

COMUNE DI TOLENTINO

(Provincia di Macerata)

INDAGINE GEOLOGICA NELL'AREA DELLA SCUOLA
"LUCATELLI"

RELAZIONE GEOLOGICA

--	--

Committente:

Amministrazione Comunale di Tolentino (MC)

Geologo:

Dott. Carlo Santini



INDICE

1.0	PREMESSA E METODOLOGIA DI INDAGINE	1
2.0	UBICAZIONE E MORFOLOGIA	2
3.0	GEOLOGIA	2
4.0	IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA	3
5.0	CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI TERRENI	4
6.0	CONDIZIONI MORFOLOGICHE	5
7.0	FONDAZIONI.....	5
8.0	SISMICITA'	5
8.1	Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento.....	5
9.0	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA.....	7
10.0	SISMICITA' DELL'AREA.....	9
11.0	CONCLUSIONI.....	14

ALLEGATI REPERITI

n°	1	Corografia scala (1:25.000)
n°	1	Planimetria catastale (scala 1:1.000)
n°	1	Planimetria generale d'intervento (scala 1:2000)
n°	1	Planimetria con ubicazione sondaggi e Ppd (scala 1:400)
n°	3	Sondaggi geognostici
n.	3	Prove penetrometriche dinamiche
n°	1	Sezioni geologiche (scala 1:200)
n.	1	Prove di Laboratorio geotecnico

RELAZIONE:

1.0 PREMESSA E METODOLOGIA DI INDAGINE

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Tolentino, è stata eseguita un'indagine geologica sull'area della scuola "Lucatelli" di Tolentino. Il progetto prevede la costruzione di una palestra a struttura leggera sita in posizione distaccata di alcuni metri rispetto al corpo principale.

L'area oggetto di tale studio è ubicata presso Viale Benadduci n.23.

Tale studio è stato effettuato in ottemperanza alle normative vigenti per le edificazioni in zona sismica e secondo quanto previsto dal D.M. 11 marzo 1988 e dalla Normativa Tecnica per le Costruzioni, di cui al D.M.14 Gennaio 2008.

Quest'ultima normativa ha introdotto nuove e specifiche procedure per la caratterizzazione geotecnica del suolo in cui ricade l'edificio.

Essa ha lo scopo di caratterizzare i terreni dal punto di vista geologico, idrogeologico e sismico.

L'indagine eseguita nell'area ha previsto:

- ◆ Rilevamento geologico e geomorfologico dell'area;
- ◆ Determinazione della sismicità dell'area;
- ◆ Elaborazione dei dati raccolti (comprensiva di dati reperiti);
- ◆ Indagine sismica di tipo passivo attraverso la tecnica HVSR con tomografo (dati reperiti).

2.0 UBICAZIONE E MORFOLOGIA

Il lotto in esame è ubicato a Tolentino in Viale Benadduci n.23; ed è costituito dalle particelle n° 281 -343 (Palestra) del Foglio N°54.

L'area, evidenziata dalla corografia allegata, è posta ad una quota di circa 220 m s.l.m.; è caratterizzata da un andamento morfologico pianeggiante.

L'area oggetto d'intervento non è interessata da processi morfodinamici attivi che possono minacciarne la stabilità. Non sono visibili forme di erosione derivate dallo scorrimento delle acque superficiali. La zona oggetto di intervento si raccorda con la zona dell'edificio scolastico con un muro di contenimento di 1.5 m.

L'area oggetto d'indagine dal punto di vista morfologico, risulta stabile.

3.0 GEOLOGIA

Geologicamente il territorio indagato è inserito nel Bacino Marchigiano Esterno ed è caratterizzato dall'esistenza di notevoli spessori di **depositi recenti di ambiente continentale** costituiti essenzialmente da limi argillosi-sabbiosi e ghiaie riferibili alle **alluvioni terrazzate del fiume Chienti** che ricoprono i sedimenti primari costituiti nell'area da unità pelitiche e pelitico-arenacee di sedimentazione messiniana.

I sondaggi descritti in appendice (reperiti) hanno evidenziato l'esistenza, immediatamente al di sotto del terreno vegetale e di riporto, di notevoli spessori di materiale a granulometria medio-fine e grossolana delle alluvioni del fiume Chienti. Il bedrock sedimentario, costituito nell'area dalle peliti e sabbie messiniane del membro superiore della Formazione della Laga, non è stato raggiunto dai sondaggi, presenti a notevoli profondità.

La successione litostratigrafica dei terreni rinvenuti durante le indagini (reperate) si riassume nel seguente schema :

- a) **terreno vegetale e di riporto;**
- b) **depositi alluvionali medio-fini;**
- c) **depositi alluvionali grossolani;**

a) Terreno vegetale e di riporto: costituito da limo argilloso color brunastro con sabbie e frammenti organici. Tale litotipo si osserva con spessori omogenei in tutta l'area, per spessori compresi tra un minimo di 0,8 m ed un massimo di 1,0 m.

b) Depositi alluvionali medio-fini : si tratta di limi argillosi e sabbiosi di color da beige brunastro a nocciola, con rari inclusi carboniosi fini e abbondanti, tracce di ossidazione. Fino a circa 2.00 m in tutti i sondaggi si osserva un limo argilloso beige brunastro con concrezioni nodulari di buona compattezza. Successivamente in profondità si passa a granulometrie prevalentemente sabbiose e limo-sabbiose intercalate a variabili lenti limo-argillose. La colorazione diviene giallastra e marroncina, la consistenza del materiale è sempre da considerarsi da buona ad ottima. Il presente litotipo si riscontra in tutti i sondaggi al di sotto del terreno vegetale, fino ad una profondità di circa 8,0 m dal p.c.. Nella porzione basale la granulometria diviene più grossolana, passando a sabbie limose con inclusi ghiaiosi.

c) Depositi alluvionali grossolani: corrispondono alle alluvioni ghiaiose del fiume Chienti e presentano nell'area uno spessore medio superiore ai 10 m. Inizialmente sono leggermente cementate con scarsa matrice limosa, successivamente sciolte. Raramente si osservano rari e sottili livelli limo-sabbiosi. Le ghiaie sono asciutte, eterometriche, con clasti scarsamente arrotondati, di natura sia calcarea che silicea, con diametro compreso tra 0,3 e 5,0 cm. Tali depositi, attraverso l'indagine sismica, presentano nell'area uno spessore medio superiore ai 20 m.

