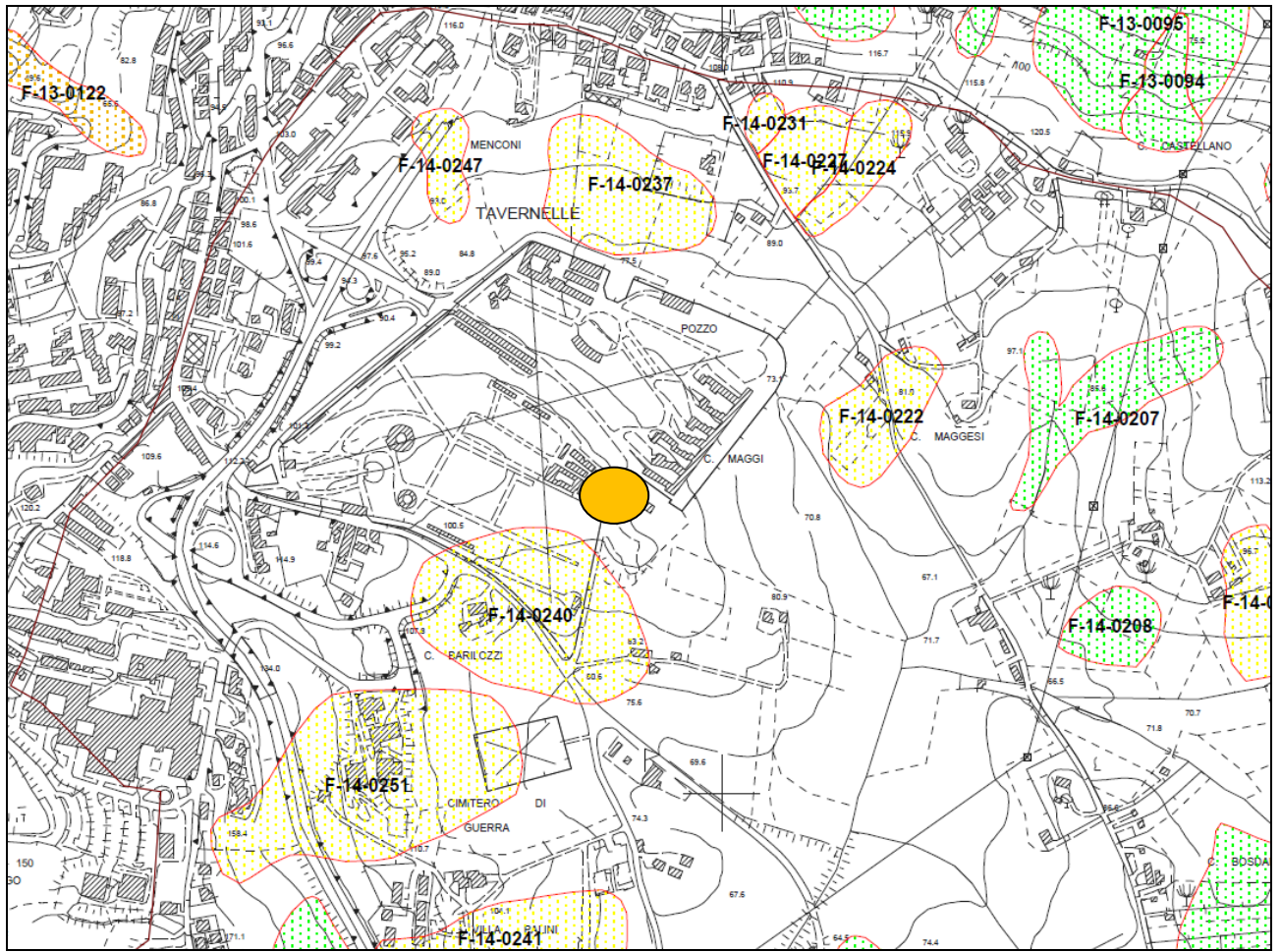
#### SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLA

##### SUCCESSIONE PLIOCENICA

- |   |      |  |
|---|------|--|
|  | FAA  | ARGILLE AZZURRE<br>Pliocene inferiore p.p.(Zanclano)- Pleistocene inferiore - Medio(?) |
|  | FAAa | ARGILLE AZZURRE<br>Litofacies pelitico-arenacea o arenaceo-pelitica                    |
|  | FAAb | ARGILLE AZZURRE<br>Litofacies arenacea   |

STRALCIO TAV. P.A.I. (TAV. RI 32d)

 Area in esame



### -3- PARAMETRI MECCANICI:

Si riportano di seguito, nella tav. allegata, i parametri che caratterizzano le proprietà fisico-meccaniche dei terreni attraversati, dedotti da misure in sito, dalla correlazione con dati bibliografici dalla resistenza statica e da prove di laboratorio.

La distinzione stratigrafica è riportata nello schema precedente (paragr. 2.0):

1

LITOLOGIA	$\varphi$ (GRADI)	$\gamma$ (GR/CMQ)	C (KG/CMQ)	E (KG/CMQ)	CU (T/MQ)
A	18° *	1,9	0,0*	80 *	7 - 10
B	22°-24°*	2,0	0,2*	150-180 *	10 - 12
C	27° *	2,1	0,4*	170-200 *	25

\*dati derivanti da correlazioni con prove in sito.

---

1

$\varphi$ = angolo di attrito;  $\gamma$ = peso di volume; C= coesione; Cu= coesione non drenata. E=modulo edometrico



#### **-4- CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE:**

Ai fini della definizione **dell'azione sismica** viene individuata la categoria di sottosuolo di riferimento, riferendosi alle suddivisioni tabellate nell'ambito della nuova normativa (D.M. 14/01/2008 Tab. 3.2.II e Tab 3.2.III).

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.

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 Reyleigh, 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).

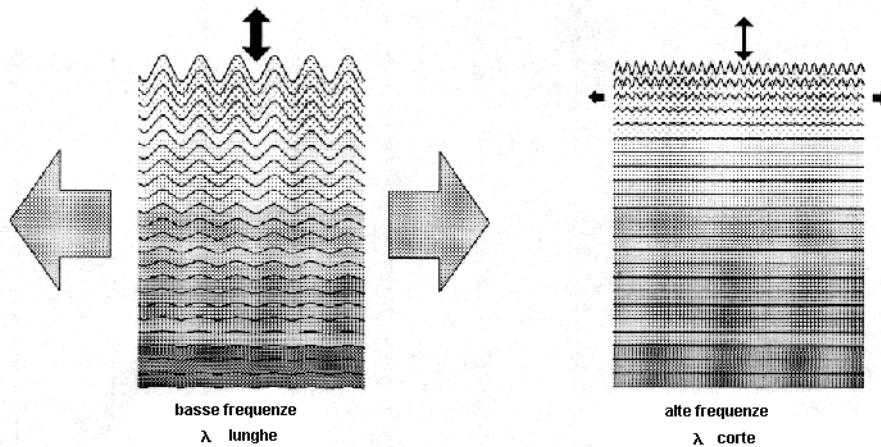
Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

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).

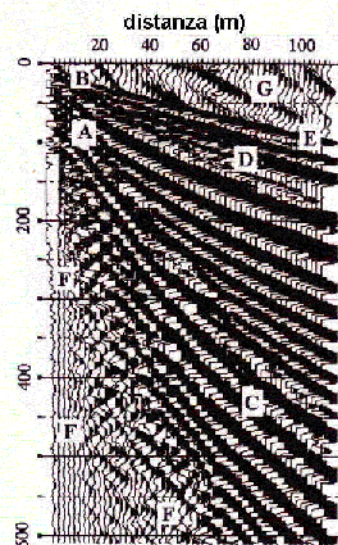
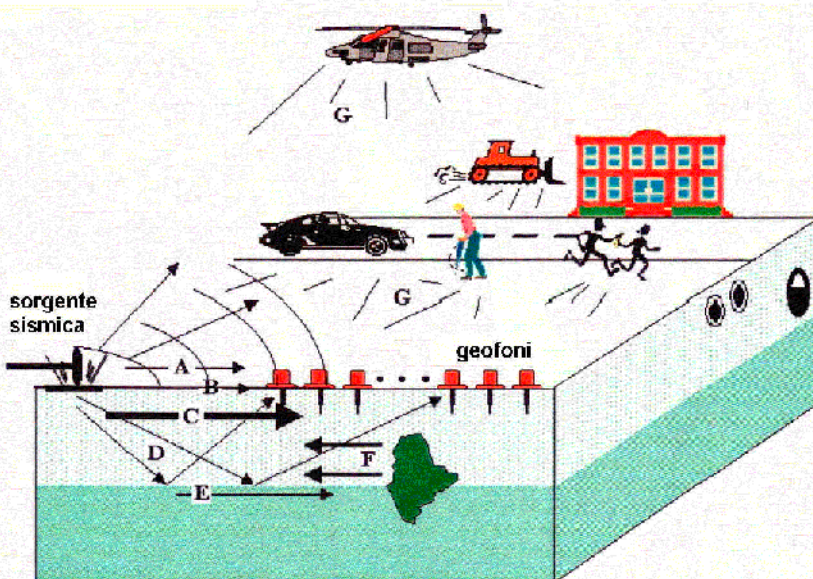


L'illustrazione mostra le proprietà di dispersione delle onde di superficie. Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione 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**

