

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. STEFANO BOCCAROSSA

60019 SENIGALLIA (AN) – Via Piave n. 70

Tel./Fax 071-64894 – Cell. 339-4754219

*Geologia,
Geotecnica,
Idrogeologia,
Geologia Ambientale*

C.F. BCCSFN55M08H809X P. IVA 00790430417

COMUNE DI FANO – PROVINCIA DI PESARO-URBINO

***RIFACIMENTO PENSILINA COPERTURA TRIBUNA
STADIO MANCINI – FANO***

COMMITTENTE: COMUNE DI FANO

**RELAZIONE GEOLOGICA e DI CLASSIFICAZIONE
SISMICA DEL SITO, redatta ai sensi del D.M. 17/01/2018**

Il Geologo



Senigallia, lì NOVEMBRE/2018

I N D I C E

1) PREMESSA	PAG. 2
2) METODOLOGIA D'INDAGINE	PAG. 2
3) INQUADRAMENTO GEOLOGICO	PAG. 4
3.1 – Geomorfologia – Verifica PAI	PAG. 4
3.2 – Litologia	PAG. 5
3.3 – Idrologia – Idrogeologia	PAG. 7
4) CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	PAG. 7
5) CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO	PAG. 10
5.1 – Risposta Sismica Locale - Considerazioni relativamente alle Norme Tecniche D.M. 17/Gennaio/2018	PAG. 11
5.2 – Valutazione dell'azione sismica - Considerazioni relativamente alle Norme Tecniche D.M. 17/Gennaio/2018	PAG. 13
6) CONCLUSIONI	PAG. 14

1) PREMESSA

Su incarico del Progettista Dott. Ing. Lorenzo Zandri, questo Studio ha condotto un'indagine geognostica e sismica all'interno dello Stadio Mancini nella Città di Fano (PU), interessato da un progetto di rifacimento della pensilina di copertura della tribuna, come da elaborati tecnici Progettuali.

Nella presente relazione vengono pertanto riportati gli aspetti geomorfologici, litostratigrafici ed idrologici – idrogeologici dell'area e per un intorno significativo, caratterizzando dal punto di vista fisico – meccanico i litotipi presenti nel sottosuolo, al fine di fornire dati litotecnici e di caratterizzazione sismica del sito, di supporto alla realizzazione della nuova struttura in progetto, il tutto nel rispetto della vigente normativa in materia di costruzioni in zona sismica.

Tale Studio fa riferimento alla seguente normativa vigente:

- D.M. 11.03.1988;
- D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni".

2) METODOLOGIA D'INDAGINE

L'indagine svolta si è articolata mediante l'esecuzione di un rilevamento geomorfologico di campagna, con presa visione di studi e rilevamenti eseguiti dal sottoscritto in aree limitrofe, il tutto integrato con i dati della Carta Ambiente Fisico delle Marche – Regione Marche, scala 1:100.000 e della Carta Geologica Regionale – Edizione CTR della Regione Marche, Sez. 269130 – Fano, scala 1:10.000 (TAV.1).

Per il riconoscimento della successione litologica per analogia, ed acquisizione dei parametri geotecnici necessari e sufficienti allo scopo della presente relazione, nell'area si sono eseguite n. 2 prove penetrometriche

statiche (CPT), ubicate (per problemi tecnico – operativi: superfici pavimentate e sottoservizi interrati), rispettivamente come indicato nell'allegata planimetria – TAV.4.

La prova penetrometrica statica consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica infissa a velocità costante nel terreno.

Il penetrometro tipo PAGANI EMILIA da 20 t. (con anello allargatore), è costituito da un dispositivo di spinta che agisce su una batteria di aste cave alla cui estremità inferiore è collegata una punta munita di un manicotto mobile, aventi entrambi dimensioni standard.

Lo sforzo per l'infissione della punta è misurato mediante manometri collegati ad un martinetto idraulico che esercita la spinta di progetto di 20 t. sulla batteria di aste cave.

Le informazioni che la prova fornisce permettono di ricostruire il profilo stratigrafico e geotecnico dei litotipi attraversati.

Difatti dal rapporto tra le resistenza all'avanzamento della punta e la resistenza laterale locale, è possibile risalire alla natura dei sedimenti attraversati ed alla diversa consistenza.

Si è inoltre eseguita un'indagine geofisica mediante Prospezione Sismica Passiva – Metodo HVSR per il calcolo della frequenza di risonanza dei terreni e la stima della velocità equivalente $V_{s,eq} = V_{s,30}$ delle onde sismiche, secondo quanto prescritto dalla normativa sismica nazionale vigente (NTC), ubicata come indicato nell'allegata planimetria TAV.4.

I risultati ottenuti dalla metodologia HVSR sono riportati nell'allegato a cura della TECNOSONDAGGI – Osimo (AN).

L'elaborazione dei dati acquisiti ha permesso la stesura della relazione alla quale si allegano:

- Stralcio Carta Geologica Regionale Edizione CTR – Sez. 269130 - Fano - Regione Marche, scala 1:10.000 – TAV.1;

- Stralcio da Piano Assetto Idrogeologico (PAI) Regione Marche, scala 1:10.000 – TAV.2;
- Aerofotogrammetrico, sca 1:2000 – TAV.3;
- Planimetria Pianta Copertura con indicazione della Struttura, con indicati i punti di indagine, scala 1:200 – TAV.4;
- Sezioni geologiche indicative – Sezione X – X, scala 1:200 e Sezione A - A, scala 1.100, riferite alla ricostruzione stratigrafica derivata dalle penetrometrie statiche CPT proiettate sulle sezioni – TAV.5 e TAV.6;
- Grafici penetrometrie statiche CPT;
- Prospezione Sismica Passiva Metodo HVSR;
- Documentazione Fotografica esecuzione indagine.

3) INQUADRAMENTO GEOLOGICO

3.1 – Geomorfologia – Verifica P.A.I. Regione Marche

Lo Stadio Mancini in oggetto è ubicato lungo Via Metauro, nell'ambito della Città di Fano come da allegate TAVV.1-2.

Trattasi di un ampio terrazzo alluvionale del III ordine dei terrazzi del sistema fluviale Torrente Arzilla, Fiume Metauro, con altezza da 9 a 20 metri rispetto al fondovalle.

In particolare, l'area risulta perfettamente pianeggiante e pertanto non interessata da fenomeni di instabilità geomorfologia.

Dall'esame del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico, PAI – TAV. RI 07c.pdf – Fano, aggiornamento anno/2016 della Regione Marche, vedere TAV.2, la zona in esame non ricade ne all'interno di aree cartografate a rischio esondazione, ne a rischio di frana.

I sedimenti che si rinvenivano nel sottosuolo sono costituiti da aggregati alluvionali di copertura di natura argilloso - limoso – sabbiosa di modesto spessore e sottostante deposito ghiaioso di rilevante spessore in cui talvolta risultano intercalati orizzonti di materiale argilloso - limoso, il tutto di considerevole spessore e derivati dall'elaborazione di depositi detritici stratificati prodottisi durante le fasi fredde pleistoceniche e datati Pleistocene Superiore.

Al letto dei terreni alluvionali è presente la formazione marina argilloso – marnosa ascrivibile al Pliocene Inferiore – Pleistocene Inferiore.

Dal rilevamento geomorfologico non sono emersi elementi tali da poter ricostruire lo stile tettonico della zona in esame.

3.2 – Litologia

Dall'analisi ed interpretazione delle prove penetrometriche statiche CPT, nell'area in esame si evidenzia la seguente successione litologica di terreni alluvionali dall'alto verso il basso a partire dal piano calpestio attuale.

PROVA CPT N.1

0.00 m / -1.00 m – Coltre di copertura di terreno vegetale di natura argillosa: argille organiche e terreni misti (**Litotipo TV**).

-1.00 m / -4.80 m - Aggregato costituito da argille inorganiche e argille sabbiose e limose; materiale generalmente compatto con tracce di umidità (**Litotipo A**).

-4.80 m / -8.80 m (termine prova per disancoraggio strumentazione)

– Deposito di ghiaia prevalente con probabile presenza di matrice sabbiosa e probabili lenti limoso - sabbiose; materiale molto addensato, da asciutto a umido in profondità (**Litotipo G**).

PROVA CPT N.2

0.00 m / -0.80 m – Coltre di copertura di terreno vegetale di natura argillosa: argille organiche e terreni misti (**Litotipo TV**).

-0.80 m / -4.60 m - Aggregato costituito da argille inorganiche ed argille sabbiose e limose prevalenti; materiale generalmente mediamente compatto - compatto (**Litotipo A**).

-4.60 m / -7.40 m (termine prova per disancoraggio strumentazione)

– Deposito di ghiaia prevalente con probabile presenza di matrice sabbiosa e probabili lenti limoso - sabbiose; materiale molto addensato, asciutto fino alla profondità indagata (**Litotipo G**).

Le prove CPT sono state interrotte rispettivamente alla profondità di -8.80 m la CPT n.1 e -7.40 m la CPT n.2, rispetto al p.c. causa disancoraggio della strumentazione impiegata per l'elevato addensamento del materiale granulare, comunque sufficienti allo scopo della presente indagine, in quanto sulla base di informazioni fornite da ditte specializzate nella trivellazione di pozzi idrici, nella zona il deposito ghiaioso presenta localmente spessori superiori ai 25 ÷ 35 metri con talvolta intercalati orizzonti di terreno argilloso – limoso - sabbioso, prima di raggiungere la formazione basale in posto argilloso – marnosa Plio – Pleistocenica.

3.3 – Idrologia – Idrogeologia

L'idrologia superficiale è condizionata dalla urbanizzazione della zona in cui ricade l'area indagata.

Nel sottosuolo, in fase di indagine e limitatamente alla profondità massima raggiunta di -8.80 m dal p.c., non è stata riscontrata la falda idrica presente, ma tracce di umidità nel materiale superficiale argilloso (**Litotipo A**) e materiale ghiaioso umido (**Litotipo G**) in profondità (punta del penetrometro umida a -8.80 m circa dal p.c.).

Tuttavia sulla base di informazioni fornite da operatori del settore e dalla presa visione del pozzo di servizio dello Stadio, nella zona la falda idrica è presente nel deposito ghiaioso (**Litotipo G**), in profondità a circa -9, -10 metri dal p.c. attuale, caratterizzata da una debole pressione di risalita che innalza il livello piezometrico nel pozzo esaminato a circa -8 metri di profondità rispetto al p.c. (misurato in data 31/10/2018).

4) CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La caratterizzazione geotecnica (**parametri nominali – parametri caratteristici**) dei litotipi riscontrati, è risulta dall'interpretazione delle prove penetrometriche statiche CPT, per la quale esiste un'ampia bibliografia in merito (vedere allegati Grafici e Tabella), attuando anche una comparazione analogica con campioni similari esaminati in laboratorio in analoghe esperienze professionali.