4.0 IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA

Per quanto riguarda l'idrologia superficiale, l'area di indagine non è attraversata da vie preferenziali di scorrimento delle acque.

La circolazione idrica profonda è condizionata dalla natura dei terreni presenti nell'area in esame.

I litotipi alluvionali presenti sono a granulometria prevalentemente media e media-grossolana; pertanto hanno una buona permeabilità sia in senso verticale che orizzontale.

Le sottostanti argille sono di bassa o nulla permeabilità, e fungono da battente impermeabile alle sovrastanti alluvioni. Non si può escludere tuttavia, in particolari condizioni meteoriche l'instaurarsi di falde superficiali sospese a carattere temporaneo, a contatto con livelli più argillosi.

5.0 CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI TERRENI

Per le caratteristiche geomeccaniche si è fatto riferimento alla bibliografia esistente, alle prove, nonché alle analisi effettuate su litotipi analoghi.

La successione litostratigrafica dei terreni è riassumibile nel seguente schema:

Terreno vegetale e di riporto (litotipo "a")

Peso nell'unità di volume $\gamma = 1,70 \text{ g/cm}^3$

Limo sabbioso e argilloso (litotipo "b")

Peso di volume	γ	= 1,95-2,0	g/cm^3
Angolo di attrito interno	ϕ'	= 23°- 27°	(gradi)
Coesione drenata	C'	= 0,0 - 0,2	Kg/cm^2
Coesione non drenata	C_u	= 0,7-1,1	Kg/cm^2
Modulo edometrico	E_{ed}	= 73	Kg/cm^2
Modulo def. non drenato	$E_u(50)$	= 30-40	Kg/cm^2

Ghiaie (litotipo "c")

Peso di volume	γ	= 1,8-1,9	g/cm^3
Angolo di attrito interno	ϕ'	= 32°- 34°	(gradi)
Coesione	C_u	= 0,0	Kg/cm^2
Modulo edometrico	E_{ed}	> 200	Kg/cm^2

6.0 CONDIZIONI MORFOLOGICHE

In base alle caratteristiche geologico-strutturali, alle condizioni geomorfologiche e all'assenza di elementi morfogenetici indicativi di dissesti gravitativi, si può affermare che l'area risulta attualmente stabile.

7.0 FONDAZIONI

Il progetto della struttura leggera non presenta strutture interrato o particolari accorgimenti in aderenza alle strutture esistenti. In questo caso si può consigliare una tipologia fondale di tipo superficiale a plinti o trave rovescia. Considerate le ottime caratteristiche geomeccaniche e di uniformità del litotipo della coltre alluvionale medio-fina riscontrato, può risultare idonea l'edificazione su fondazione superficiale, verificando che il piano fondale sia impostato all'interno del litotipo "b" dei limi argillo-sabbiosi e che sia sempre superato il terreno di riporto o il limo particolarmente scadente eventualmente presente. E' importante realizzare una impermeabilizzazione di tutto il perimetro fondale e la regimazione di tutte le acque superficiali e di scarico delle aree prospicienti. Variazioni di umidità dei terreni a ridosso delle strutture comporterebbe variazioni di volume e scadimento delle caratteristiche geomeccaniche.

Sarà comunque compito dello strutturista la scelta della tipologia fondale più idonea, anche in virtù delle esigenze progettuali e dalla adattabilità e facilità di esecuzione delle suddette opere fondali.

8.0 SISMICITA'

7.1 *Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento.*

La vita nominale di un'opera strutturale V_n è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

STRUTTURA	VITA NOMINALE V_n (anni)
Opere provvisorie Opere provvisionali Strutture in fase costruttiva	≤ 10
Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

In presenza di azioni sismiche, le costruzioni si suddividono in 4 classi d'uso, associando, a ciascuna un coefficiente d'uso C_u .

CLASSID'USO	I	II	III	IV
	Persone occasionali	Normali affollamenti	Affollamenti significativi	Funzioni pubbliche
COEFFICIENTE C_u	0,7	1,0	1,5	2,0

Il periodo di riferimento ha lo scopo di valutare le azioni sismiche:

$$V_r = V_n \times C_u.$$

L'opera progettata rientra nella tipologia di costruzione n. 2 relativa alle opere ordinarie alla quale corrisponde una vita nominale $V_n \geq 50$. Per quanto riguarda la classe d'uso essa rientra nella terza classe (Affollamenti significativi), alla quale corrisponde un coefficiente d'uso C_u pari a 1,5.

Pertanto all'opera in oggetto può essere attribuito un periodo di riferimento

$$V_r = V_n \times C_u = 50 \times 1,5 = 75 \text{ anni}$$

Per quanto riguarda l'intervento sulla costruzione esistente, la valutazione della sicurezza e la progettazione potranno essere eseguite con riferimento agli SLU.

Tali verifiche possono essere eseguite riguardo alle condizioni di salvaguardia della vita SLV o, in alternativa alle condizioni di collasso SLC.

In ottemperanza con il D.M. 14.01.2008, il rispetto degli stati limite è conseguito quando:

- Nei confronti di tutti gli stati limite ultimi SLU siano soddisfatte le verifiche relative alle condizioni di salvaguardia della vita SLV;
- Nei confronti di tutti gli stati limiti ultimi SLE siano soddisfatte le verifiche relative alle condizioni di danno SLD.

9.0 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO.

L'azione sismica deve essere valutata attraverso parametri locali di dettaglio che consentano una effettiva e coerente descrizione dell'azione stessa. E' necessario considerare le condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera e le condizioni topografiche, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella su un sito rigido con superficie orizzontale.

Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

Salvo studi specifici si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto 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 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $C_{u30} > 250$ KPa nei terreni a grana fina).</i>

C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori ai 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori ai 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{spt,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $C_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei depositi di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Tabella 3.2.II delle NTC 2008 – Categorie di sottosuolo

Ai fini dell'individuazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità dal piano di posa delle fondazioni superficiali e dalla testa dei pali per fondazioni profonde.

CATEGORIE TOPOGRAFICHE

Per condizioni topografiche semplici si può adottare la seguente classificazione (Tabella 3.2.IV delle NTC 2008).