**Acquisizione multicanale**

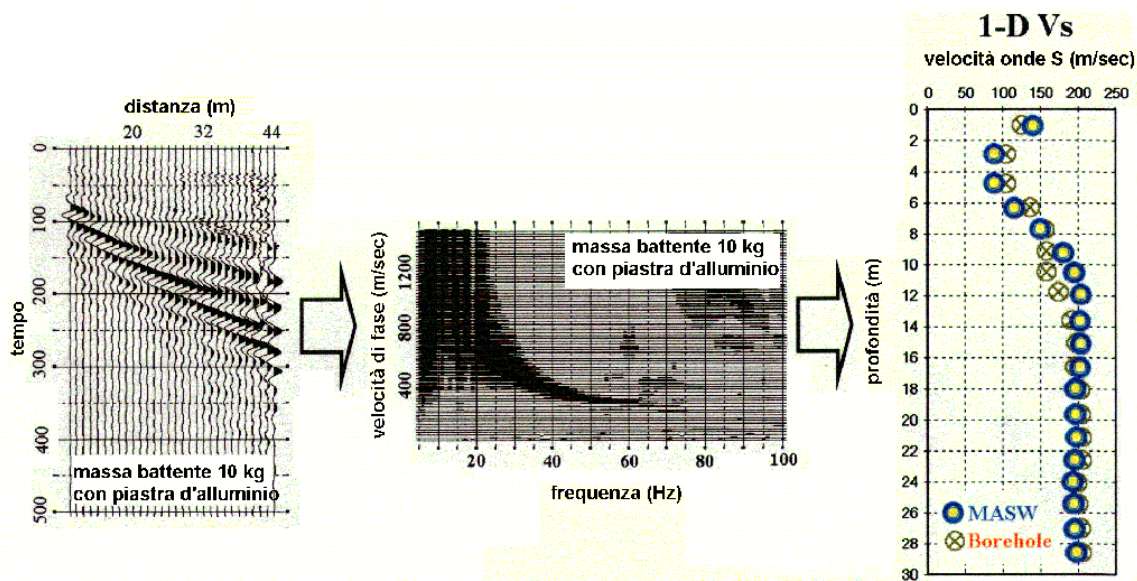
**Sismogramma multicanale**



- 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.

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  $V_s$  (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  $V_s$  progressiva.

A destra è visibile il sismogramma mentre in basso è riportato il valore del parametro  $V_{s30}$  calcolato utilizzando la stratigrafia  $V_s$  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 $V_{s,30}$ 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 $V_{s,30}$ 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 $V_{s,30}$ 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 $V_{s,30}$ 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</i> , posti sul substrato di riferimento (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 ( $10 < cu < 20$  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 dal piano campagna è:

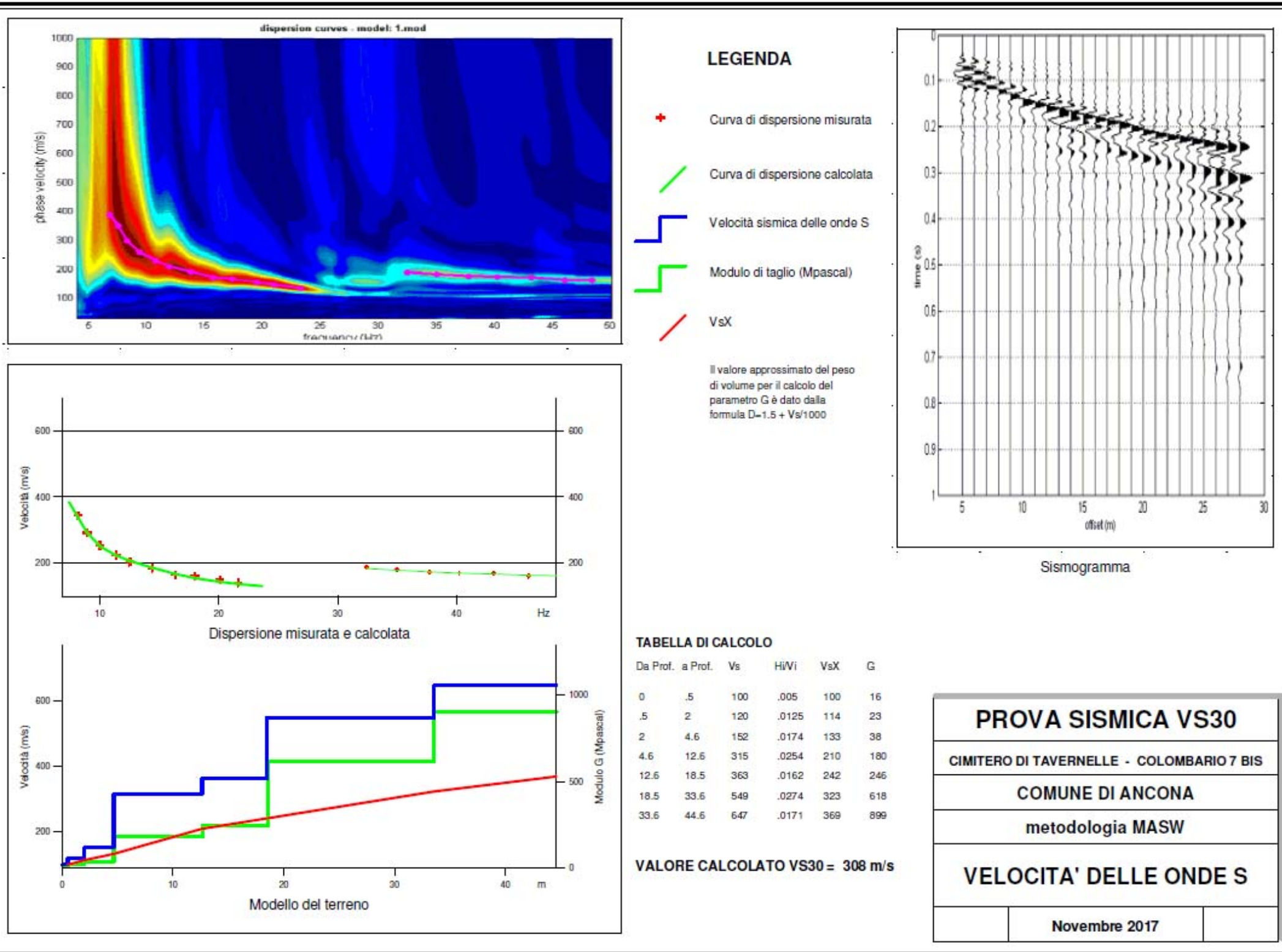
$$V_{S30} = 308 \text{ m/sec}$$

Il terreno presente nell'area in esame, appartiene alla **Categoria "C"** : *C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del  $Vs30$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT30 < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu30 < 250$  kPa nei terreni a grana fina).*

## FOTO AEREA DELL'AREA



Stendimento MASW



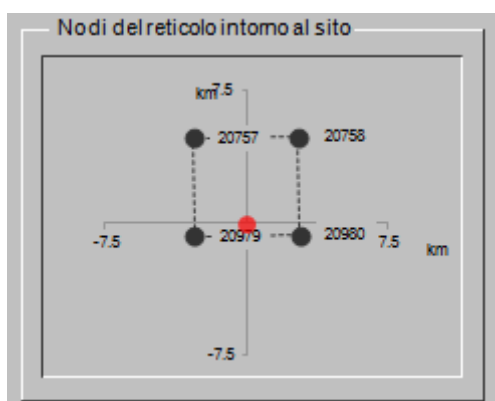


## -5- AZIONE SISMICA (D.M. 14/01/2008):

Al fine di determinare l'azione sismica locale si sono utilizzate le procedure di calcolo relative a:

- ✓ pericolosità sismica di base propria del sito
- ✓ risposta sismica locale

Il valore dell'accelerazione massima attesa su suolo rigido orizzontale  $a_g$  è stato determinato utilizzando il programma "Spettri\_NTC ver.1.0.3.xls" del Consiglio Superiore dei LL.PP.; per il sito in esame si è ottenuto un valore di  $a_g$  **0,174 g**, con tempi di ritorno pari a  $T_R$  475 anni.



Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	Fo	Tc' [s]
Operatività (SLO)	30	0,043	2,455	0,277
Danno (SLD)	50	0,057	2,562	0,276
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,174	2,454	0,295
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,229	2,488	0,308
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

La **risposta sismica locale** è data dal prodotto di due coefficienti  $S_S$  e  $S_T$  (tab. 3.2.V):

$$S = S_S \times S_T$$

dove:

$S_S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica

$S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica

L'amplificazione stratigrafica è funzione della categoria di sottosuolo, l'amplificazione topografica è funzione della morfologia dei luoghi (la categoria di sottosuolo caratteristica dell'area in esame è la **C** [tab.3.2.II], la categoria topografica essendo l'area pianeggiante è **T1** "*Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$* " [tab. 3.2.VI]).

Di conseguenza i coefficienti da attribuire al terreno in esame sono:

$$S_S = 1,7 - 0,6 \times 2,454 \times \frac{0,174}{0,98} = 1,44$$

$$S_T = 1$$

Da cui si evince che  $S = 1,44 \times 1 = 1,44$

Ne deriva che l'**accelerazione massima attesa** è:

$$a_{\max} = S \times a_g = 1,44 \times 0,174 = 0,25 \text{ g}$$

## **-6- CRITERI COSTRUTTIVI:**

Esaminata la successione stratigrafica locale con terreni superficiali a caratteristiche meccaniche medie e le caratteristiche costruttive del manufatto (colombario cimiteriale), è possibile affermare che l'area è edificabile mediante *fondazioni profonde (pali)* spinte ed immerse nei terreni del substrato compatto presente da circa 4,3÷4,9 m. dal p.c. attuale in poi. La lunghezza ipotizzabile dei pali sarà di 12 m. dal p.c. attuale, definibile in dettaglio dall'ingegnere in funzione delle esigenze progettuali.

La scelta della tipologia di fondazioni profonde è legata alla necessità di non sovraccaricare direttamente i terreni più superficiali che potrebbero avere comportamenti differenziali nei confronti dei carichi futuri.

## **-7- PROGETTAZIONE TECNICO-GEOLOGICA – D.M. 14/01/2008:**

### **7.1 Vita nominale – classi d'uso – periodo di riferimento:**

Il progetto è finalizzato alla costruzione di un colombario cimiteriale (tipo di costruzione 2); la vita nominale delle strutture è pari a  $V_n \geq 50$  anni; la classe d'uso in presenza di azioni sismiche è classe II con relativo coefficiente d'uso  $CU = 1,0$ . Il periodo di riferimento per l'azione sismica è  $V_r = V_n \times CU = 50$  anni.