Litotipo A – Aggregato di argille inorganiche e argille sabbiose e limose; materiale generalmente compatto.

Parametri Nominali

Cu (Kg/cmq)	γ (g/cmc)	ϕ' (gradi)	Mo (Kg/cmq)
0.80 ÷ 1.10	1.95 ÷ 1.98	22° ÷ 23°	60 ÷ 99

valore caratteristico C_{uk} (Kg/cmq)
0.75

Litotipo G – Deposito di ghiaia ben addensata.

Parametri Nominali

ϕ' (gradi)	γ (g/cmc)	Dr (%)	Mo (Kg/cmq)
38° ÷ 40°	2.00 ÷ 2.05	84 ÷ 100	> 500
N spt			
45 ÷ 72			

valore caratteristico ϕ'_k (gradi)
37°

Al terreno argilloso di copertura (**Litotipo TV**), può essere attribuito un peso di volume: $\gamma = 1.87 \text{ g/cmc}$

Cu = coesione non drenata

C_{uk} = valore caratteristico della coesione

Dr = densità relativa

γ = peso di volume

ϕ' = angolo di attrito interno

ϕ'_k = valore caratteristico dell'angolo di attrito interno

Mo = Modulo edometrico

N spt = correlazione colpi Standard Penetration Test, da Rp della prova CPT, trasformata in valori SPT ($R_p = 4N_{SPT}$)

I parametri caratteristici per terreno coesivo C_{uk} , (posto $\varphi' = 0$) e per terreno granulare φ'_k (posto $c' = 0$), sono determinabili come di seguito.

Dato che il valore caratteristico k rappresenta la soglia al disotto della quale si colloca non più del 5% dei valori desumibili da una serie teoricamente illimitata di prove, il valore caratteristico di C_u e φ' (parametri nominali), sono determinabile con le seguenti relazioni:

$$(1) C_{uk} = C_{um} (1 + X \times V_c)$$

$$(2) \varphi'_k = \varphi'_m (1 + X \times V_\varphi)$$

dove:

C_{uk} = valore caratteristico della coesione

C_{um} = valore medio della coesione

φ'_k = valore caratteristico dell'angolo di attrito interno

φ'_m = valore medio dell'angolo di attrito

V_c = coefficiente di variazione (COV) di C_u , definito come il rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di C_u

V_φ = coefficiente di variazione (COV) di φ' , definito come il rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di φ'

X = parametro dipendente dalla legge di distribuzione della probabilità di non superamento adottata; l'Eurocodice 7 fissa per i parametri di resistenza al taglio, una probabilità di non superamento del 5%, alla quale corrisponde, per una distribuzione di tipo gaussiano, un valore di $X = -1.645$

Calcolo dei valori caratteristici (f_k) con il frattile del 5%

Valori medi (V_m) \Rightarrow Valori Caratteristici (V_k) \Rightarrow Valori di progetto (V_d)

(si allega Tabella 6.2.II delle NTC 2018)

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_r	γ_r	1,0	1,0

5) CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO

Il territorio comunale di Fano ricade in zona sismica classificata come **Zona 2**, con valore di accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro elastico (Norme Tecniche) **$a_g/g = 0.25$** e con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni **$a_g/g = 0.15-0.25$** .

In riferimento all'Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519, All. 1b, si allega al testo la Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (da Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

Nella mappa è graficamente rappresentata la pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo, con probabilità di accelerazione del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

Nel contesto descritto, il territorio comunale di Fano, in via generale è caratterizzato da un'accelerazione (a_g) orizzontale massima convenzionale sul suolo di tipo A, compresa tra **0.175 e 0.200 g**.

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da "una pericolosità sismica di base" in considerazioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC).

Il Progettista valuterà la *pericolosità sismica* sulla base di quanto disposto dalle NTC 2018.

5.1 – Considerazioni relativamente alle Norme Tecniche D.M. 17/Gennaio/2018

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale, in considerazione delle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi, non che delle proprietà fisico – meccaniche dei materiali che li costituiscono, che possono modificare il moto sismico atteso nel sito rispetto a quello che si avrebbe su roccia affiorante.

Pertanto nel caso in esame oltre alla caratterizzazione geotecnica per analogia, dei terreni superficiali, si è attuata la classificazione della categoria di sottosuolo in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,eq} = V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio, entro i primi 30 metri di profondità riferiti al piano di fondazione per fondazioni superficiali o testa dei pali per fondazioni profonde, per la definizione della categoria di sottosuolo, come riportato nella Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo delle suddette Norme, nel caso specifico ricavata da una indagine geofisica mediante una prospezione sismica passiva – METODO HVSR.

Il metodo di prospezione sismica passiva – METODO HVSR, è stato introdotto da Nakamura (1989) e permette la determinazione delle frequenze di risonanza dei terreni e la stima dell'amplificazione sismica locale.

Nel caso in esame le analisi eseguite conducono a valori di $V_{s,eq} = V_{s,30}$ pari a circa **364 m/s** (modello medio), che corrispondono ad un sottosuolo di Categoria **"B"** della Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo delle Norme Tecniche D.M. 17/Gennaio/2018 – **Picco alla frequenza di 16 Hz circa.**

Condizioni Topografiche - Tabella 3.2.III – Categorie Topografiche: **T1** .

(vedere Tabelle di seguito allegate)

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	<i>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$</i>
T2	<i>Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$</i>
T3	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$</i>
T4	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$</i>

5.2 – Valutazione dell'azione sismica - Considerazioni relativamente alle Norme Tecniche D.M. 17/Gennaio/2018

Nella valutazione dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali, per la definizione del coefficiente S_S (coefficiente di amplificazione stratigrafica) e del coefficiente S_T (coefficiente di amplificazione topografica), si fa riferimento ai valori riportati nelle relative Tabella 3.2.IV – *Espressione di S_S e C_C* e Tabella 3.2.V – *Valori Massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T* delle Norme Tecniche D.M. 17/Gennaio/2018, in cui il parametro F_0 (fattore di amplificazione massima su suolo A) e a_g (accelerazione), sono deducibili dal reticolo sismico delle NTC.

(vedere Tabelle di seguito allegate)

Tab. 3.2.IV – Espressioni di S_S e di C_C

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

6) CONCLUSIONI

Per il progetto di rifacimento della pensilina di copertura della tribuna dello Stadio Mancini in oggetto, ci si atterrà a quanto prescritto dalla normativa vigente in materia di costruzioni in zona sismica (NTC), considerando che il territorio comunale di Fano, in via generale è caratterizzato da un'accelerazione (a_g) orizzontale massima compresa tra 0.175 e 0.200 g, come risulta dalla consultazione della Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale – da Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, allegata al testo.

Dall'analisi geologica e geotecnica relativa al sito in esame, è risultato quanto segue.

- L'area ricade in un contesto morfologico pianeggiante, pertanto non interessato da problematiche connesse alla stabilità generale della zona, come risulta anche dall'esame della cartografia PAI della Regione Marche (TAV.2).
- L'assetto stratigrafico è caratterizzato dalla presenza di un aggregato argilloso - limoso – sabbioso di copertura di modesto spessore (**Litotipo A**), generalmente mediamente compatto - compatto e sottostante deposito di ghiaia (**Litotipo G**) generalmente ben addensata.
- Fino alla profondità massima indagata di -8.80 m dal p.c. non è stata riscontrata la presenza della falda idrica che è comunque presente più in profondità nel deposito ghiaioso (litotipo G), con livello freaticometrico nel pozzo di servizio dello Stadio a -8.00 m dal p.c. (misurazione in data 31/10/2018).

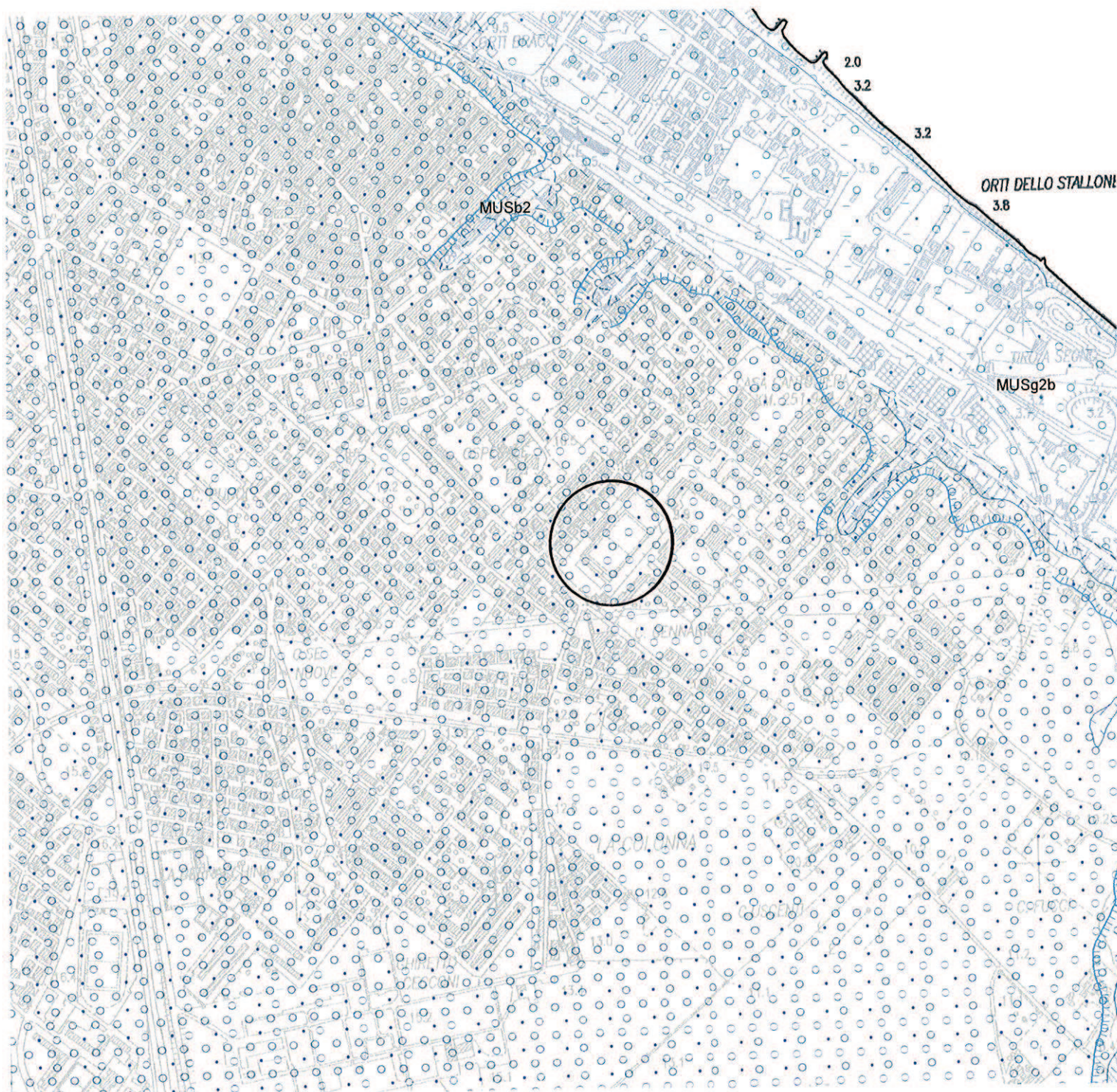
- Il sito ricade nell'ambito della categoria di sottosuolo **"B"** (Tabella 3.2.II NTC).
- Le condizioni topografiche sono riconducibili alla categoria **"T1"** (Tabella 3.2.IV NTC).
- I terreni presenti nel sito di natura coesiva (argille, limi, con frazione sabbiosa) e granulari (ghiaie), non rientrano nel fuso granulometrico dei terreni suscettibili di liquefazione, e con riferimento al Capitolo 7.11.3.4. delle NTC, la verifica alla liquefazione del terreno è stata pertanto omessa.