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

Tabella 3.2.IV delle NTC 2008 – Categorie topografiche

Il sito in oggetto trovandosi in una zona pianeggiante potrà essere ascritto alla categoria T1.

10.0 SISMICITA' DELL'AREA

L'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 riclassifica l'intero territorio nazionale, in cui ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. (vedi tabella).

Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	< 0,05	0,05

Il territorio di Tolentino nell'ambito di tale Ordinanza ricade nella zona **sismica 2**.

Con l'entrata in vigore del D.M.14 gennaio 2008, con riferimento all'allegato dell'Ordinanza P.C.M. n.3519 del 28.04.2006, la stima della pericolosità sismica, non avviene più tramite un criterio *zona dipendente*, ma bensì mediante un approccio *sito dipendente*.

L'azione sismica di progetto ha lo scopo di valutare il rispetto dei diversi stati limite e viene determinata iniziando dalla pericolosità di base del sito di costruzione (che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica).

Dalle coordinate geografiche decimali del sito in oggetto si determinano i quattro nodi della griglia di riferimento dalle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero.

Sulla base della maglia individuata, si determinano i valori di riferimento del punto stesso come media pesata dei valori nei vertici (nodi) della maglia, moltiplicati per le distanze dal punto.

Si ottengono così i tre valori a_g (g), F_0 e T_c^* per gli stati limite dinamici:

Stati limite di esercizio dinamici (SLE)

- Stato limite di operatività (SLO);
- Stato limite di danno (SLD).

Stati limite di ultimi (SLU)

- Stato limite di salvaguardia della Vita (SLV);
- Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC)

con :

a_g (g) = accelerazione orizzontale massima al sito in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria di sottosuolo A) con superficie topografica orizzontale (categoria topografica T1);

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Coordinate geografiche del sito in oggetto:

Lat.: 43,2121

Long.: 13,2901

I valori dei parametri specifici del sito in oggetto a_g (g), F_0 e T_c sono riportati in tabella.

Long. 43,2121	Lat. 13,2901	(SLO)	(SLD)	(SLV)	(SLC)
a_g (g)		0,068	0,084	0,202	0,259
F_0		2,463	2,463	2,469	2,504
T_c		0,287	0,298	0,339	0,345

ACCELERAZIONE MASSIMA ATTESA AL SITO

L'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata in base alla relazione proposta dalle NTC 2008:

$$a_{\max} = S \times a_g = S_s \times S_t \times a_g$$

dove:

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_t);

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

Per ogni categoria di suolo possono essere calcolati i coefficienti S_s e C_c attraverso espressioni riportate nella sottostante tabella (Tab.3.2.V delle NTC 2008).

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1,2$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1,5$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1,8$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1,6$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Espressione per il calcolo di S_s e C_c in funzione della categoria di suolo.

dove:

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria di sottosuolo A) con superficie topografica orizzontale (categoria topografica T1)

g = accelerazione di gravità;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_t riportati nella tabella 3.2.VI delle NTC 2008, in funzione delle categorie topografiche T del sito.

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 del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_t

Per il sito in oggetto otteniamo:

Coefficienti categoria sottosuolo e topografica	(SLO)	(SLD)	(SLV)	(SLC)
S_s	1,500	1,500	1,400	1,310
C_c	1,580	1,570	1,500	1,490
S_t	1,000	1,000	1,000	1,000

Applicando le seguenti relazioni:

$$a_{max} = S \times a_g = S_s \times S_t \times a_g$$

e

$$K_h = \beta_s \times a_{max}/g$$

$$K_v = + 0,5 \times K_h$$

dove:

K_h = coefficiente sismico orizzontale;

K_v = coefficiente sismico verticale;

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito per fondazioni e stabilità dei pendii (Tabella 7.11.I delle NTC 2008)

	Categorie di sottosuolo	
	A	B,C,D,E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Per il sito in oggetto si ottengono i seguenti valori:

Coefficienti	(SLO)	(SLD)	(SLV)	(SLC)
K_h	0,020	0,025	0,079	0,095
K_v	0,010	0,013	0,040	0,047
$a_{max} (m/s^2)$	0,995	1,232	2,773	3,325
β_s	0,200	0,200	0,280	0,280

Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito per muri di sostegno (Tabella 7.11.I delle NTC 2008)

	Categorie di sottosuolo	
	A	B,C,D,E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,31	0,31
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,18

Per il sito in oggetto si ottengono i seguenti valori:

Coefficienti	(SLO)	(SLD)	(SLV)	(SLC)
K_h	0,018	0,023	0,088	0,105
K_v	0,009	0,011	0,044	0,053
$a_{max} (m/s^2)$	0,995	1,232	2,773	3,325
β_s	0,180	0,180	0,310	0,310

11.0 CONCLUSIONI

In ottemperanza con le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.14/01/2008) si può affermare quanto segue:

- i terreni attraversati dalle indagini eseguite (reperate e non), fanno parte delle alluvioni del fiume Chienti;
- in base alle caratteristiche geologico-strutturali, alle condizioni geomorfologiche e all'assenza di elementi morfogenetici indicativi di dissesti gravitativi, si può affermare che l'area risulta attualmente stabile;
- In merito alla circolazione idrica sotterranea, si ribadisce il fatto che, in base alle indagini reperate e al sopralluogo effettuato, non sono state riscontrate percolazioni idriche, pertanto si escludono interazioni negative tra l'opera in oggetto ed il regime idrico profondo;
- nei sondaggi geognostici reperiti non è stata individuata nessuna falda idrica significativa fino a 10 m di profondità;
- per quanto riguarda la risposta sismica del sito in oggetto, i terreni presenti nel sottosuolo possono essere ascritti alla categoria "C", (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori ai 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina) in quanto il valore di V_{s30} è pari a 255 m/s.*
- è necessario regimare la raccolta e lo smaltimento delle acque superficiali, sia meteoriche che di scarico mediante cunette e condotte a tenuta nel lotto e nei terreni circostanti più prossimi; inoltre limitare al minimo le possibili infiltrazioni idriche nel sottosuolo mediante impermeabilizzazioni intorno al perimetro della zona di progetto.