### **7.2 Progettazione geotecnica:**

Sulla base della nuova normativa (D.M. 14/01/2008) si sono definiti i criteri per le verifiche di sicurezza agli stati limite ultimi (SLU) e le analisi alle condizioni di esercizio (SLE).

Si è valutato l'effetto delle azioni (A), delle resistenze (R) e dei parametri geotecnici del terreno (M) utilizzando i coefficienti parziali definiti nella legge. La combinazione dei coefficienti parziali dà luogo a 2 approcci progettuali (*Approccio 1 e Approccio 2*). L'approccio 2 scelto in questa fase, progettista, tiene conto di un dimensionamento sia strutturale che geotecnico: ***Approccio 2: (A1 + M1 + R3)***

Dove:

A1= coeff. parziali per le azioni

M1= coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

R3 = coeff. parziali per le verifiche agli stati limite ultimi

Tale scelta rappresenta un dato orientativo preliminare; sarà il progettista a confermare, in fase di calcolo esecutivo, tale scelta e definire un approccio definitivo.

### 7.3 Portata indicativa dei pali:

Si fornisce il calcolo indicativo della portanza delle fondazioni profonde, al fine di dare all'ingegnere progettista un dato orientativo di base da utilizzare poi nel dimensionamento delle opere fondali e nel calcolo geotecnico specifico di sua competenza.

Il carico ammissibile sulle fondazioni profonde può essere definito, considerando i parametri geotecnici in termini di sforzi totali, mediante la formula riportata di seguito. In base ai contenuti del D.M. del 14/01/2008 viene calcolata la resistenza dei pali soggetti a carichi assiali scegliendo l'Approccio 2 (A1+M1+R3):

$$R_d = \left( \frac{A \cdot (9 \cdot C_u / 1 + h \cdot \gamma / 1)}{\zeta_{3-4}} / \gamma_b + \frac{3,14 \cdot d \cdot (L_1 \cdot a_1 \cdot C_u / 1 + \dots L_n \cdot a_n \cdot C_u / 1)}{\zeta_{3-4}} / \gamma_s \right) - h \cdot \gamma_c \cdot A;$$

dove:

A = area del fusto del palo;

Cu/1 = coesione non drenata ridotta in funzione del coeff. Parziale M1 (Tab. 6.2.II D.M. 14/01/2008);

$\gamma$  = peso di volume ridotto in funzione del coeff. Parziale M1 (Tab. 6.2.II D.M. 14/01/2008);

$\gamma_c$  = densità del c.a.;

h = altezza del palo;

d = diametro del palo;

L = lunghezza ridotta;

a1-an = coeff. di riduzione (f) Cu. (Caquot-Kerisel);

$\gamma_b, \gamma_s$  = coeff. Parziali applicati al valore (Tab. 6.4.II D.M. 14/01/2008).

$\zeta_3$  = fattori di correlazione medio applicati al valore (tab 6.4.III-6.4.IV- 6.4.V D.M. 14/01/2008)

$\zeta_4$  = fattori di correlazione minimo applicati al valore (tab 6.4.III-6.4.IV- 6.4.V D.M. 14/01/2008)

**L'attrito sul fusto del palo** è stato calcolato considerando nullo l'apporto dei terreni detritici più superficiali, con spessori medi di **2,0 m**. (vedi sezione allegata).

## CALCOLO PALO TIPO

Il calcolo viene effettuato su due verticali di indagine (cap. 6 NTC D.M. 14/01/2008) : verticale in coincidenza della stratigrafia CPT1 e verticale in coincidenza della stratigrafia S.1:

### *Resistenza nominale*

#### Calcolo indicativo palo D. 500 a - 12 m. di profondità dal p.c.- stratigrafia tipo CPT1:

$$R_n = 0,19 \cdot (9,25/1 + 12,2,1/1) + 3,14 \cdot 0,5 \cdot (2,3,0,35 \cdot 12/1 + 7,7,0,25 \cdot 25/1) = 47,53 + 90,71 \text{ t/palo}$$

#### Calcolo indicativo palo D. 500 a - 12 m. di profondità dal p.c. - stratigrafia tipo S.1:

$$R_n = 0,19 \cdot (9,25/1 + 12,2,1/1) + 3,14 \cdot 0,5 \cdot (2,9,0,35 \cdot 12/1 + 7,1,0,25 \cdot 25/1) = 47,53 + 88,79 \text{ t/palo}$$

### *Resistenza caratteristica*

$$R_k (\text{min}) = \frac{R_n}{\zeta_4} = \frac{47,53}{1,55} + \frac{88,79}{1,55} = 30,66 + 57,28 = 87,94 \text{ t/palo}$$

$$R_k (\text{med}) = \frac{R_n}{\zeta_3} = \frac{47,53}{1,65} + \frac{89,75}{1,65} = 28,80 + 54,39 = 83,19 \text{ t/palo}$$

con  $\zeta_4 = 1,55$  e  $\zeta_3 = 1,65$  (fattori di correlazione Tab. 6.4.IV DM 14/1/2008)

Il valore minimo è costituito da  $R_k (\text{med}) = 83,19 \text{ t/palo}$ ; si valuta il valore della resistenza di progetto che è pari a  $R_c/\gamma_r$ :

Dove:  $\gamma_r (\gamma_b + \gamma_s) =$  coeff. parziali di riduzione della resistenza

### *Resistenza di progetto*

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_r} - h \cdot \gamma_c \cdot A; = \frac{28,80}{\gamma_b} + \frac{54,39}{\gamma_s} - 5,7 = 21,33 + 47,29 - 5,7 = 62,92 \text{ t/palo}$$

con  $\gamma_b = 1,35$  e  $\gamma_s = 1,15$  (Tab. 6.4.II DM 14/1/2008)

## **-8- VERIFICHE DI STABILITA':**

Al fine di valutare la stabilità dell'area interessata dall'intervento in oggetto, si sono prese come ipotesi di calcolo:

- le caratteristiche geometriche del pendio;
- la stratigrafia rilevata;
- le superfici critiche determinate correlando i punti di minima resistenza (vedi sezione allegata) passanti sotto la base dei pali; viene verificata tale ipotesi in quanto le superfici poste a quote superiori intersecano il fusto dei pali, il cui dimensionamento è competenza dell'ingegnere progettista;
- i parametri geotecnici dei terreni, riportati nello schema allegato;
- assenza della falda.

Si sono ricavati valori del coefficiente di sicurezza, per le superfici teoriche (vedi tav. allegata), superiori al valore di 1,1 previsto nelle nuove norme (D.M. 14 gennaio 2008) come coefficiente minimo di resistenza per la verifica allo scorrimento, secondo la metodologia degli stati limiti ultimi. La verifica della stabilità globale è stata effettuata secondo l'Approccio 1, combinazione (A2+M2+R2).

## **-9- CONCLUSIONI:**

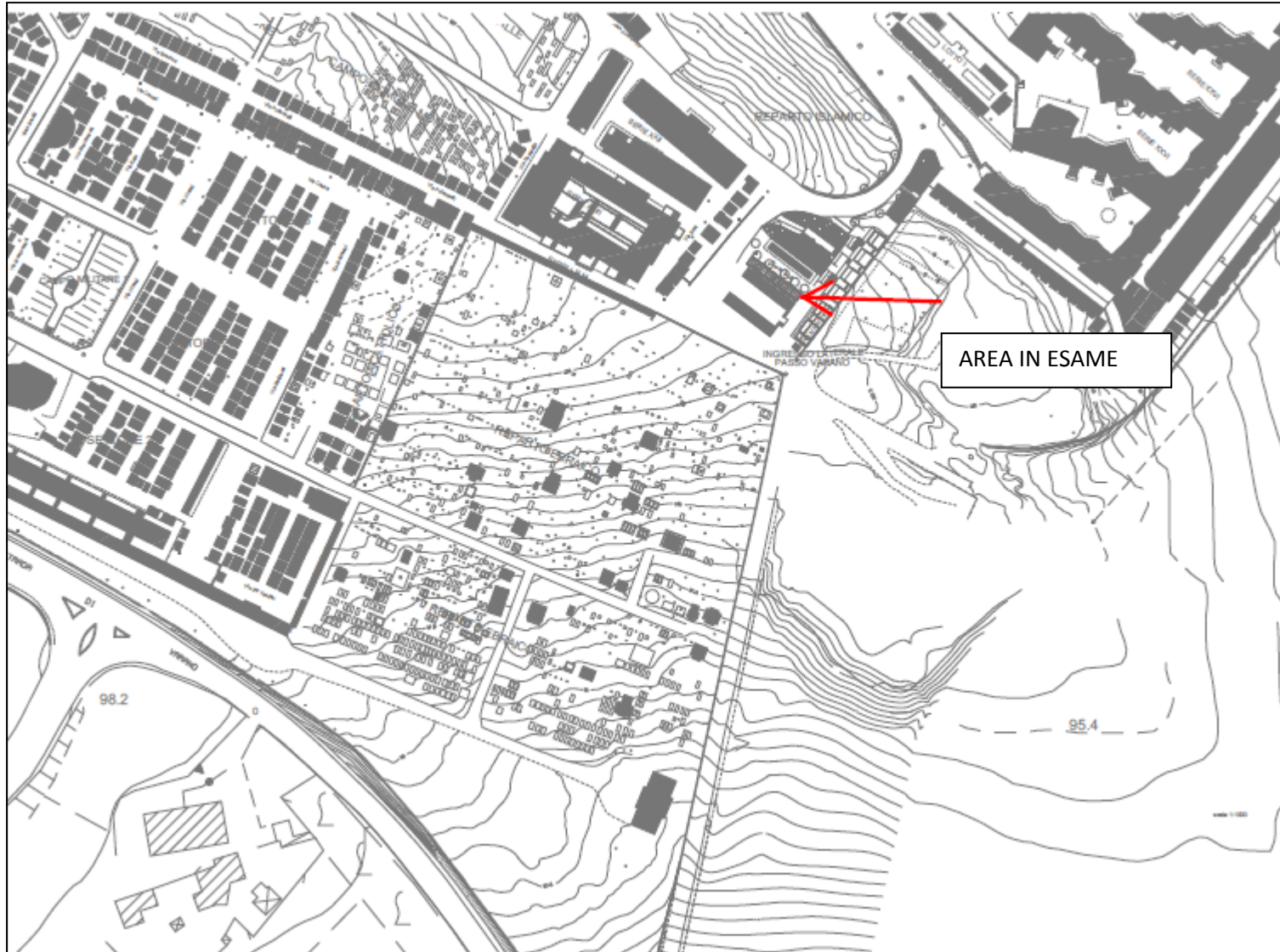
Esaminata la successione stratigrafica locale con terreni superficiali a caratteristiche meccaniche medie e le caratteristiche costruttive del manufatto (colombario cimiteriale), è possibile affermare che l'area è edificabile mediante *fondazioni profonde (pali)* spinte ed immorsate nei terreni del substrato compatto presente da circa 4,3÷4,9 m. dal p.c. attuale in poi. La lunghezza ipotizzabile dei pali sarà di 12 m. dal p.c. attuale, definibile in dettaglio dall'ingegnere in funzione delle esigenze progettuali.

La velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, entro i primi trenta metri di terreno, è pari a  $V_{s30}$  **308 m/s**.

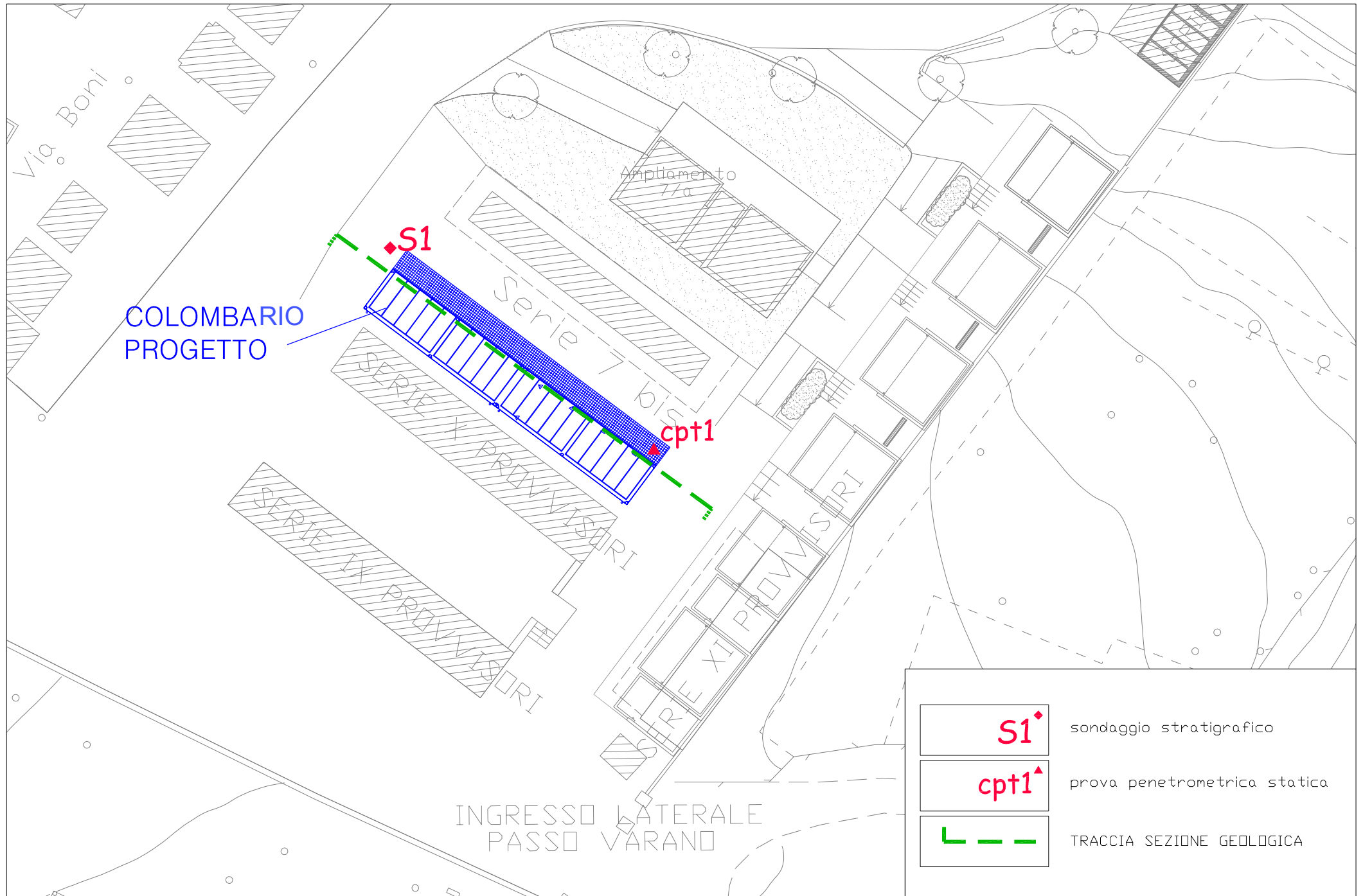
Di conseguenza il terreno presente nell'area in esame, in funzione della normativa vigente (D.M. 14/01/2008 Tab. 3.2.II e Tab 3.2.III) appartiene alla **Categoria "C"** : *Depositi di terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m., caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < N_{SPT} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < C_{u30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).*

**Chiaravalle, dicembre 2017**

# COROGRAFIA



# planimetria scala 1:200





# STUDIO MOSCA

Geologia

CHIARAVALLE (AN) Via Cavour, 38  
Tel. 071/949279 - Fax. 071/949063

## SONDAGGIO N°: S1

Data: 20-11-2017



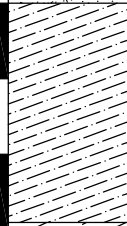
Committente: **Comune di Ancona**

Lavoro: **realizzazione colombaio**

Cantiere: **Cimitero -Tavernelle**

Sistema di perforazione: **Rotazione**

Diametro: **101** Quota:

Profondità	Stratigrafia	Camp. Prof. Camp.	Descrizione terreno	Cu Kg/cmq.	Pocket Penetrometer qu - Kg/cmq. — qu min. — qu max.
0.6			Terreno vegetale limo-argilloso marrone chiaro con rari elementi ghiaiosi		
1			Argilla marrone e grigia con presenza di patinee piccoli noduli carbonatici . Presenza di apparati radicali.		
2.0		■ -1.8m.			
3			Argilla nocciola stratificata con livelli sabbiosi sub centimetrici grigio chiaro talora ossidati (ocracei)		
4					
4.9					
6					
7			Argilla grigia e nocciola ben stratificata compatta con intercalazione di livelli sabbiosi sottili. A tratti argilla grigio piombo.		
8					
9					
10		■ -10m.			
11					
12					
13					
14					
15		■ -15m.	FINE SONDAGGIO		
16					
17					
18					
19					
20					

NOTE:	MISURA FALDA ACQUIFERA			INFILTRAZIONI IDRICHE
	Data:	Profondità:	Quota rivestimento:	Profondità:
	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____