Pertanto per quanto sopra esposto, per l'area in esame non sussistono problematiche di natura geomorfologia, litostratigrafia, idrogeologica e geotecnica che precludano la realizzazione degli interventi in progetto.

Pertanto per quanto sopra esposto, per l'area in esame non sussistono problematiche o fattori negativi di natura geomorfologia, litostratigrafia, idrogeologica e geotecnica relativamente al rifacimento della pensilina in oggetto, spettando al Tecnico Incaricato le opportune valutazioni compatibilmente con le verifiche previste dalla normativa vigente.

Questo Studio resta a disposizione per fornire nella fase esecutiva dei lavori la propria assistenza tecnica e geologica, anche per verificare puntualmente, la successione stratigrafica ed idrogeologica descritta nei paragrafi precedenti, previa comunicazione dell'inizio dei lavori.

STRALCIO DA CARTA GEOLOGICA REGIONALE – EDIZIONE CTR
- REGIONE MARCHE -
SEZ. 269130 – FANO, Sc. 1:10.000









Area in esame

LEGENDA GEOLOGICA

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI


SISTEMA DEL MUSONE

(OLOCENE)

	MUSa1	Frane in evoluzione
	MUSb2	Depositi eluvio-colluviali
	MUSb	Depositi alluvionali attuali a) ghiaie e sabbie prevalenti con lenti sabbioso-limoso-argillose b) sabbie limi e argille con subordinate lenti ghiaiose
	MUSbn	Depositi alluvionali terrazzati a) ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie, limi ed argille b) argille, limi e sabbie associate a subordinate ghiaie
	MUSg2a	Depositi di spiaggia attuale ghiaie e sabbie in proporzioni variabili
	MUSg2b	Depositi di spiaggia antica ghiaie, sabbie, limi e argille in proporzioni variabili











SISTEMA DI MATELICA

(PLEISTOCENE SUPERIORE)

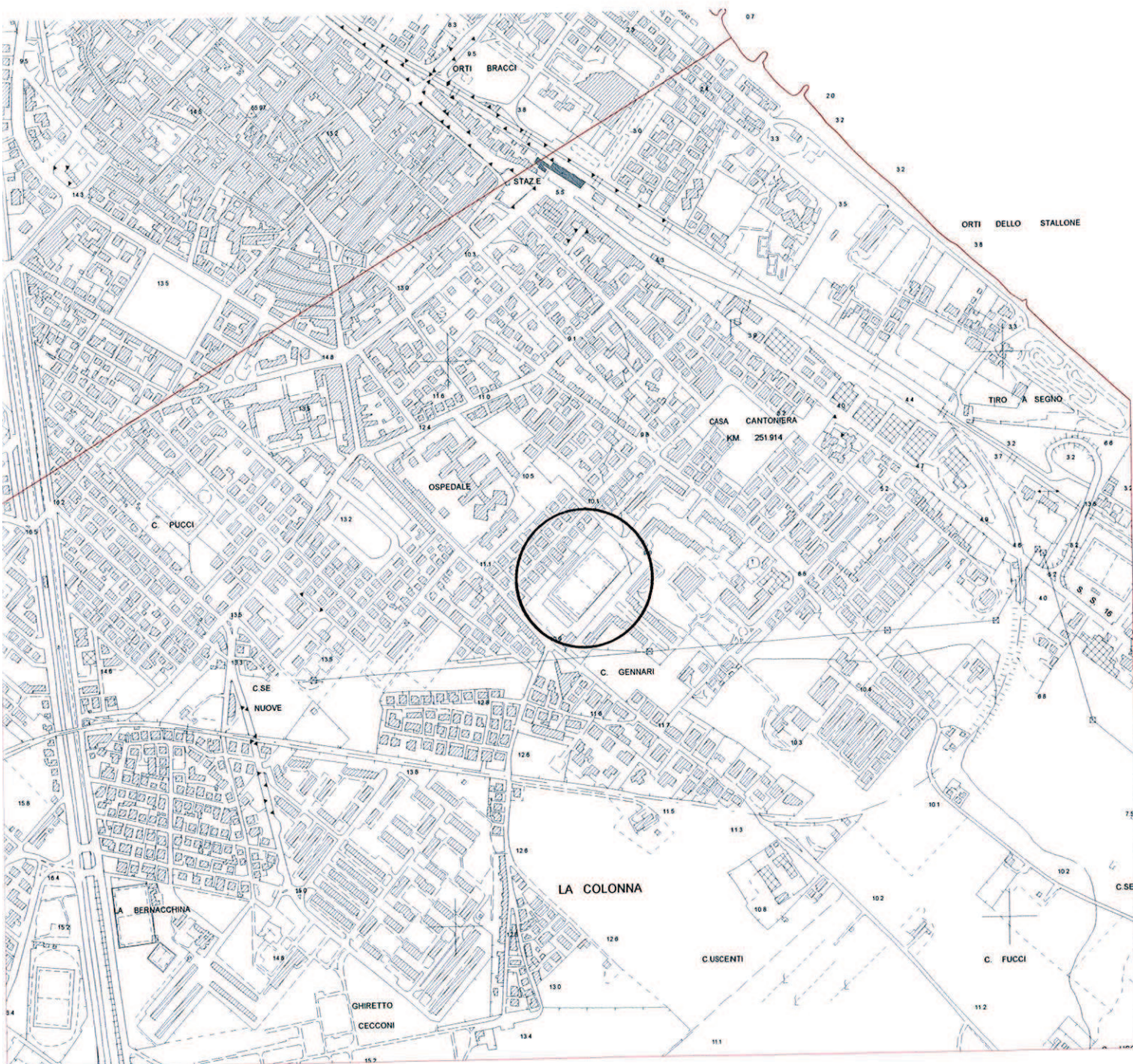
	MTIbn	Depositi alluvionali terrazzati a) ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie, limi ed argille b) argille, limi e sabbie associate a subordinate ghiaie
---	-------	---

SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLA

SUCCESSIONE PLIOCENICA

	FAA	FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE Pliocene inferiore p.p. Pleistocene inferiore p.p.
		Deposito/struttura antropica
		Contatto stratigrafico o litologico
		Contatto stratigrafico o litologico incerto
		Orlo di terrazzo fluviale
		Orlo di scarpata antropica
		Stratificazione dritta
		Stratificazione orizzontale dritta
		Concoida alluvionale e da debris flow
		Cava attiva / inattiva

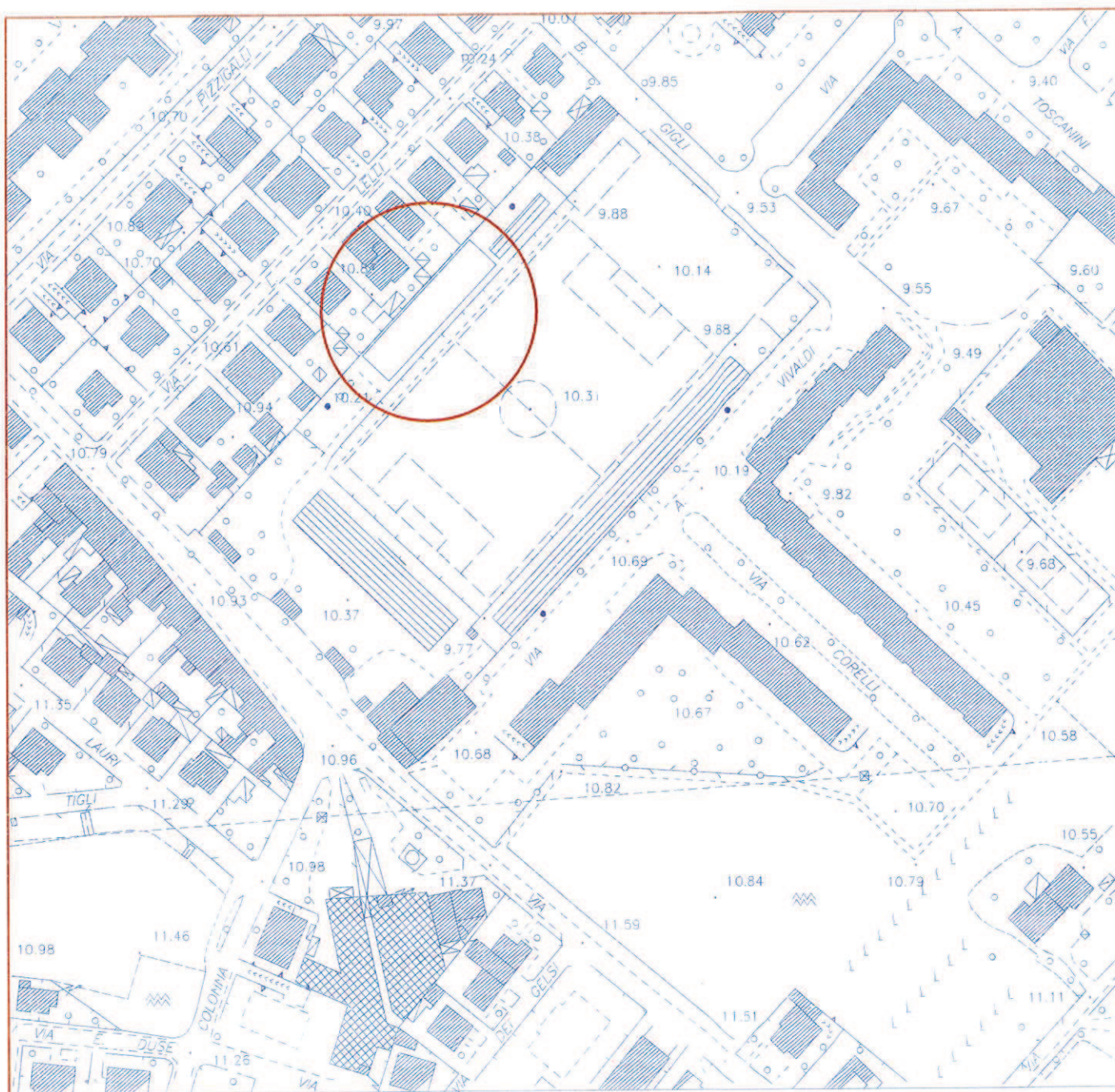
**STRALCIO DA PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)
- REGIONE MARCHE -
CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO – da Tav. RI 07c.pdf,
Sc. 1:10.000, con verifica Aggiornamento Anno/2016**