Tolentino, giugno 2017



Prova sismica passiva

TROMINO

COMMITTENTE: GEOL.SANTINI CARLO

CANTIERE: Indagine geologico-tecnica per la messa in sicurezza dell'edificio scolastico
"Lucatelli" di Tolentino"

Riferimenti:

Comune: Tolentino (Mc)

Via/località: Viale Benadducci n.23

Castelraimondo li: 6 settembre 2013

Geol. Massimo Gubinelli

Geol. Nicola Bianchi

Via C.Levi, 9 62022 Castelraimondo (Mc)

Tel. & Fax 0737642526

e.mail info@sismicapassiva.com

sito internet: www.sismicapassiva.com



La presente indagine sismica di tipo passivo è stata commissionata dal Geol. Santini Carlo ai fini della classificazione dei terreni secondo quanto prescritto dall'art.3.2.2 delle nuove norme tecniche NTC 08. La prova sismica in oggetto, effettuata attraverso la tecnica HVSR con tromografo (Tromino) marca Micromed, farà parte del novero degli elaborati che costituiscono la relazione geologica e sismica per la messa in sicurezza dell'edificio scolastico "Lucatelli" sito nel Comune di Tolentino (Mc), in via Benadducci.

La prova eseguita permette la determinazione delle frequenze di risonanza proprie dei terreni in sito e da queste risalire alla velocità delle onde S nei primi trenta metri di terreno, individuando così la categoria di suolo come prescritto nelle NTC '08.

Ai fini di una corretta interpretazione della prova, sono state effettuate in loco, mediante tromografo, tre acquisizioni di circa 16 minuti l'una (P1-P2-P3) successivamente elaborate ed interpretate.



Figura.1 Area investigata

Prima di iniziare la registrazione viene opportunamente preparato il terreno mediante la rimozione di tutto quello che potrebbe interferire nell'accoppiamento strumento-terreno, si presta particolare attenzione alla presenza di fattori che potrebbero disturbare la prova quali radici, erba, elementi di origine antropica, pietrame, etc.



Figura.2 uno dei tre piedini usati per l'accoppiamento strumento terreno

Dopo aver preparato la superficie, rimuovendo le asperità per produrre un piano, si è proceduto all'accoppiamento strumento-terreno con attenzione per la messa in bolla ed il controllo delle tre componenti di registrazione (orizzontali e verticale) che debbono essere libere di registrare (tale operazione viene fatta osservando direttamente sul display del tromino le tracce di registrazione).

Nel caso specifico l'ancoraggio a terra dello strumento è stato effettuato mediante l'ausilio di piedini di lunghezza 3,5 cm, adatti a luoghi con la presenza in superficie di terreni morbidi e poco compatti.

Per effettuare l'accoppiamento dello strumento al suolo, in questo caso, è stato necessario rimuovere alcuni centimetri di terreno vegetale.

La prova P2 è stata successivamente elaborata ed interpretata (con software dedicato "Grilla"), determinando così la velocità delle onde S, che permettono di individuare la categoria di suolo in ottemperanza alle nuove norme tecniche per le costruzioni (NTC 2008), le prove P1-P3, anch'esse elaborate ed interpretate, non sono state inserite nel report in quanto utili al solo confronto tra le indagini sismiche eseguite.



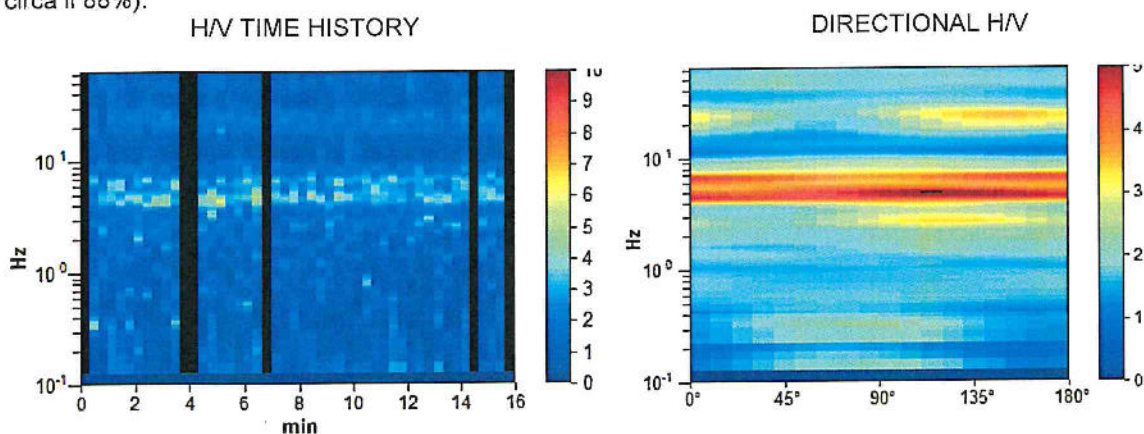
ELABORAZIONE ED INTERPRETAZIONE DELLA PROVA P1:

STRUMENTO CONDIZIONI DI ANALISI

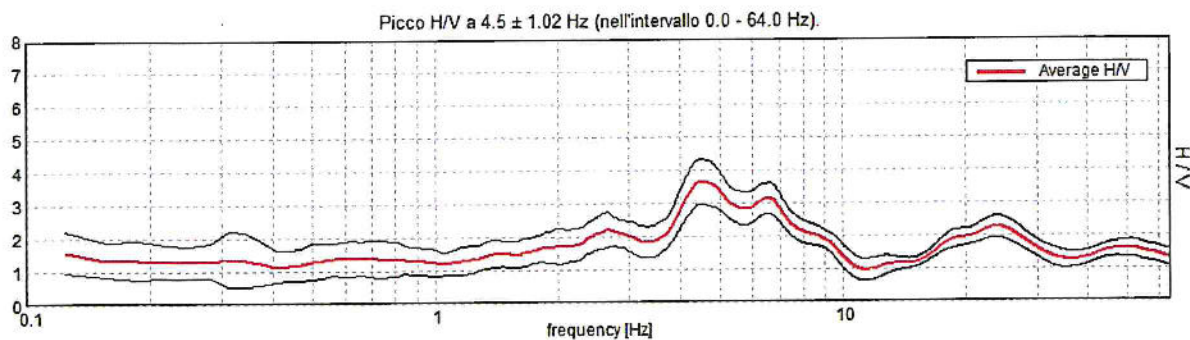
Strumento: TEP-0068/01-10
Inizio registrazione: 03/09/13 09:38:08 Fine registrazione: 03/09/13 09:54:09
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00". Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 15%

La prova così acquisita viene ripulita (bande nere a sinistra), lavorando nello spettro delle frequenze, al fine di eliminare tutti i disturbi registrati durante i 12 minuti di acquisizione (nello specifico la traccia utilizzata è circa il 88%).