# STUDIO MOSCA

Geologia

CHIARAVALLE (AN) Via Cavour, 38  
Tel. 071/949279 - Fax. 071/949063

## SONDAGGIO N°: S1

Data: 06/07/2005

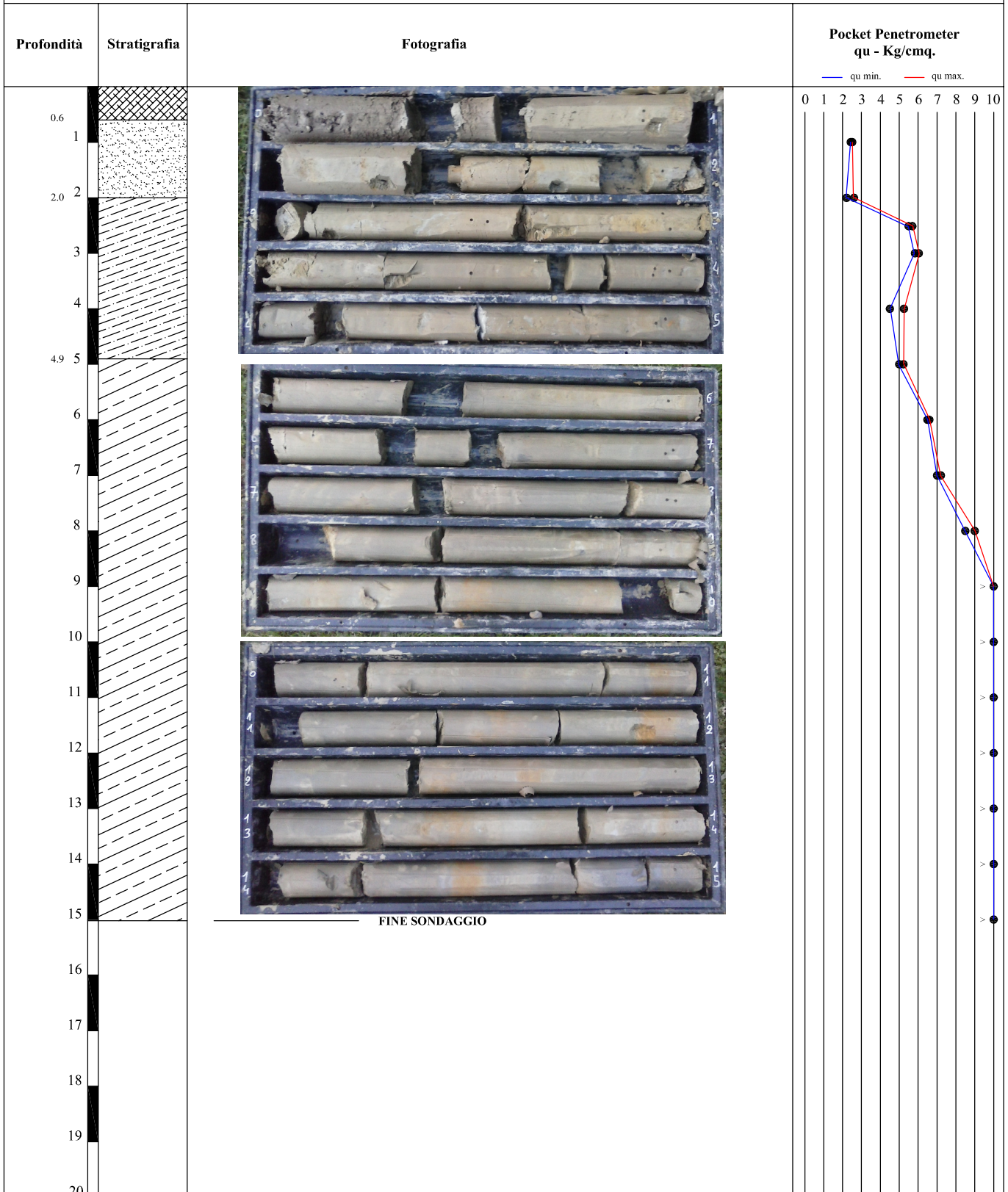
Committente: **Comune di Ancona**

Lavoro: **realizzazione colombario**

Cantiere: **Cimitero -Tavernelle**

Sistema di perforazione: **Rotazione**

Diametro: **101** Quota:



NOTE:

MISURA FALDA ACQUIFERA

INFILTRAZIONI IDRICHE

Data:	Profondità:	Quota rivestimento:	Profondità:
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

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

Committente: COMUNE ANCONA  
Cantiere: CIMITERO TAVERNELLE  
Località: ANCONA

Data: 22/11/2017

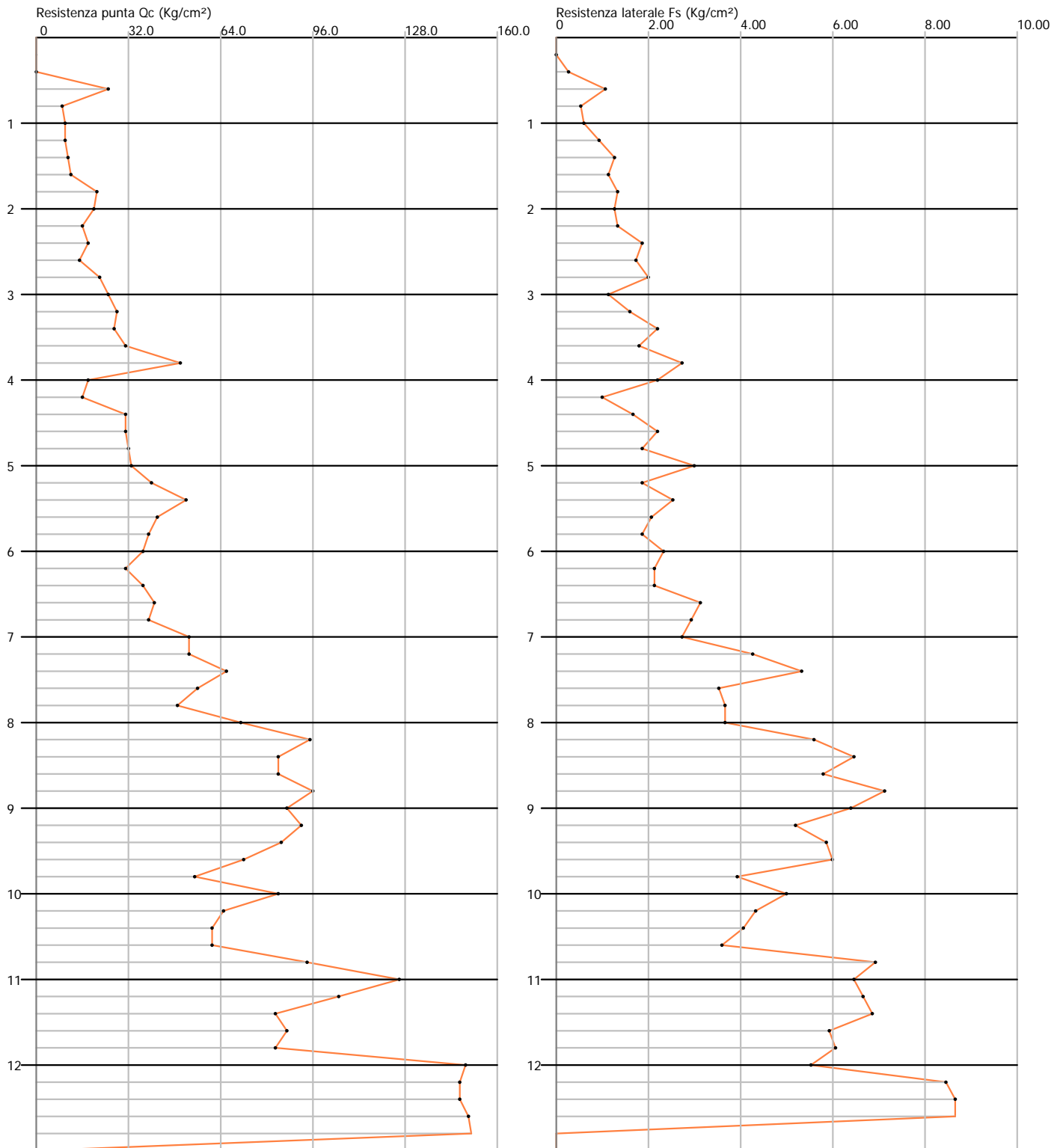
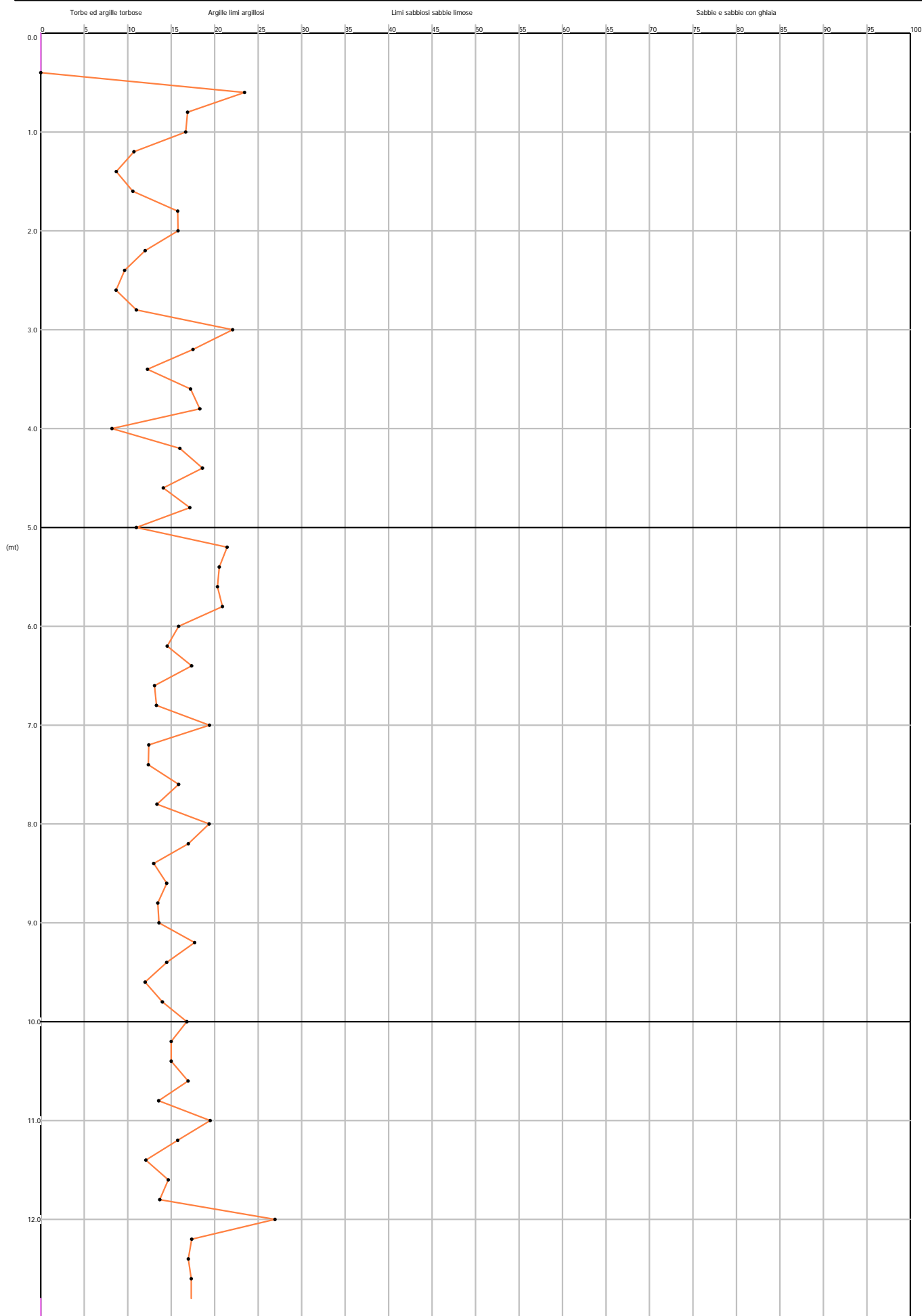
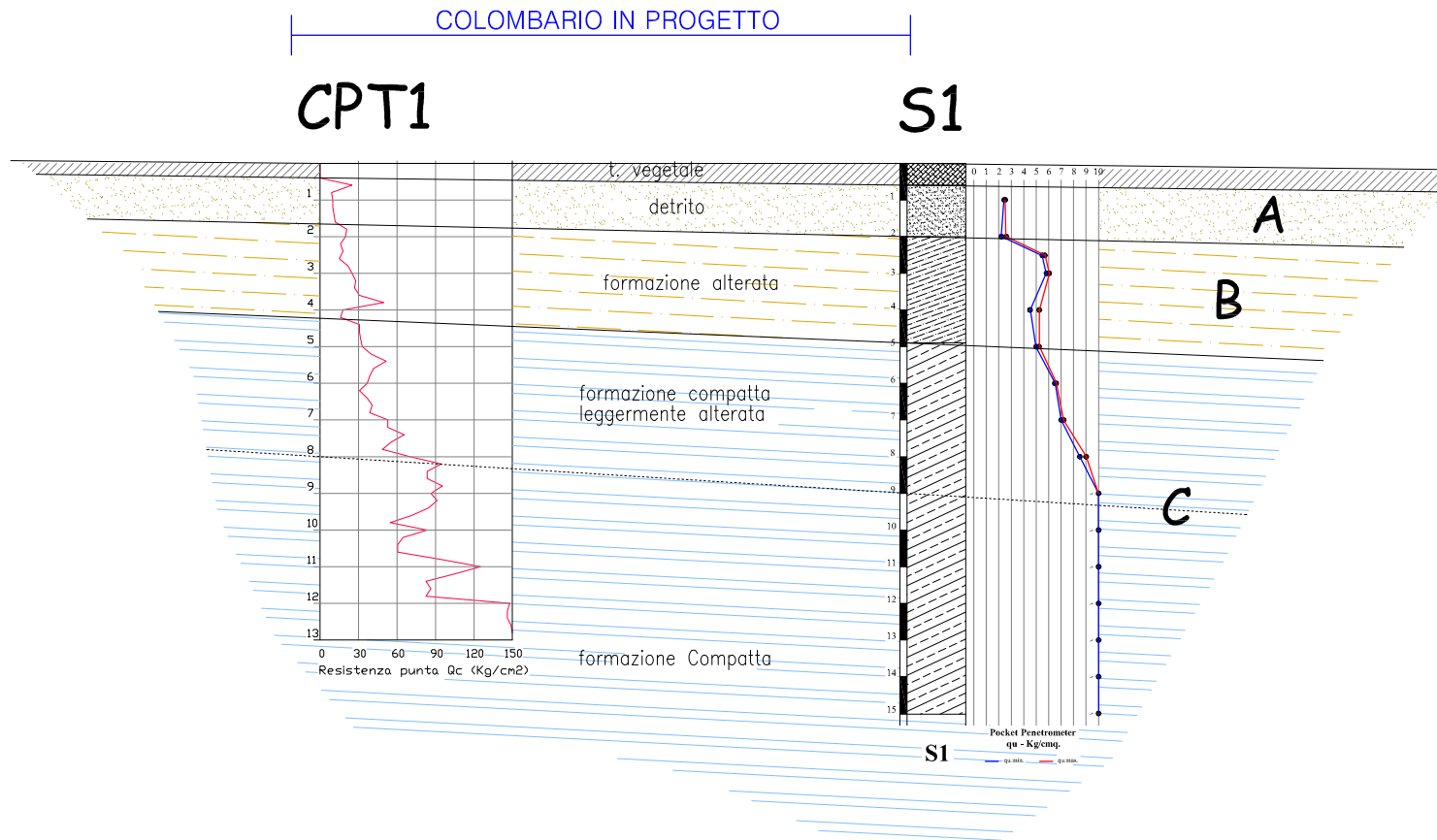