Area a rischio frana (Codice F - xx-yyyy)
Area a rischio esondazione (Codice E - xx-yyyy)

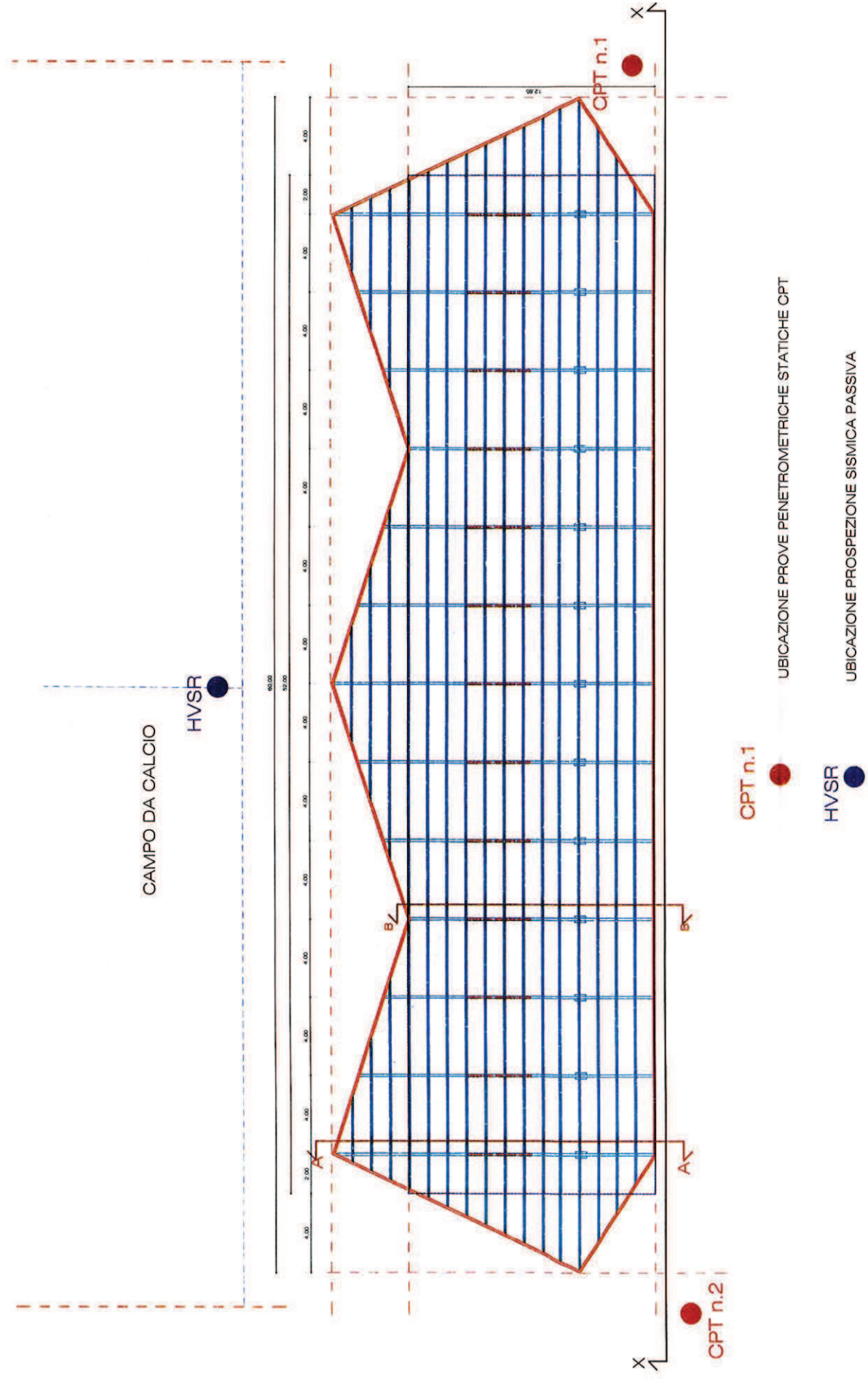


Area in esame



AEROFOTOGRAMMETRICO, SCALA 1:2000 - TAV.3

PIANTA COPERTURA CON INDICAZIONE DELLA STRUTTURA, SC. 1:200 - TAV.4



CAMPO DA CALCIO

HVSR

60.00

60.00

4.00 2.00

4.00 4.00

400

4.00

4.00

4.00

8

400

8

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523</
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

A

CPT n.2

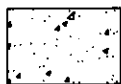
CPT n.1

05/17

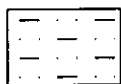
LOCALIZZAZIONE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT

LIBERAZIONE PROSPERITÀ SISMICA PASSIVA

LEGENDA TAV.5 e TAV.6



(Liotipo TV) - COLTRE DI COPERTURA DI TERRENO VEGETALE DI NATURA ARGILOSA: ARGILLE ORGANICHE E TERRENI MISTI

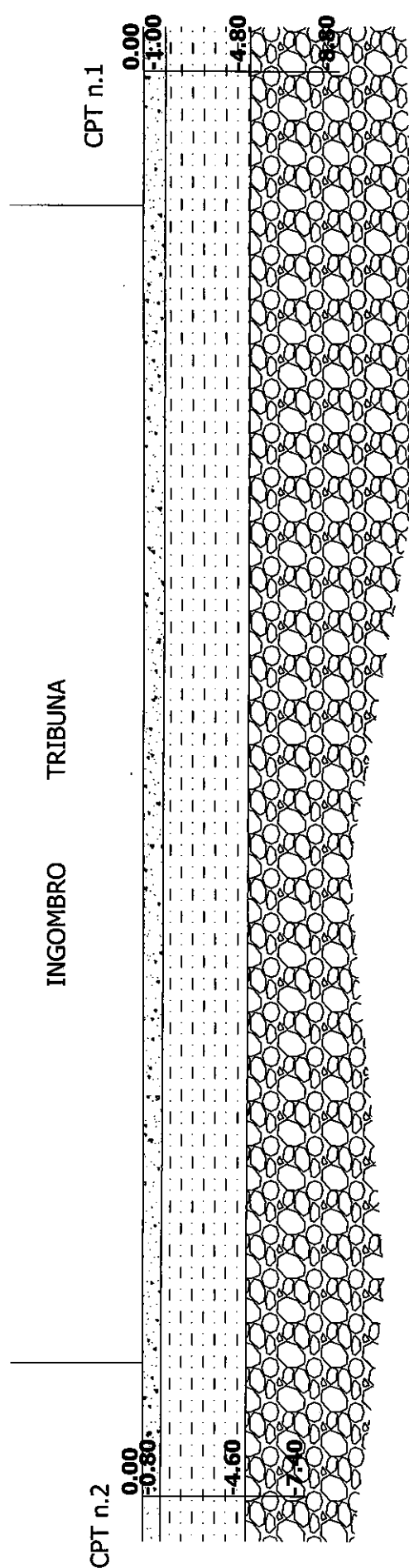


(Liotipo A) - AGGREGATO COSTITUITO DA ARGILLE INORGANICHE E ARGILLE SABBIOSE E LIMOSE; MATERIALE GENERALMENTE MEDIAMENTE COMPATTO - COMPATTO, CON TRACCE DI UMIDITA'

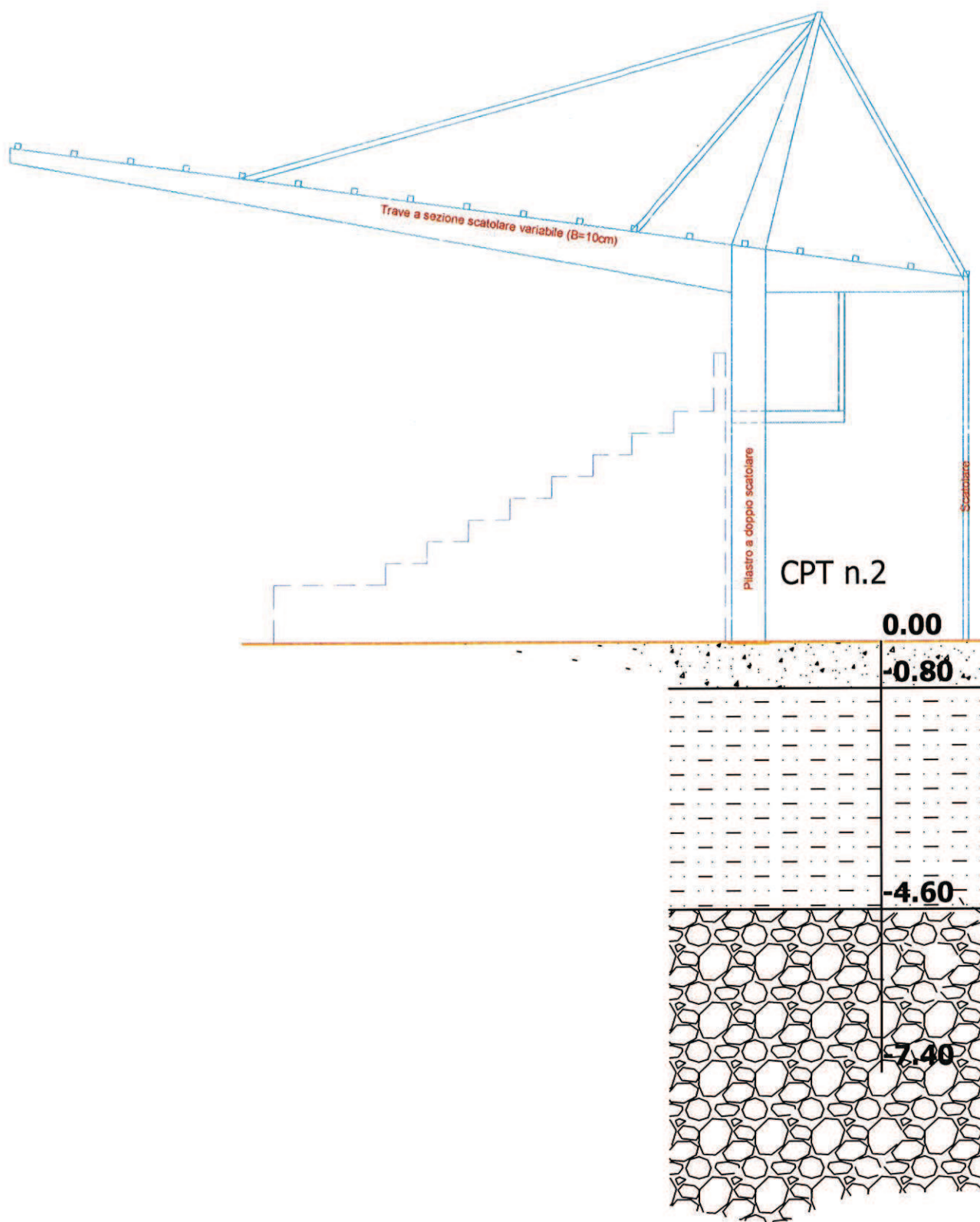


(Liotipo G) - DEPOSITO DI GHIAIA PREVALENTE CON PROBABILE RESENZA DI MATRICE SABBIOSA E PROBABILI LENTI LIMOSO-SABBIOSE; MATERIALE DA ASCIUTTO A UMIDO IN PROFONDITA'