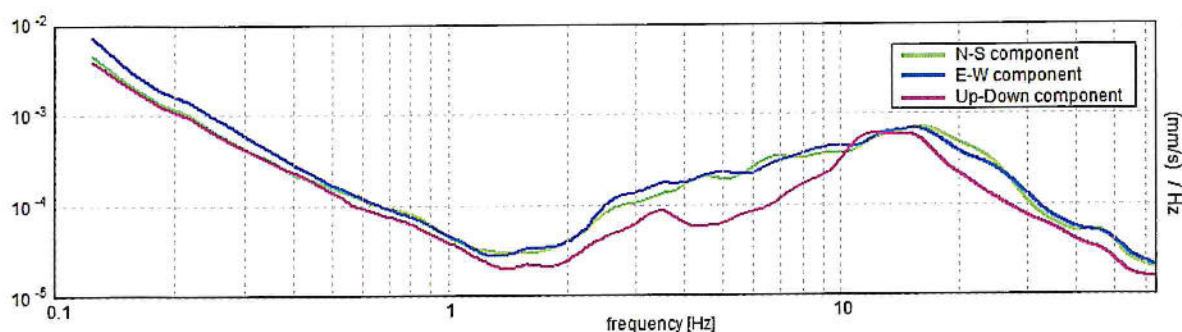
Andamento della curva H/V (componenti orizzontali su componenti verticali) durante la registrazione



- E' stato individuato un contrasto di impedenza posto in a circa 4.5Hz;
- nella traccia non si rileva la presenza di inversioni di velocità.



SINGLE COMPONENT SPECTRA

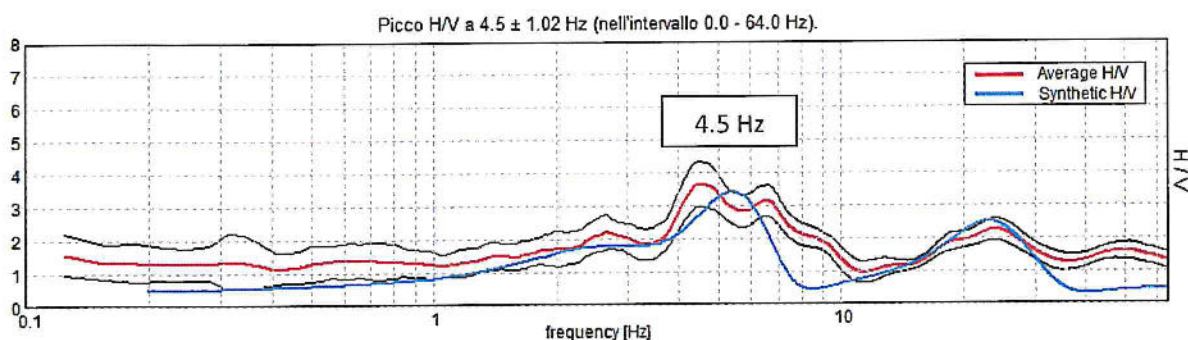


Per la stima delle Vs30 vengono individuati sul grafico "SINGLE COMPONENT SPECTRA" (vedi sopra) i tratti in cui l'andamento delle tre componenti che indicano la velocità delle onde nel sottosuolo subiscono variazioni, sovrapposizioni o bruschi decadimenti di una delle tre componenti. Mediante la correlazione (in questo caso tramite sondaggi effettuati in sito) si ricostruiscono le velocità delle onde S nel sottosuolo.

STRATIGRAFIA FORNITA PER L'INTERPRETAZIONE DELLE TRACCE

Prof. dal pc	Descrizione litologica
0.8	Terreno vegetale di riporto
7.8	Alternanze tra limi argillosi-Limo debolmente argilloso e sabbioso-sabbia limosa
10	Ghiaia media e grossolana con scarsa matrice sabbiosa

EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

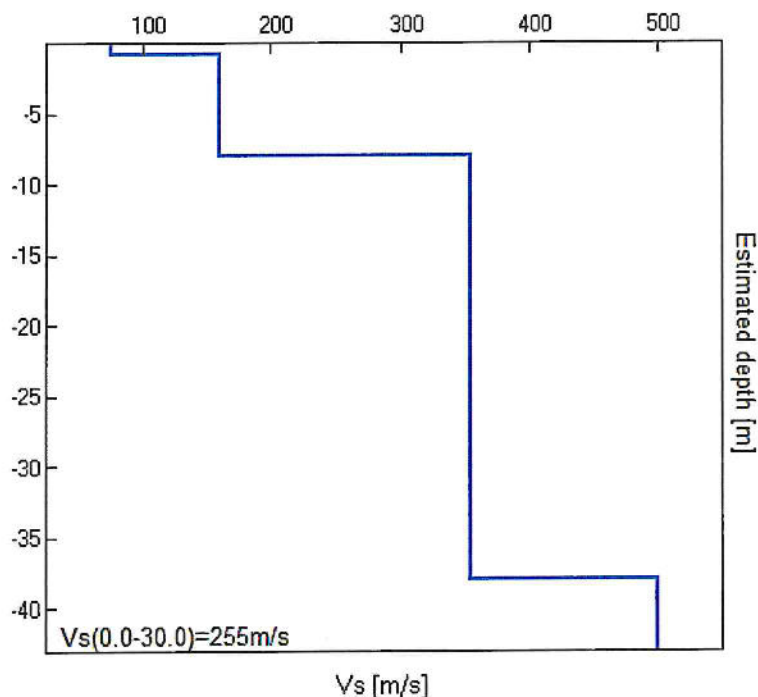


6 settembre 2013



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.80	0.80	75	0.40
8.00	7.20	160	0.40
38.00	30.00	355	0.40
inf.	inf.	500	0.40