GRAFICO PROFONDITA' / VALUTAZIONI LITOLOGICHE (A.G.I. 1977)  
PROVA: Nr.1






# SEZIONE GEOLOGICA scala 1:200

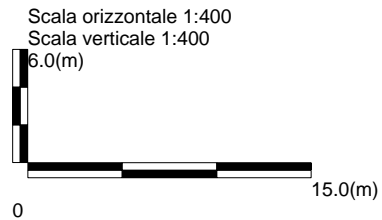
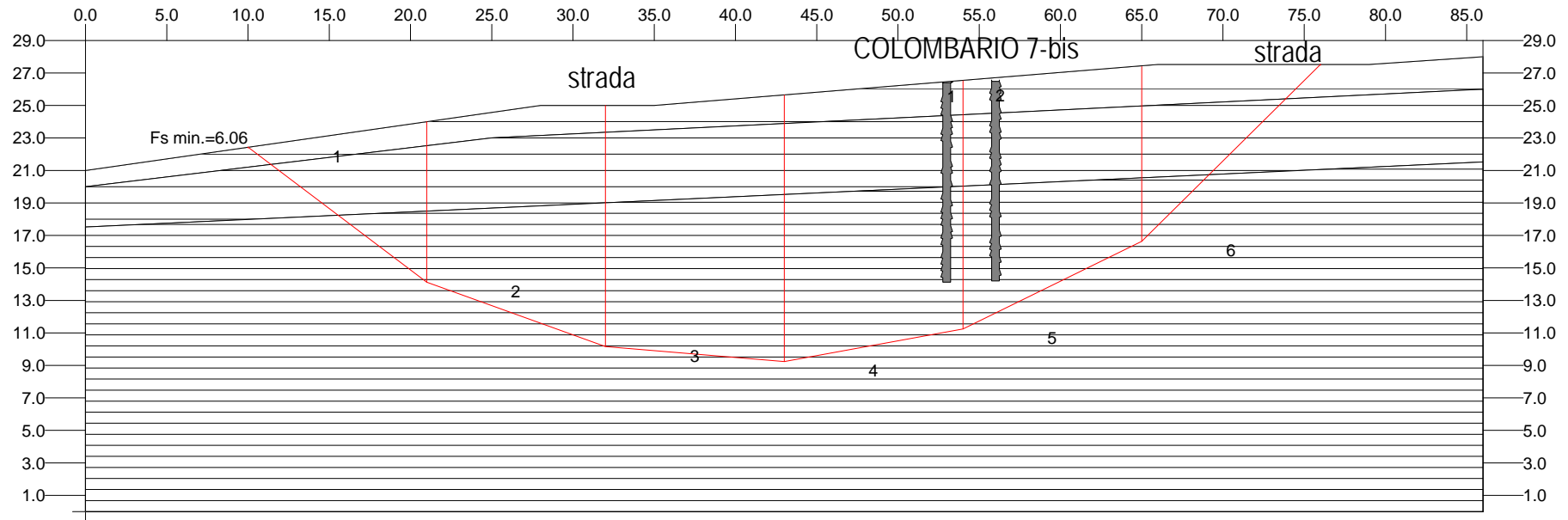


## **Verifiche di stabilita'**

SEZIONE LONGITUDINALE AL VERSANTE  
(superficie di scorrimento ipotetica passante sotto la base dei pali)

LEGENDA:

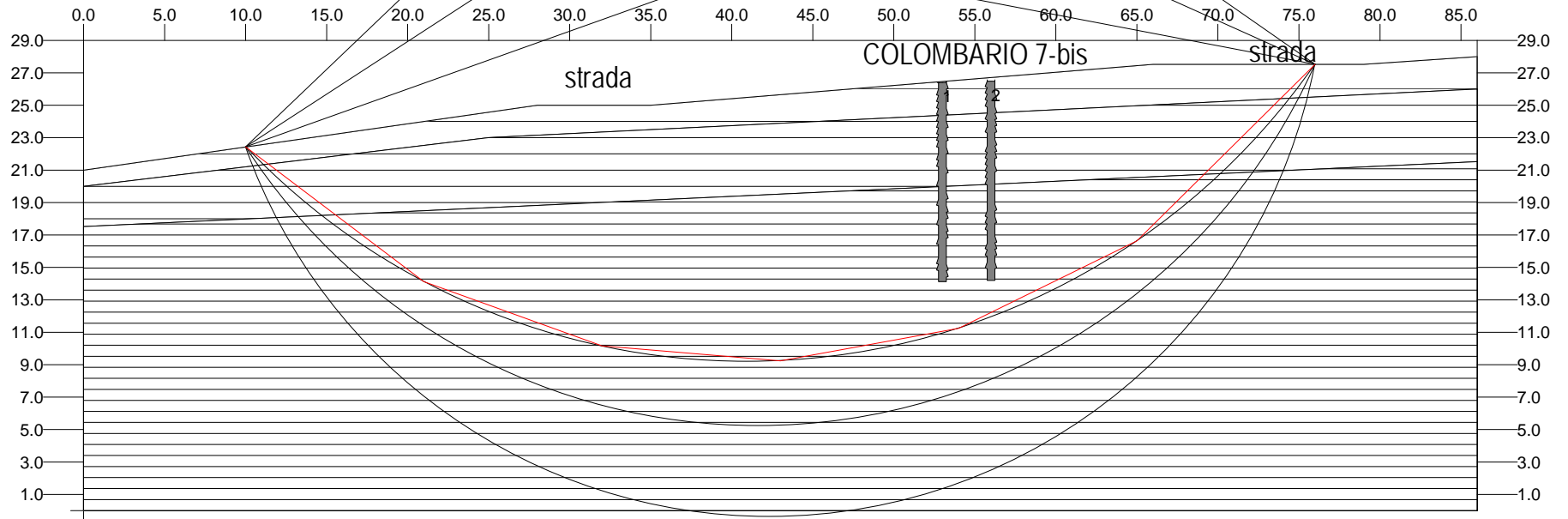
-  Argilla poco consistente
-  Argilla mediamente consistente
-  Argilla molto consistente



SEZIONE LONGITUDINALE AL VERSANTE  
(superficie di scorrimento passante sotto la base dei pali)

LEGENDA:

- Argilla poco consistente
- Argilla mediamente consistente
- Argilla molto consistente