SEZIONE GEOLOGICA INDICATIVA, SEZIONE X - X, SCALA 1:200 - TAV.5



SEZIONE GEOLOGICA INDICATIVA SEZ. A-A, SC.1:100 - TAV.6



PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2010496-097

- committente : Boccarossa dott. Stefano, geologo
- lavoro : Stadio
- località : FANO (PU)
- note :

- data : 31/10/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	4,60	32,0	43,0	32,0	4,40	7,0
0,40	----	----	--	2,27	----	4,80	75,0	141,0	75,0	6,67	11,0
0,60	6,0	40,0	6,0	0,40	15,0	5,00	290,0	390,0	290,0	6,67	44,0
0,80	20,0	26,0	20,0	1,40	14,0	5,20	200,0	300,0	200,0	4,60	43,0
1,00	22,0	43,0	22,0	1,73	13,0	5,40	93,0	162,0	93,0	6,67	14,0
1,20	26,0	52,0	26,0	1,73	15,0	5,60	240,0	340,0	240,0	6,67	36,0
1,40	52,0	78,0	52,0	2,07	25,0	5,80	250,0	350,0	250,0	6,67	38,0
1,60	42,0	73,0	42,0	3,13	13,0	6,00	290,0	390,0	290,0	6,67	44,0
1,80	33,0	80,0	33,0	1,20	27,0	6,20	250,0	350,0	250,0	6,67	38,0
2,00	34,0	52,0	34,0	1,60	21,0	6,40	290,0	390,0	290,0	6,07	48,0
2,20	24,0	48,0	24,0	1,53	16,0	6,60	165,0	256,0	165,0	6,67	25,0
2,40	39,0	62,0	39,0	1,07	37,0	6,80	200,0	300,0	200,0	2,47	81,0
2,60	29,0	45,0	29,0	1,07	27,0	7,00	143,0	180,0	143,0	5,47	26,0
2,80	20,0	36,0	20,0	1,07	19,0	7,20	155,0	237,0	155,0	6,67	23,0
3,00	28,0	44,0	28,0	1,27	22,0	7,40	290,0	390,0	290,0	6,67	44,0
3,20	29,0	48,0	29,0	1,40	21,0	7,60	290,0	390,0	290,0	6,67	44,0
3,40	21,0	42,0	21,0	1,27	17,0	7,80	210,0	310,0	210,0	6,67	32,0
3,60	20,0	39,0	20,0	0,60	33,0	8,00	290,0	390,0	290,0	6,67	44,0
3,80	22,0	31,0	22,0	1,00	22,0	8,20	250,0	350,0	250,0	6,67	38,0
4,00	24,0	39,0	24,0	1,27	19,0	8,40	290,0	390,0	290,0	6,67	44,0
4,20	21,0	40,0	21,0	1,13	19,0	8,60	290,0	390,0	290,0	6,67	44,0
4,40	24,0	41,0	24,0	0,73	33,0	8,80	290,0	390,0	290,0	----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

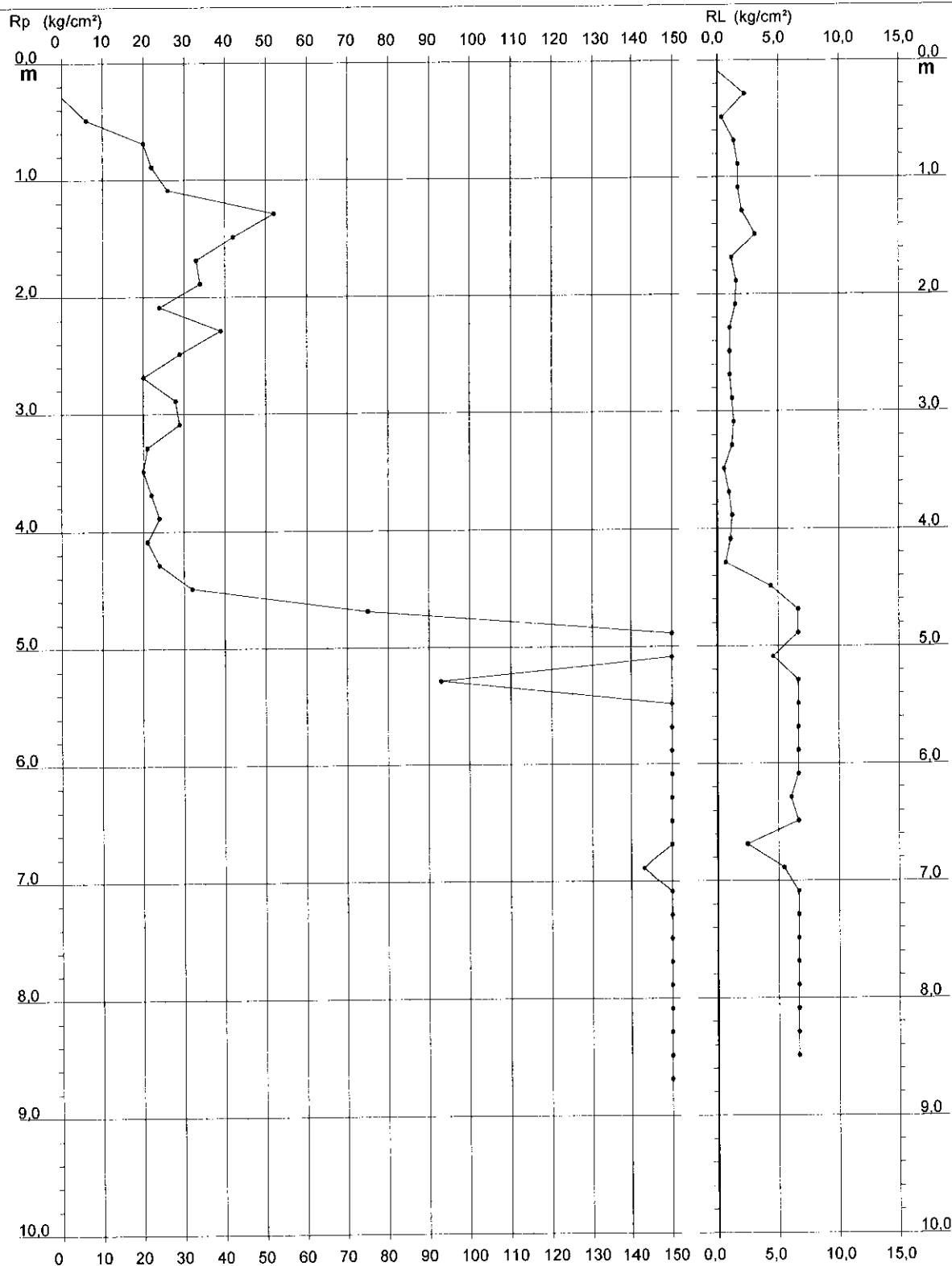
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-097

- committente : Boccarossa dott. Stefano, geologo
- lavoro : Stadio
- località : FANO (PU)

- data : 31/10/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



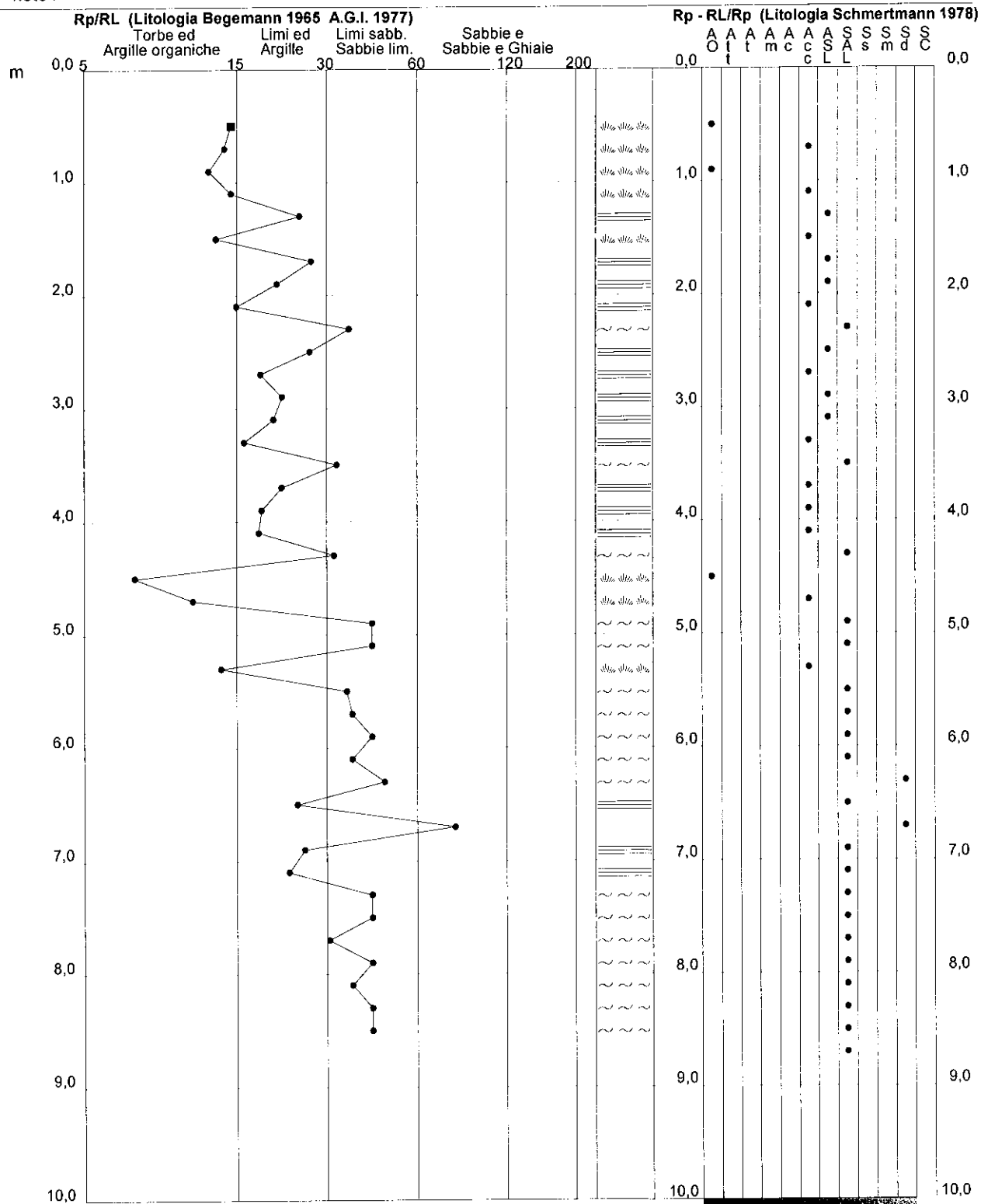
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.010496-097