$V_s(0.0-30.0) = 255 \text{ m/s}$



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Griffa* prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a $4.5 \pm 1.02 \text{ Hz}$ (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

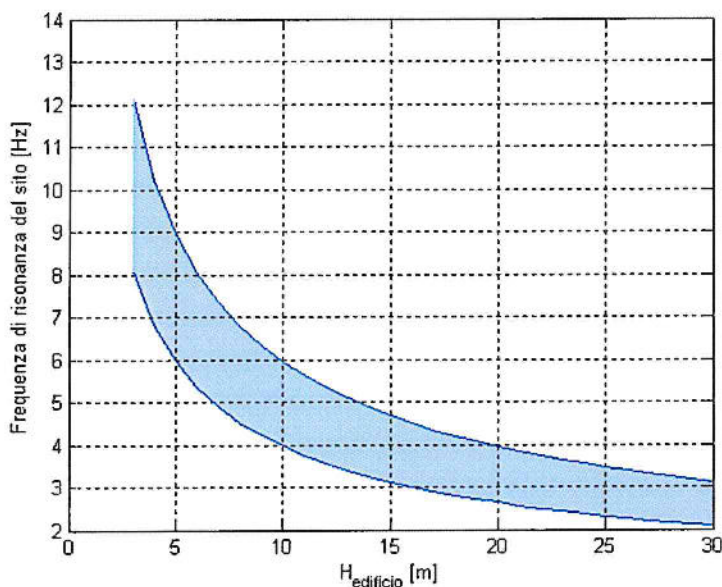
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$4.50 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3780.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 217	OK	



Correlazione tra altezza edifici e frequenza di risonanza dei terreni

Il grafico seguente descrive la correlazione tra l'altezza dell'edificio e il suo periodo di risonanza con i relativi intervalli di confidenza (sebbene il periodo di risonanza di una struttura dipenda da molti fattori altezza, rapporto altezza/base, materiali di costruzione ecc., l'altezza è il fattore che pesa maggiormente).



L'area blu indica la zona in cui la coincidenza delle frequenze di risonanza (sito ed edificio) produce effetti di amplificazione che devono essere attentamente valutati perché sono proprio questi fenomeni a incidere pesantemente sulla stabilità degli edifici.

Frequenza naturale dell'edificio~frequenza fondamentale di risonanza del sito

Dal punto di vista della risposta sismica, il rilievo dei microtremori con il metodo di Nakamura ha posto in luce, nell'intero sito, la presenza di un intervallo di frequenza nel quale è possibile l'insorgere di fenomeni di doppia risonanza struttura-terreno (tale osservazione vale per le tipologie di edifici più comuni) .

Frequenza = 3.5-6 Hz

Tale osservazione è puramente indicativa in quanto viene fatta utilizzando un grafico teorico che riporta le più comuni frequenze di risonanza degli edifici.

Conclusioni

A seguito dell'elaborazione dei dati si evidenzia:

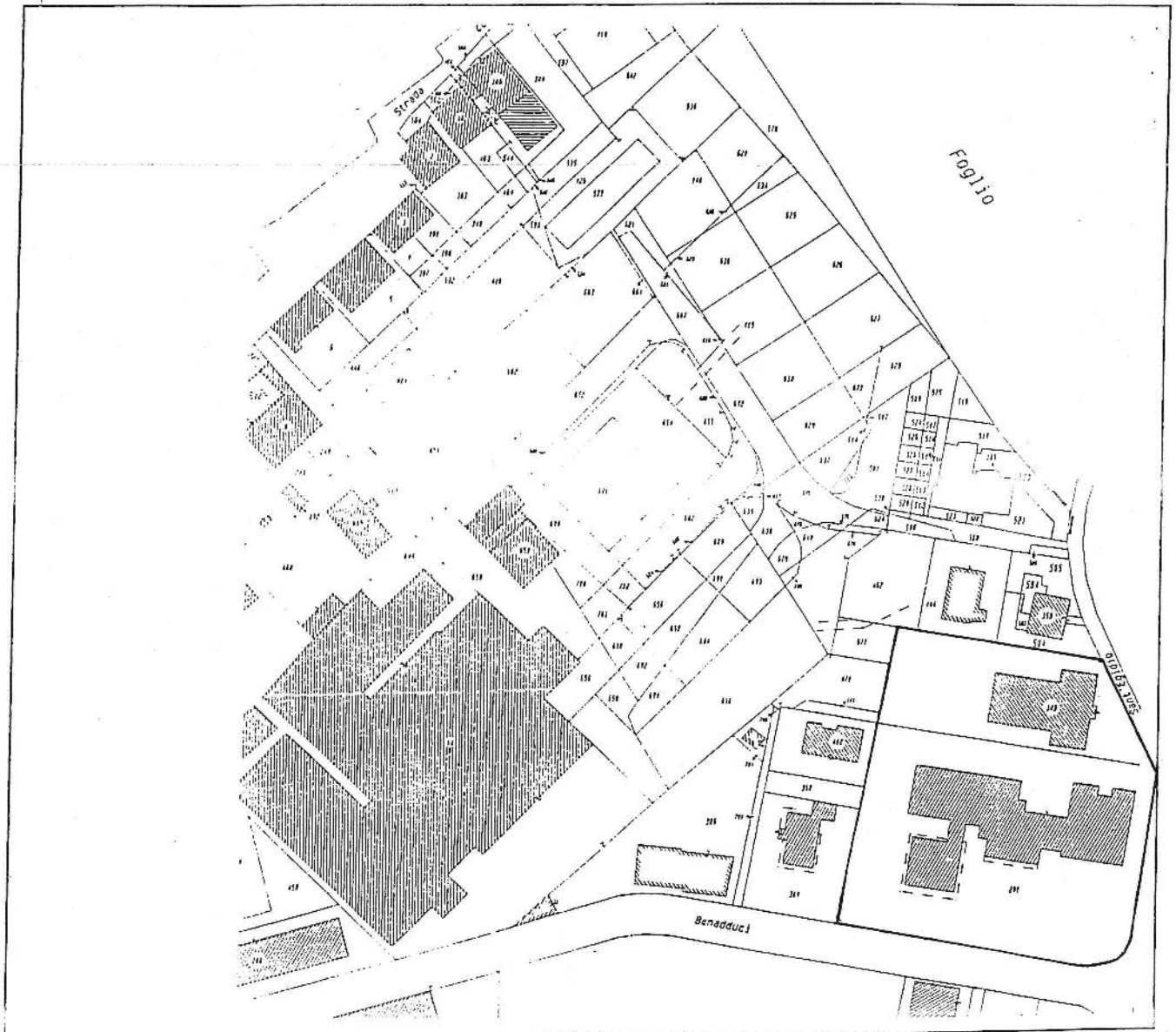
- Una lieve impedenza di velocità a circa 4.5 Hz;
- nella traccia non si rilevano inversioni di velocità;
- la traccia risulta concorde con situazioni di analisi simili (indagini sismiche passive effettuate su situazione geologico simili);
- altre variazioni poco significative si hanno all'interno dei sismostrati sopra descritti;
- la velocità rilevata delle onde S fino trenta metri è di $V_{s30}=255$ m/s;