Committente: comune ANCONA

Località: cimitero Tavernelle

Data: dic.2017

Riferimenti: nuovo colombario 7-bis

**Analisi di stabilità: riepilogo generale delle superfici verificate**

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C(kg/cm <sup>2</sup> )	du (m)	
1	7.411	Bishop semplificato	1	10	22.429											
			21	7.078	18.88	-54.4	93.07	190299.9	0	0	0	22.2	0.32	0		
			2	32	1.244	12.45	-27.9	223.73	458699.2	0	0	0	22.2	0.32	0	
			3	43	-0.335	11.11	-8.2	273.55	561768.8	0	0	0	14.6	0	0	
			4	54	1.712	11.19	10.5	279.402	575188.8	0	0	0	22.2	0.32	0	
			5	65	8.235	12.79	30.7	242.026	496209.1	0	0	0	22.2	0.32	0	
2	6.707	Bishop semplificato	6	76	27.5	22.18	60.3	105.515	214389.9	0	0	0	22.2	0.32	0	
			10	22.429												
3	6.061	Bishop semplificato	1	21	11.4	15.58	-45.1	69.299	139479.9	0	0	0	22.2	0.32	0	
			2	32	6.511	12.04	-24	170.989	347819.3	0	0	0	22.2	0.32	0	
			3	43	5.289	11.07	-6.3	213.65	437469.4	0	0	0	22.2	0.32	0	
			4	54	7.355	11.19	10.6	217.432	443959.3	0	0	0	22.2	0.32	0	
			5	65	13.391	12.55	28.8	182.629	371469.7	0	0	0	22.2	0.32	0	
			6	76	27.5	17.89	52.1	77.155	156639.9	0	0	0	22.2	0.32	0	
			10	22.429												
			1	21	14.126	13.78	-37	54.306	109450	0	0	0	22.2	0.32	0	
			2	32	10.142	11.7	-19.9	136.022	276209.3	0	0	0	22.2	0.32	0	
			3	43	9.251	11.04	-4.6	171.885	349689.6	0	0	0	22.2	0.32	0	
			4	54	11.248	11.18	10.3	174.23	353869.7	0	0	0	22.2	0.32	0	
			5	65	16.621	12.24	26	143.452	288310.0	0	0	0	22.2	0.32	0	
6	76	27.5	15.47	44.7	59.391	117369.9	0	0	0	17.9	0.16	0				

<i>Superf.</i>	<i>F<sub>s</sub> minimo</i>	<i>Metodo di calcolo</i>	<i>Concio</i>	<i>X base m</i>	<i>Y base m</i>	<i>Lunghez za m</i>	<i>Inclina zione °</i>	<i>Volume mc</i>	<i>Peso kg</i>	<i>Altezza falda m</i>	<i>Carichi N</i>	<i>Carichi T</i>	<i>Phi (°)</i>	<i>C(kg/cm du (m)</i>
----------------	---------------------------------	--------------------------	---------------	---------------------	---------------------	-------------------------	----------------------------	----------------------	----------------	----------------------------	----------------------	----------------------	----------------	---------------------------

### LEGENDA

Carichi N= Carichi normali (kg)

Carichi T= Carichi tangenziali (kg)

Phi= Angolo di resistenza al taglio (°)

C= Coesione (kg/cmq)

Accelerazione sismica orizzontale (g):..... 0.17

Coefficiente beta.....: 0.24

Accelerazione sismica verticale (g):..... 0.09

STUDIO MOSCA

CAVOUR N. 38-CHIARAVALLE (AN)-071/949279

Committente: comune ANCONA

Località: cimitero Tavernelle

Data: dic.2017

Riferimenti: nuovo colombario 7-bis

### Analisi di stabilità: riepilogo delle superficie con coefficiente di sicurezza minimo

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C(kg/cm <sup>2</sup> )	du (m)
3	6.061	Bishop semplificato		10	22.429										
			1	21	14.126	13.78	-37	54.306	109450	0	0	0	22.2	0.32	0
			2	32	10.142	11.7	-19.9	136.022	276209.3	0	0	0	22.2	0.32	0
			3	43	9.251	11.04	-4.6	171.885	349689.6	0	0	0	22.2	0.32	0
			4	54	11.248	11.18	10.3	174.23	353869.7	0	0	0	22.2	0.32	0
			5	65	16.621	12.24	26	143.452	288310.0	0	0	0	22.2	0.32	0
			6	76	27.5	15.47	44.7	59.391	117369.9	0	0	0	17.9	0.16	0

#### LEGENDA

Carichi N= Carichi normali (kg)

Carichi T= Carichi tangenziali (kg)

Phi= Angolo di resistenza al taglio (°)

C= Coesione (kg/cm<sup>2</sup>)

Accelerazione sismica orizzontale (g):..... 0.17

Accelerazione sismica verticale (g):..... 0.09

Coefficiente beta.....: 0.24

## STUDIO MOSCA

CAVOUR N. 38-CHIARAVALLE (AN)-071/949279

Committente: comune ANCONA

Località: cimitero Tavernelle

Data: dic.2017

Riferimenti: nuovo colombario 7-bis

**Analisi di stabilità: riepilogo delle forze agenti sui conci**

<i>Superficie</i>	<i>Concio</i>	<i>Forze stabilizzanti(kg)</i>	<i>Forze instabilizzanti(kg)</i>	<i>Deficit di forza(kg)</i>	<i>Somma deficit(kg)</i>
1	6	115226.39	194597.83	79371.44	79371.44
	5	218532.08	276577.29	58045.21	137416.65
	4	271119.52	131523.07	-139596.46	-2179.81
	3	147561.38	-57752.26	-205313.63	-207493.44
	2	208471.29	-202152.79	-410624.08	-618117.52
	1	106557.69	-153188.32	-259746.01	-877863.54
2	6	97327.11	130217.2	32890.1	32890.1
3	5	175670.25	196310.98	20640.73	53530.83
	4	217385.43	102275.74	-115109.68	-61578.85
	3	216348.58	-30766.56	-247115.13	-308693.99
	2	170781.85	-130677.42	-301459.28	-610153.29
	1	90833.53	-96616.58	-187450.11	-797603.42
	6	52289.9	87813.61	35523.71	35523.71
	5	146977.49	140218.36	-6759.12	28764.59
	4	180662.67	79386.44	-101276.23	-72511.64
	3	180356.76	-13976.4	-194333.16	-266844.81
	2	145507.49	-84949.14	-230456.62	-497301.43
	1	80453.96	-63587.94	-144041.91	-641343.35

Accelerazione sismica orizzontale (g):..... 0.17

Coefficiente beta.....: 0.24

Accelerazione sismica verticale (g):..... 0.09

STUDIO MOSCA

CAVOUR N. 38-CHIARAVALLE (AN)-071/949279

Committente: comune ANCONA

Località: cimitero Tavernelle

Data: dic.2017

Riferimenti: nuovo colombario 7-bis

### Analisi di stabilità: riepilogo dei coefficienti di sicurezza

Numero	X valle m	Y valle m	X monte m	Y monte m	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.	Sarma	Spencer
1	10	22.43	76	27.5		7.411				
2	10	22.43	76	27.5		6.707				
3	10	22.43	76	27.5		6.061				

Accelerazione sismica orizzontale (g):..... 0.17

Coefficiente beta.....: 0.24

Accelerazione sismica verticale (g):..... 0.09

Committente: comune ANCONA

Località: cimitero Tavernelle

Data: dic.2017

Riferimenti: nuovo colombario 7-bis

## Parametri geotecnici degli strati

Strato n. \_\_\_\_\_

1

Descrizione litologica:

Argilla poco consistente

Angolo di attrito (°):	18
Densità relativa (%):	0
Coesione(kg/cmq):	0
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	1900
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	2100
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cmq):	80
Coefficiente di Poisson:	0.4
O.C.R.:	1
Angolo di attrito residuo (°)	0
Coefficiente di pressione neutra:	0
Modulo dinamico di taglio (kg/cmq):	0
Comportamento meccanico:	Livello coesivo
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello permeabile

Strato n.

2

Descrizione litologica:

Argilla mediamente consistente

Angolo di attrito (°):	22
Densità relativa (%):	0
Coesione(kg/cmq):	0.2
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	2000
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	2200
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cmq):	150
Coefficiente di Poisson:	0.4
O.C.R.:	1
Angolo di attrito residuo (°)	0
Coefficiente di pressione neutra:	0
Modulo dinamico di taglio (kg/cmq):	0
Comportamento meccanico:	Livello coesivo
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello permeabile

Strato n.

3

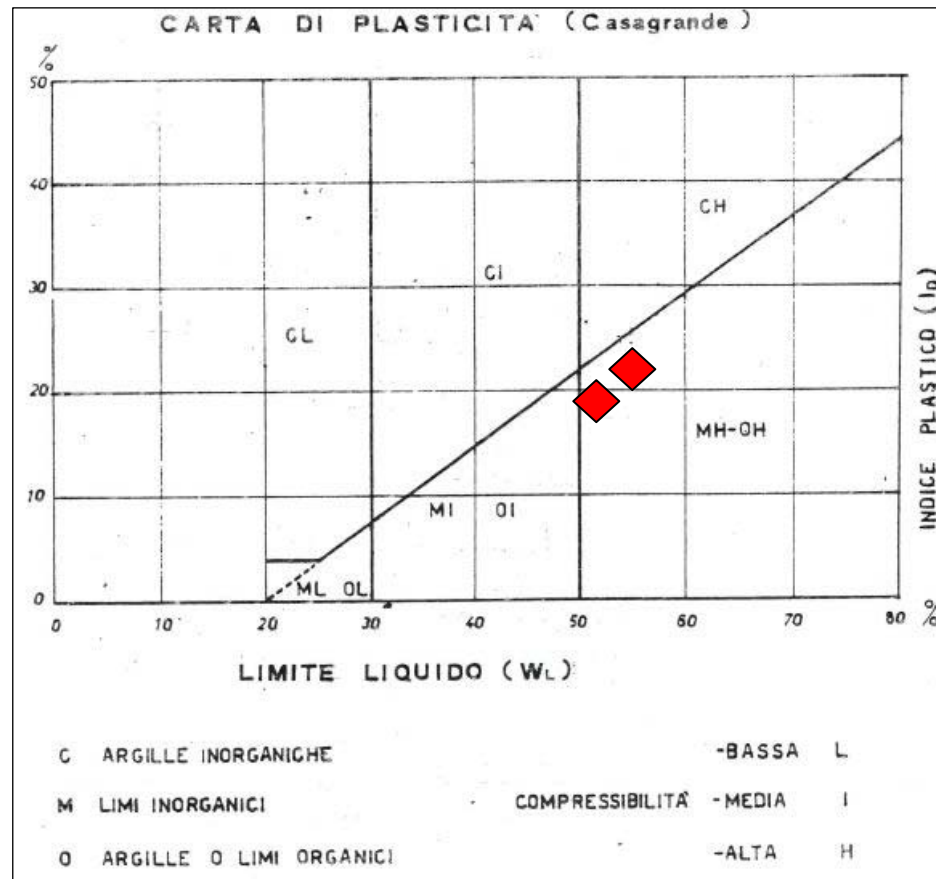
Descrizione litologica:

Argilla molto consistente

Angolo di attrito (°):	27
Densità relativa (%):	0
Coesione(kg/cmq):	0.4
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	2100
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	2300
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cmq):	200
Coefficiente di Poisson:	0.4
O.C.R.:	1
Angolo di attrito residuo (°)	0
Coefficiente di pressione neutra:	0
Modulo dinamico di taglio (kg/cmq):	0
Comportamento meccanico:	Livello coesivo
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello permeabile



SONDAGGIO N.	CAMPIONE N.	PROFONDITÀ (m.)	Umidità naturale (%)	Peso di volume (gr/cmc)	densità secca(gr/cmc)	Limite liquido (LL) %	Indice plastico (Ip) %	Indice di consistenza (Ic)
1	C1	1.8	25.70	1.96	1.66	-	-	-
1	C2	10	17.6	2.1	1.75	54.3	20.75	1.37
1	C3	15	18.0	2.18	1.74	51	19.55	1.7



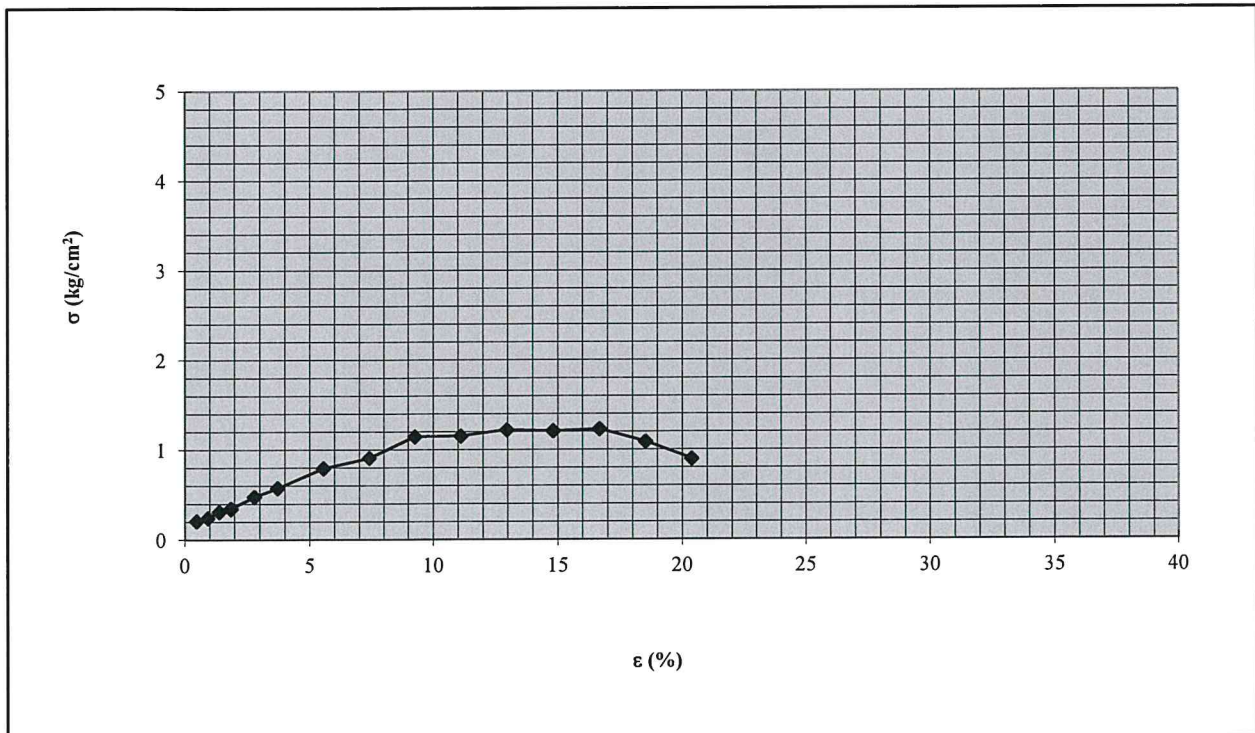
**PROVA DI COMPRESSIONE  
AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA**

Committente \_\_ COMUNE ANCONA \_ Lavoro \_\_ CIMITERO TAVERNELLE

Sondaggio n° \_\_ 1 \_\_ Campione n° \_C1\_\_ Profondità -1.8

Data \_\_ 29/11/17 \_\_

Altezza (L; cm)	5.40
Sezione (S; cm <sup>2</sup> )	5.72
Volume (V; cm <sup>3</sup> )	30.90
Peso di volume ( $\gamma$ ; g/cm <sup>2</sup> )	1.96
Peso di volume secco ( $\gamma_d$ ; g/cm <sup>2</sup> )	1.66
Contenuto naturale d'acqua (W; %)	25.70
Deformazione a rottura ( $\epsilon$ ; $\Delta L/L$ %)	16.66
Pressione a rottura ( $\sigma$ ; kg/cm <sup>2</sup> )	1.22

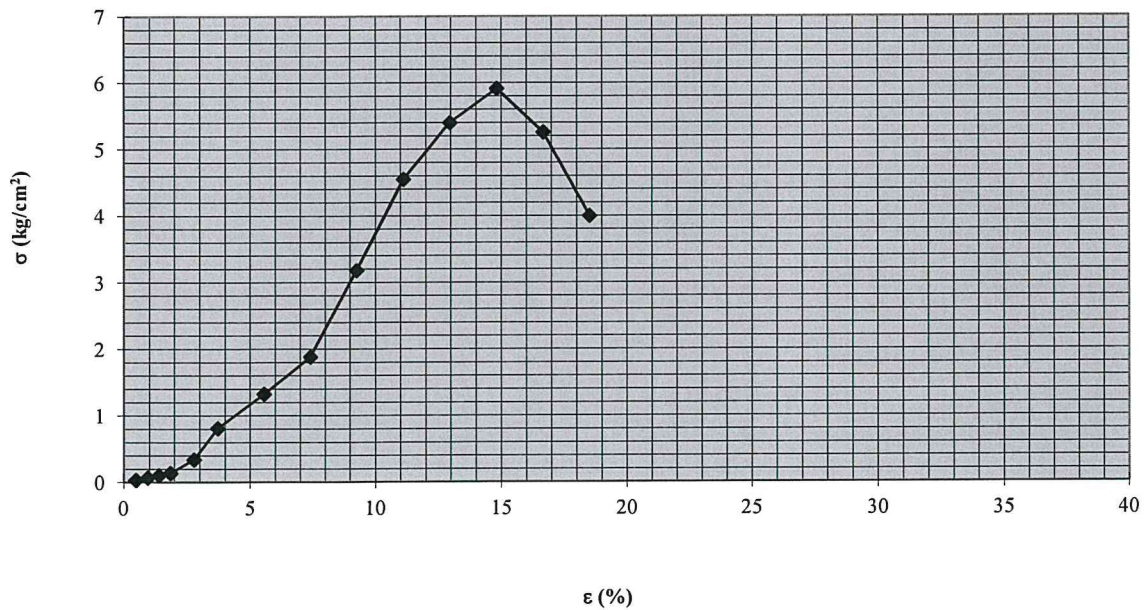


**PROVA DI COMPRESIONE  
AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA**

Committente COMUNE ANCONA Lavoro CIMITERO TAVERNELLE

Sondaggio n° 1 Campione n° C2 Profondità -10 Data 29/11/17

Altezza (L; cm)	5.50
Sezione (S; cm <sup>2</sup> )	5.72
Volume (V; cm <sup>3</sup> )	30.90
Peso di volume ( $\gamma$ ; g/cm <sup>2</sup> )	2.10
Peso di volume secco ( $\gamma_d$ ; g/cm <sup>2</sup> )	1.75
Contenuto naturale d'acqua (W; %)	17.60
Deformazione a rottura ( $\epsilon$ ; $\Delta L/L$ %)	14.81
Pressione a rottura ( $\sigma$ ; kg/cm <sup>2</sup> )	5.9



**PROVA DI COMPRESSIONE  
AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA**

Committente COMUNE ANCONA Lavoro CIMITERO TAVERNELLE

Sondaggio n° 1 Campione n° C3 Profondità -15 Data 29/11/17

Altezza (L; cm)	5.40
Sezione (S; cm <sup>2</sup> )	5.72
Volume (V; cm <sup>3</sup> )	30.90
Peso di volume ( $\gamma$ ; g/cm <sup>2</sup> )	2.18
Peso di volume secco ( $\gamma_d$ ; g/cm <sup>2</sup> )	1.74
Contenuto naturale d'acqua (W; %)	18.00
Deformazione a rottura ( $\epsilon$ ; $\Delta L/L$ %)	14.81
Pressione a rottura ( $\sigma$ ; kg/cm <sup>2</sup> )	10