- committente : Boccarossa dott. Stefano, geologo
- lavoro : Stadio
- località : FANO (PU)
- note :

- data : 31/10/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



PROVA PENETROMETRICA STATICA

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.010496-097

- committente : Boccarossa dott. Stefano, geologo
- lavoro : Stadio
- località : FANO (PU)
- note :

- data : 31/10/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA												NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m²	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	σ1s (°)	σ2s (°)	σ3s (°)	σ4s (°)	σdm (°)	σmy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²		
0.20	--	--	???	1.85	0.04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0.40	--	--	???	1.85	0.07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0.60	6	15	1***	1.85	0.11	0.30	21.8	12	18	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0.80	20	14	4//	1.85	0.15	0.80	51.7	136	204	60	63	37	39	41	43	38	27	0.140	33	50	60		
1.00	22	13	4//	1.85	0.19	0.85	42.0	144	216	66	61	37	39	41	43	38	28	0.134	37	55	66		
1.20	26	15	4//	1.85	0.22	0.93	37.6	158	237	78	62	37	39	41	43	38	28	0.137	43	65	78		
1.40	52	25	4//	1.85	0.26	1.73	67.6	295	442	156	82	40	41	43	45	40	31	0.198	87	130	156		
1.60	42	13	4//	1.85	0.30	1.40	43.8	238	357	126	72	38	40	42	44	39	30	0.165	70	105	126		
1.80	33	27	4//	1.85	0.33	1.10	28.0	187	281	99	61	37	39	41	43	37	29	0.132	55	83	99		
2.00	34	21	4//	1.85	0.37	1.13	25.4	193	289	102	59	36	38	40	43	37	29	0.128	57	85	102		
2.20	24	16	4//	1.85	0.41	0.89	16.7	151	227	72	45	34	37	39	42	34	28	0.091	40	60	72		
2.40	39	37	3:::	1.85	0.44	--	--	--	--	--	59	36	38	41	43	36	30	0.129	65	98	117		
2.60	29	27	4//	1.85	0.48	0.98	15.3	167	251	87	47	35	37	39	42	34	29	0.097	48	73	87		
2.80	20	19	4//	1.85	0.52	0.80	10.8	136	204	60	33	33	35	38	41	32	27	0.064	33	50	60		
3.00	28	22	4//	1.85	0.55	0.97	12.5	164	246	84	43	34	36	39	41	33	28	0.086	47	70	84		
3.20	29	21	4//	1.85	0.59	0.98	11.8	167	251	87	42	34	36	39	41	33	29	0.085	48	73	87		
3.40	21	17	4//	1.85	0.63	0.82	8.8	149	223	63	30	32	35	37	40	31	27	0.057	35	53	63		
3.60	20	33	4//	1.85	0.67	0.80	7.9	160	241	60	27	32	34	37	40	30	27	0.051	33	50	60		
3.80	22	22	4//	1.85	0.70	0.85	7.9	169	254	66	29	32	35	37	40	30	28	0.055	37	55	66		
4.00	24	19	4//	1.85	0.74	0.89	7.9	178	267	72	30	32	35	38	40	31	28	0.058	40	60	72		
4.20	21	19	4//	1.85	0.78	0.82	6.8	198	296	63	25	31	34	37	40	30	27	0.047	35	53	63		
4.40	24	33	3:::	1.85	0.81	--	--	--	--	--	28	32	35	37	40	30	28	0.054	40	60	72		
4.60	32	7	4//	1.85	0.85	1.07	8.3	203	304	96	37	33	36	38	41	32	29	0.072	53	80	96		
4.80	75	11	4//	1.85	0.89	2.50	22.9	425	638	225	65	37	39	41	43	36	32	0.144	125	188	225		
5.00	290	44	3:::	1.85	0.93	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0.258	483	725	870		
5.20	200	43	3:::	1.85	0.96	--	--	--	--	--	97	42	43	44	46	40	38	0.247	333	500	600		
5.40	93	14	4//	1.85	1.00	3.10	25.9	527	791	279	70	38	40	42	44	37	33	0.158	155	233	279		
5.60	240	36	3:::	1.85	1.04	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	39	0.258	400	600	720		
5.80	250	38	3:::	1.85	1.07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	39	0.258	417	625	750		
6.00	290	44	3:::	1.85	1.11	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0.258	483	725	870		
6.20	250	38	3:::	1.85	1.15	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	40	39	0.258	417	625	750		
6.40	290	48	3:::	1.85	1.18	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0.258	483	725	870		
6.60	165	25	4//	1.85	1.22	5.50	41.2	935	1403	495	84	40	41	43	45	38	37	0.204	275	413	495		
6.80	200	81	3:::	1.85	1.26	--	--	--	--	--	90	41	42	44	45	39	38	0.224	333	500	600		
7.00	143	26	4//	1.85	1.30	4.77	32.0	810	1216	429	78	39	41	42	44	38	36	0.184	238	358	429		
7.20	155	23	4//	1.85	1.33	5.17	34.2	878	1318	465	80	39	41	43	44	38	36	0.190	258	388	465		
7.40	290	44	3:::	1.85	1.37	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	40	40	0.258	483	725	870		
7.60	290	44	3:::	1.85	1.41	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	40	40	0.258	483	725	870		
7.80	210	32	3:::	1.85	1.44	--	--	--	--	--	89	40	42	43	45	39	38	0.218	350	525	630		
8.00	290	44	3:::	1.85	1.48	--	--	--	--	--	99	42	43	44	46	40	40	0.255	483	725	870		
8.20	250	38	3:::	1.85	1.52	--	--	--	--	--	93	41	42	44	45	39	39	0.235	417	625	750		
8.40	290	44	3:::	1.85	1.55	--	--	--	--	--	98	42	43	44	46	40	40	0.251	483	725	870		
8.60	290	44	3:::	1.85	1.59	--	--	--	--	--	97	42	43	44	46	40	40	0.248	483	725	870		
8.80	290	--	3:::	1.85	1.63	--	--	--	--	--	97	42	43	44	46	40	40	0.246	483	725	870		

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

~~2010488-097~~

- committente : Boccarossa dott. Stefano, geologo
- lavoro : Stadio
- località : FANO (PU)
- note : Max prof. raggiunta prima del disancoramento.

- data : 31/10/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	4,00	21,0	38,0	21,0	0,93	22,0
0,40	----	----	--	1,07	----	4,20	24,0	38,0	24,0	0,87	28,0
0,60	12,0	28,0	12,0	1,53	8,0	4,40	26,0	39,0	26,0	1,13	23,0
0,80	17,0	40,0	17,0	1,53	11,0	4,60	28,0	45,0	28,0	6,67	4,0
1,00	53,0	76,0	53,0	3,07	17,0	4,80	290,0	390,0	290,0	6,67	44,0
1,20	51,0	97,0	51,0	2,80	18,0	5,00	290,0	390,0	290,0	6,67	44,0
1,40	35,0	77,0	35,0	2,07	17,0	5,20	290,0	390,0	290,0	6,67	44,0
1,60	30,0	61,0	30,0	1,53	20,0	5,40	290,0	390,0	290,0	6,67	44,0
1,80	29,0	52,0	29,0	1,13	26,0	5,60	290,0	390,0	290,0	6,67	44,0
2,00	25,0	42,0	25,0	1,13	22,0	5,80	290,0	390,0	290,0	6,67	44,0
2,20	38,0	55,0	38,0	1,53	25,0	6,00	290,0	390,0	290,0	6,67	44,0
2,40	45,0	68,0	45,0	1,93	23,0	6,20	290,0	390,0	290,0	6,67	44,0
2,60	28,0	57,0	28,0	1,00	28,0	6,40	290,0	390,0	290,0	6,67	44,0
2,80	25,0	40,0	25,0	1,07	23,0	6,60	200,0	300,0	200,0	2,20	91,0
3,00	22,0	38,0	22,0	0,80	27,0	6,80	167,0	200,0	167,0	6,67	25,0
3,20	22,0	34,0	22,0	0,47	47,0	7,00	260,0	360,0	260,0	6,67	39,0
3,40	20,0	27,0	20,0	0,80	25,0	7,20	290,0	390,0	290,0	6,67	44,0
3,60	18,0	30,0	18,0	0,60	30,0	7,40	290,0	390,0	290,0	----	----
3,80	23,0	32,0	23,0	1,13	20,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