Allegati

PLANIMETRIA CATASTALE

Area di indagine



STUDIO DI GEOLOGIA

COMUNE: TOLENTINO

LOCALITÀ: SCUGLIA LUCATELLI

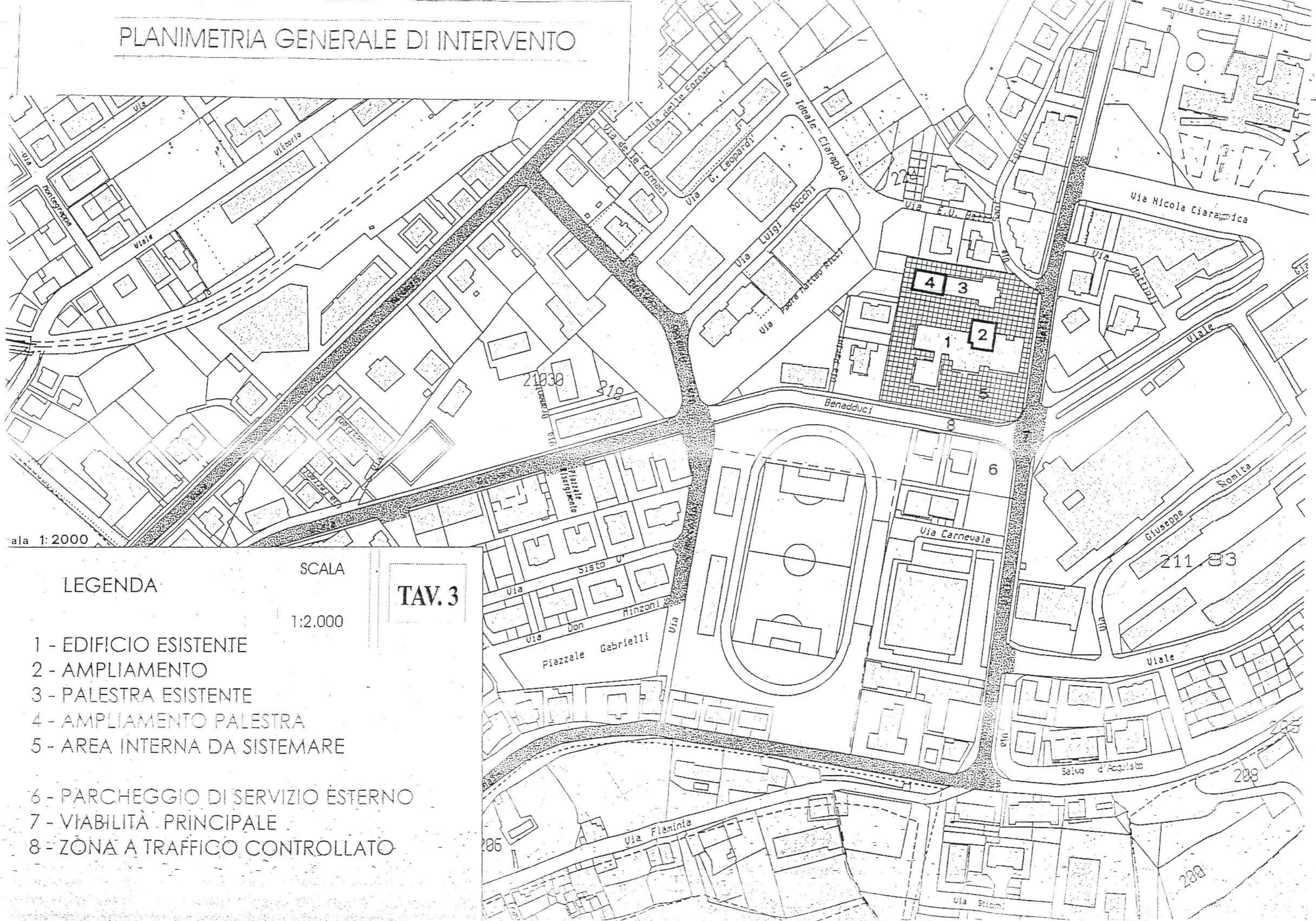
CONTINENTE: ANNAI COMUNALE

SCALA

1:1.000

TAV. 2

PLANIMETRIA GENERALE DI INTERVENTO



ala 1:2000

LEGENDA

SCALA
1:2.000

TAV. 3

- 1 - EDIFICIO ESISTENTE
- 2 - AMPLIAMENTO
- 3 - PALESTRA ESISTENTE
- 4 - AMPLIAMENTO PALESTRA
- 5 - AREA INTERNA DA SISTEMARE
- 6 - PARCHEGGIO DI SERVIZIO ESTERNO
- 7 - VIABILITÀ PRINCIPALE
- 8 - ZONA A TRAFFICO CONTROLLATO

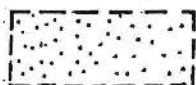
PLANIMETRIA

con ubicazione sondaggi e Ppd

Legenda



Ampliamento palestra



Ampliamento scuola



Ubicazione sondaggi



Ubicazione prove penetrometriche dinamiche



Traccia sezioni geologiche A-A' e B-B'