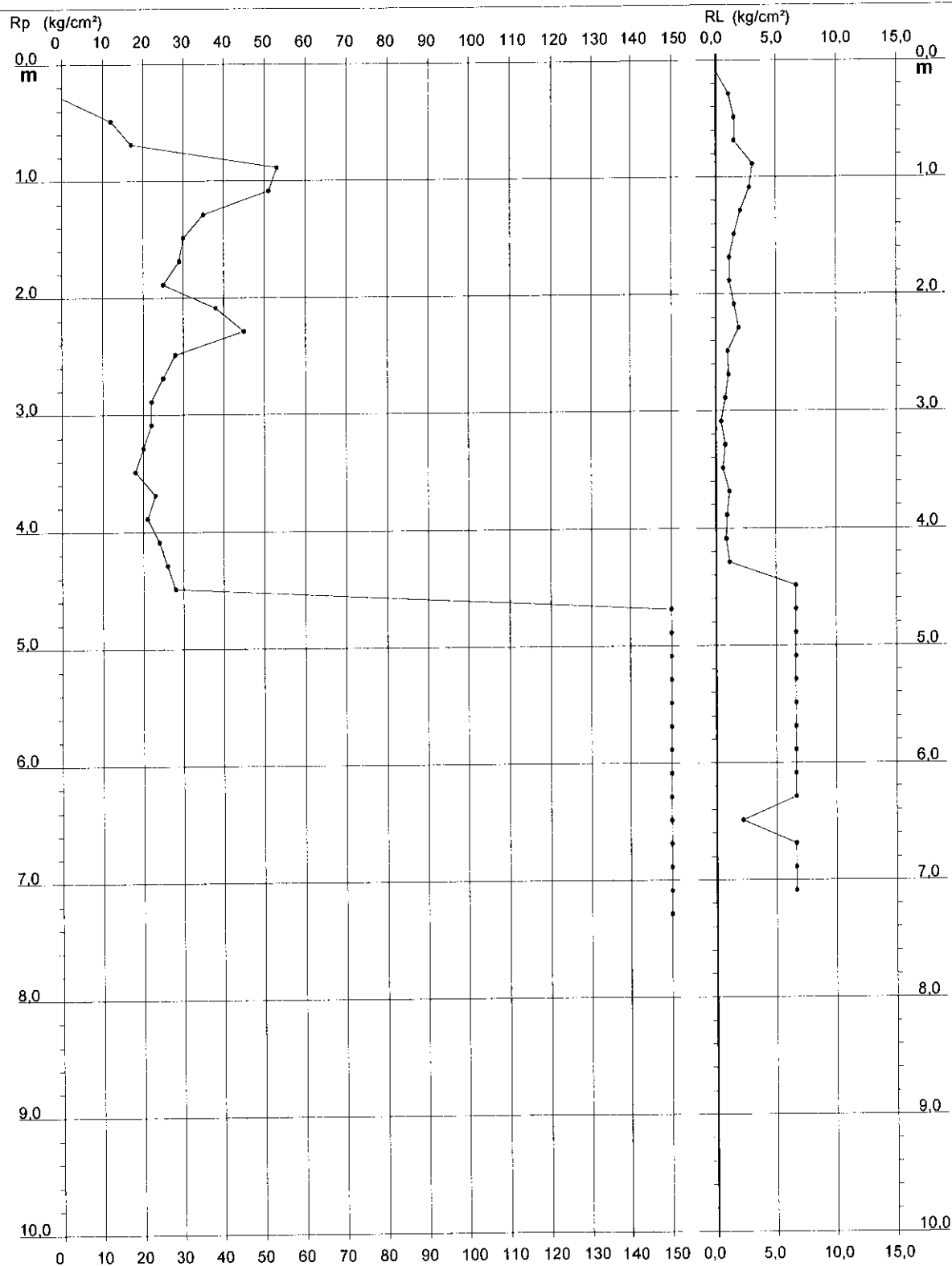
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.010496-097

- committente : Boccarossa dott. Stefano, geologo
- lavoro : Stadio
- località : FANO (PU)
- note : Max prof. raggiunta prima del disancoramento.

- data : 31/10/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



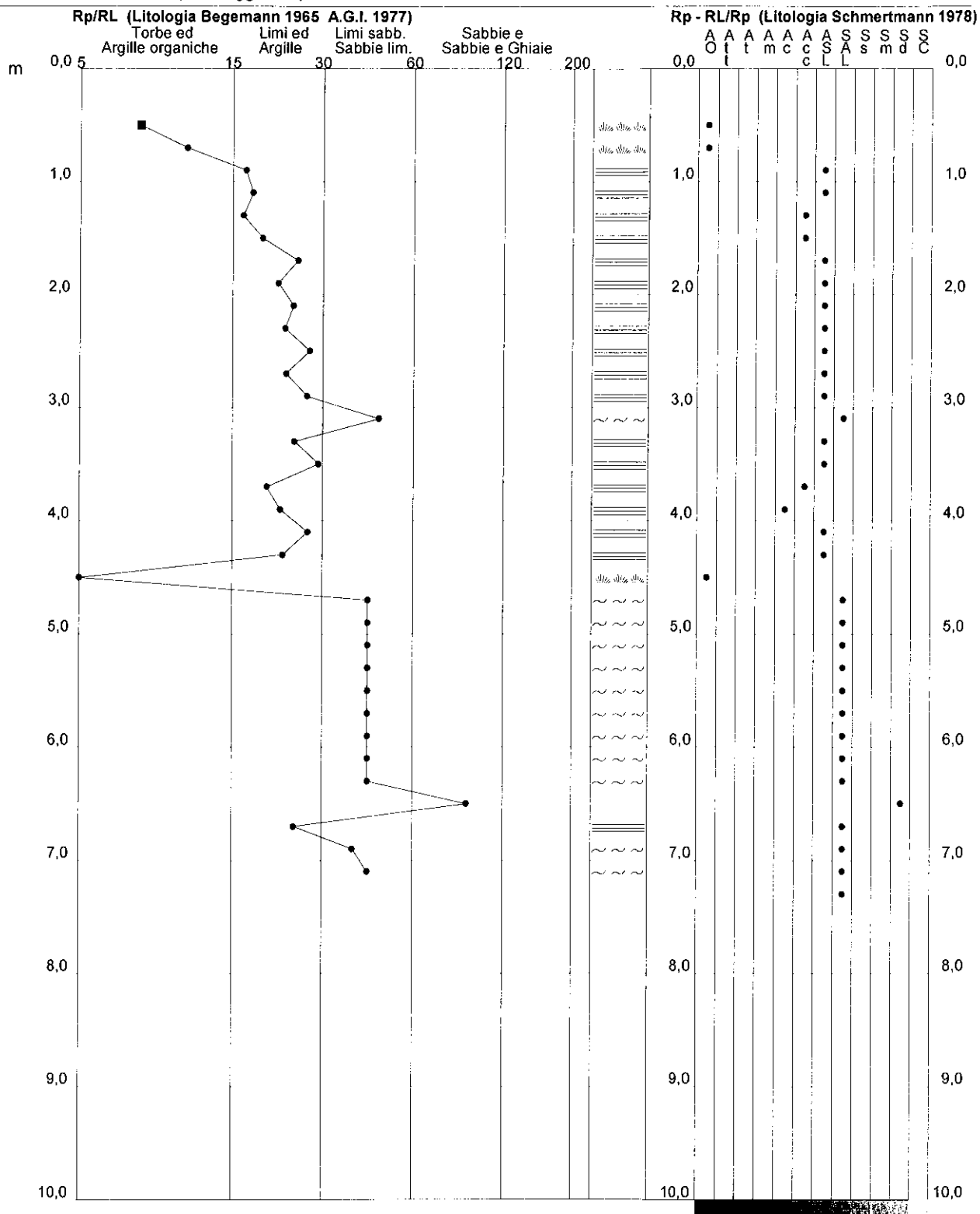
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

2.010498-097

- committente : Boccarossa dott. Stefano, geologo
- lavoro : Stadio
- località : FANO (PU)
- note : Max prof. raggiunta prima del disancoramento.

- data : 31/10/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.010496-097

- committente : Boccarossa dott. Stefano, geologo
- lavoro : Stadio
- località : FANO (PU)
- note : Max prof. raggiunta prima del disancoramento.

- data : 31/10/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	12	8	2/III	1,85	0,11	0,57	48,7	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	17	11	2/III	1,85	0,15	0,72	45,6	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	53	17	4/II	1,85	0,19	1,77	99,9	300	451	159	91	41	42	44	45	42	31	0,228	88	133	159
1,20	51	18	4/II	1,85	0,22	1,70	80,0	289	434	153	86	40	42	43	45	41	31	0,208	85	128	153
1,40	35	17	4/II	1,85	0,26	1,17	41,2	198	298	105	69	38	40	41	44	38	29	0,156	58	88	105
1,60	30	20	4/II	1,85	0,30	1,00	28,8	170	255	90	60	36	38	41	43	37	29	0,131	50	75	90
1,80	29	26	4/II	1,85	0,33	0,98	24,3	167	251	87	56	36	38	40	43	36	29	0,120	48	73	87
2,00	25	22	4/II	1,85	0,37	0,91	19,3	155	232	75	49	35	37	39	42	35	28	0,100	42	63	75
2,20	38	25	4/II	1,85	0,41	1,27	26,0	215	323	114	61	36	39	41	43	37	30	0,132	63	95	114
2,40	45	23	4/II	1,85	0,44	1,50	28,8	255	383	135	64	37	39	41	43	37	31	0,143	75	113	135
2,60	28	28	4/II	1,85	0,48	0,97	15,0	164	246	84	46	34	37	39	42	34	28	0,094	47	70	84
2,80	25	23	4/II	1,85	0,52	0,91	12,7	155	232	75	40	34	36	39	41	33	28	0,081	42	63	75
3,00	22	27	4/II	1,85	0,55	0,85	10,6	144	216	66	34	33	35	38	41	32	28	0,067	37	55	66
3,20	22	47	3/III	1,85	0,59	--	--	--	--	--	33	33	35	38	41	31	28	0,064	37	55	66
3,40	20	25	4/II	1,85	0,63	0,80	8,5	149	224	60	28	32	35	37	40	31	27	0,054	33	50	60
3,60	18	30	4/II	1,85	0,67	0,75	7,3	165	247	56	23	31	34	37	40	30	27	0,044	30	45	54
3,80	23	20	4/II	1,85	0,70	0,87	8,2	168	252	69	30	32	35	38	40	31	28	0,058	38	58	69
4,00	21	22	4/II	1,85	0,74	0,82	7,2	184	276	63	26	32	34	37	40	30	27	0,049	35	53	63
4,20	24	28	4/II	1,85	0,78	0,89	7,4	191	286	72	29	32	35	37	40	30	28	0,056	40	60	72
4,40	26	23	4/II	1,85	0,81	0,93	7,4	200	300	78	31	32	35	38	40	31	28	0,059	43	65	78
4,60	28	4	4/II	1,85	0,85	0,97	7,4	210	315	84	32	33	35	38	41	31	28	0,062	47	70	84
4,80	290	44	3/III	1,85	0,89	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	483	725	870
5,00	290	44	3/III	1,85	0,93	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	483	725	870
5,20	290	44	3/III	1,85	0,96	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	483	725	870
5,40	290	44	3/III	1,85	1,00	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	483	725	870
5,60	290	44	3/III	1,85	1,04	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	483	725	870
5,80	290	44	3/III	1,85	1,07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	483	725	870
6,00	290	44	3/III	1,85	1,11	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	483	725	870
6,20	290	44	3/III	1,85	1,15	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	483	725	870
6,40	290	44	3/III	1,85	1,18	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	483	725	870
6,60	200	91	3/III	1,85	1,22	--	--	--	--	--	91	41	42	44	45	39	38	0,226	333	500	600
6,80	167	25	4/II	1,85	1,26	5,57	40,3	946	1420	501	84	40	41	43	45	38	37	0,203	278	418	501
7,00	260	39	3/III	1,85	1,30	--	--	--	--	--	99	42	43	44	46	40	40	0,253	433	650	780
7,20	290	44	3/III	1,85	1,33	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	40	40	0,258	483	725	870
7,40	290	--	3/III	1,85	1,37	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	40	40	0,258	483	725	870

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO tipo: TG 63-100 ISM.C

Caratteristiche:

- punta conica meccanica $\varnothing 35.7$ mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ($\varnothing 35.7$ mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm^2)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett. \Rightarrow Spinta) $C_t = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$

fase 1 - resistenza alla punta $R_p \text{ (Kg / cm}^2 \text{)} = (\text{L. punta}) C_t / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale $R_L \text{ (Kg / cm}^2 \text{)} = [(\text{L. laterale}) - (\text{L. punta})] C_t / 150$

fase 3 - resistenza totale $R_t \text{ (Kg)} = (\text{L. totale}) C_t$

$R_p / R_L = \text{'rapporto Begemann'}$

- L. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta $S \text{ (Kg)}$, corrispondente a ciascuna fase, si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione C_t .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale R_L viene computata 20 cm sopra la punta.

CONVERSIONI

$1 \text{ kN (kiloNewton)} = 1000 \text{ N} \approx 100 \text{ kg} = 0,1 \text{ t} - 1 \text{ MN (megaNewton)} = 1000 \text{ kN} = 1000000 \text{ N} \approx 100 \text{ t}$

$1 \text{ kPa (kiloPascal)} = 1 \text{ kN/m}^2 = 0,001 \text{ MN/m}^2 = 0,001 \text{ MPa} \approx 0,1 \text{ t/m}^2 = 0,01 \text{ kg/cm}^2$

$1 \text{ MPa (MegaPascal)} = 1 \text{ MN/m}^2 = 1000 \text{ kN/m}^2 = 1000 \text{ kPa} \approx 100 \text{ t/m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$

$\text{kg/cm}^2 = 10 \text{ t/m}^2 \approx 100 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MN/m}^2 = 0,1 \text{ Mpa}$

$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg} \approx 10 \text{ kN}$

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: $F = (R_p / R_L)$

(Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977)

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

F = R_p / R_L	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LILOSE	GRANULARI
$F > 60$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di R_p e di $FR = (R_L / R_p) \% :$

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.

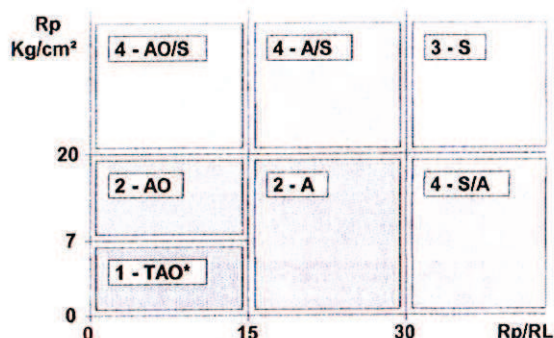
LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto R_p / R_L
(Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$R_p \leq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni COESIVI anche se $(R_p / R_L) > 30$

$R_p \geq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni GRANULARI anche se $(R_p / R_L) < 30$



NATURA LITOLOGICA

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIMIBILITA'
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA / GRANULARE

PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ - R_p - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ)
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - R_p]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- E_u = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : E_u - C_u - OCR - I_p I_p = ind.plast.]
 E_{u50} - E_{u25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - R_p]
 E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente)
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
- M_o = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : M_o - R_p - natura]
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- D_r = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : D_r - R_p - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - D_r - R_p - σ'_{vo}]
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
 ϕ'_{1s} - (Schmertmann) sabbia fine uniforme ϕ'_{2s} - sabbia media unif./ fine ben gradata
 ϕ'_{3s} - sabbia grossa unif./ media ben gradata ϕ'_{4s} - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.
 ϕ'_{dm} - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. ϕ'_{my} - (Meyerhof) sabbie limose
- A_{max} = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (A_{max}/g) - D_r]

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

STADIO
FANO (PU)

INDAGINE SISMICA
PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA – METODO HVSR

Committente: Geol. Stefano Boccarossa

OSIMO, novembre 2018

1 PREMESSA

Il giorno 31 ottobre 2018, su committenza del Geol. Stefano Boccarossa sotto la medesima direzione tecnica, si è eseguita un'indagine geofisica mediante una Prospezione Sismica Passiva – METODO HVSR per il calcolo delle frequenze di risonanza dei terreni e la stima della Velocità delle onde Vs.

2 INDAGINE EFFETTUATA

Nel caso in esame la strumentazione è composta da:

- sismografo EEG BR24 24 canali
- Geofono triassiale;

3 PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA – METODO HVSR

La metodologia sismica HVSR misura il rumore sismico ambientale che è presente ovunque sulla superficie terrestre, ed è prodotto dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, microterremoti, vento) e dall'attività antropica.

Il rumore sismico ambientale viene anche chiamato *microtremore* in quanto costituito da oscillazioni di piccolissima ampiezza se confrontate con quelle associate ai terremoti.

La denominazione di sismica passiva dipende dal fatto che il rumore non viene generato *artificialmente*, come nelle energizzazione della sismica attiva, ma è presente naturalmente.

In qualsiasi luogo pianeggiante sono sempre presenti delle vibrazioni associate alle onde oceaniche con dei picchi a 0,14 e 0,07 Hz. A questo comportamento spettrale di "fondo", sempre presente in varia forma, e soggetto a scarsissima attenuazione, si sovrappongono le sorgenti locali dovute alle attività antropiche (traffico, macchinari ecc..) e naturali. L'effetto di queste sorgenti locali è soggetto ad attenuazioni all'aumentare della frequenza che sono dovute all'assorbimento anelastico associato all'attrito interno delle rocce e dei terreni.

La metodologia HVSR è stata introdotta da Nakamura (1989) per la determinazione delle frequenze di risonanza dei terreni e la stima dell'amplificazione sismica locale, elementi di grande utilità per l'ingegneria sismica.

La frequenza fondamentale di risonanza (F) dello strato di terreno n è data dalla formula:

$$F_n = V_s / 4h$$

in cui V_s è la velocità media delle onde S nello strato N ed h è lo spessore.

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Questo, insieme ad una stima delle velocità è in grado di fornire previsioni sullo spessore h degli strati.

Viceversa, nota la stratigrafia è teoricamente possibile fornire una valutazione approssimativa della velocità delle onde S nei singoli strati.

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

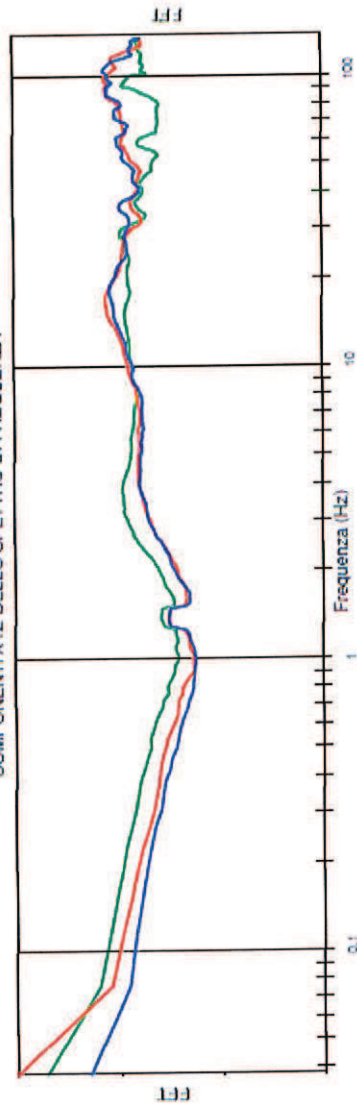
Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

$$V_s = 364 \text{ m/sec}$$

Picco alla frequenza di 16 hz circa

COMPONENTI XYZ DELLO SPETTRO DI FREQUENZA



LEGENDA

- Spettro asse Z (verticale)
- Spettro asse X
- Spettro asse Y
- HV direzione X
- HV direzione Y
- HV media

Durata della registrazione 20' 32.1"
 Campionamento 10 KHz
 Finestra di campionamento 26.2 s
 Picco alla frequenza: 18 Hz circa

RAPPORTO DELLE COMPONENTI SPETTRALI ORIZZONTALI SULLA VERTICALE

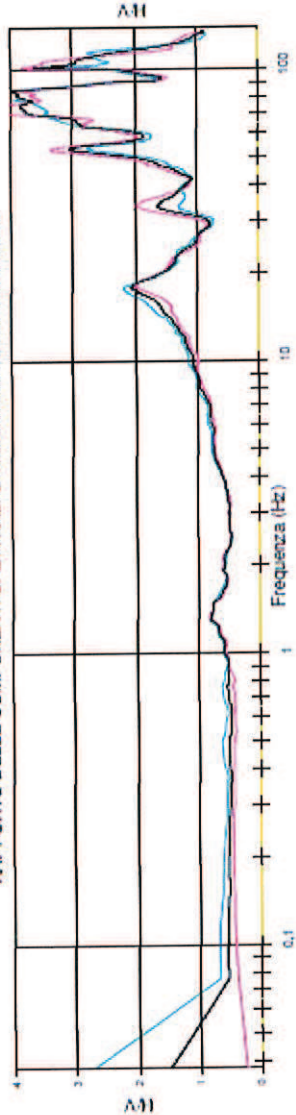
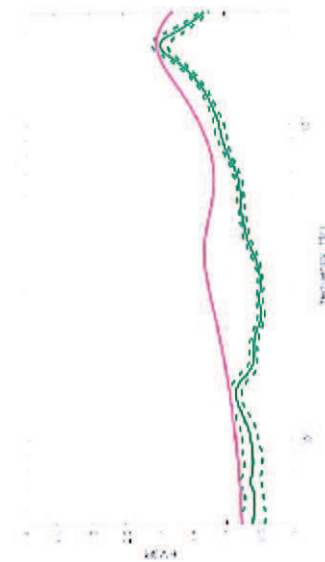


TABELLA DI CALCOLO

Da Prof. a Prof.	Vp	Hv/Vp	Vp/X	Q
0	.7	136	.0051	136
.7	1.2	151	.0026	142
1.2	2.8	287	.0053	157
2.8	5.8	502	.0029	241
5.8	15.7	381	.005	314
15.7	26.6	430	.0053	353
26.6	34.5	470	.0168	375
34.5	42.3	514	.0152	394

VALORE CALCOLATO VSEQ = 384 m/s



PROVA H/V

STADIO DI FANO

GEOL STEFANO BOCCAROSSA

Metodo Nakamura

SPETTRI DI FREQUENZA
 PROVA F100

Novembre 2018

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO N.1 – Esecuzione prova penetrometrica CPT n.1 – Area STADIO MANCINI, FANO (PU).



FOTO N.2 – Esecuzione prova penetrometrica CPT n.2 – Area STADIO MANCINI, FANO (PU).

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO N.3 – Esecuzione prospezione sismica HVSr – Area STADIO MANCINI, FANO (PU).