STUDIO DI GEOLOGIA

COMUNE TOLENTINO

LOCALITA' : SCUOLA LUCAFELLI

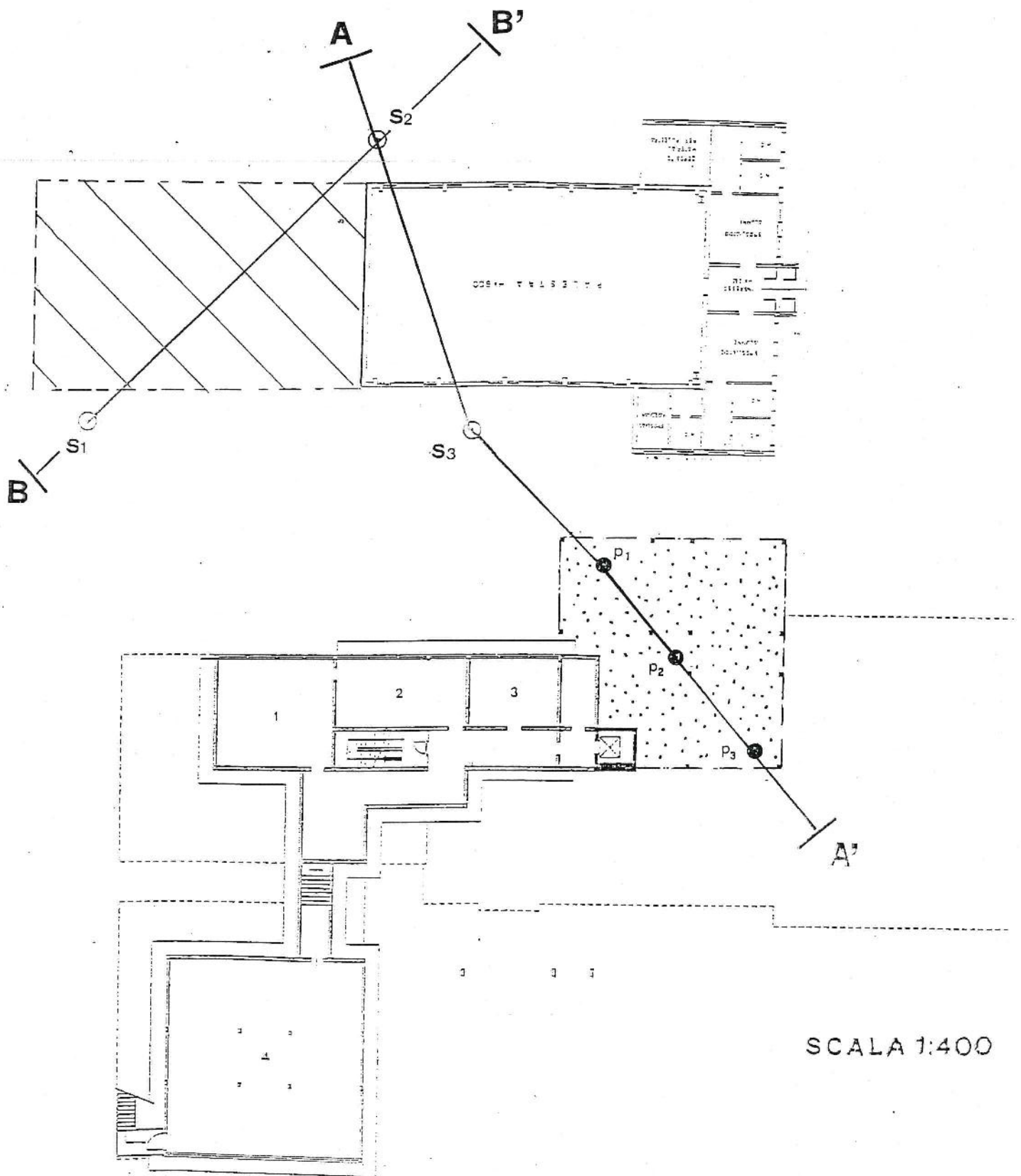
COMMITTENTE : AMM. COMUNALE

SCALA

1:400

TAV. 4

PLANIMETRIA con ubicazione sondaggi e Ppd



SCALA 1:400

COMUNE : TOLENTINO

LOCALITA' : SCUOLA LUCATELLI

COMMITTENTE : AMM. COMUNALE

STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Urbani fabrizio

SONDAGGIO

1

01-10-'99

STRATIGRAFIA	QUOTE		LITOLOGIA	Rp. (kg/cm ²)	Rs. (kg/cm ²)	OSSERVAZIONI
	p.c.	parz.				
			Terreno vegetale e riporto..			
1,0	0,8	0,8	Limo argilloso beige-bruno con concrezioni, di buona compattezza.	6,5	6	
2,0	1,8	1,0	Sabbia debolmente limosa giallo marrone; localmente limo sabbioso.	5		
3,0			Tra m 3,5 e 4 leggera umidità.			
4,0				2,5		
5,0			Da m 4,5 a 5,5 limo debolmente argilloso e sabbioso, saturo.			
6,0				3		
7,0			Da m 7 sabbia limosa.			
8,0	7,8	6,0	Ghiaia media e grossolana con scarsa matrice sabbiosa, a tratti leggermente cementata.	3,5		
9,0						
10	10,0					

Rp = resistenza penetrometrica

Rs = resistenza scissometrica

C = campioni prelevati

H = manifestazioni idriche

NOTE = Foro asciutto a fine sondaggio..

COMUNE : TOLENTINO

LOCALITA' : SCUOLA LUCATELLI

COMMITTENTE : AMM. COMUNALE

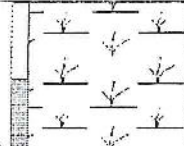
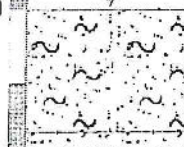
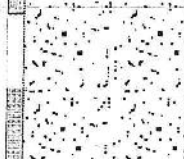
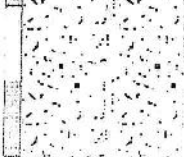
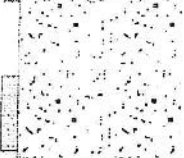
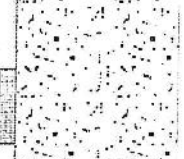
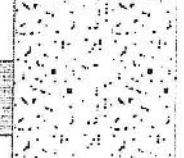
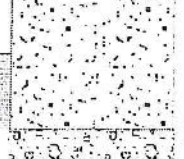


STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Urbani fabrizio

SONDAGGIO

2

01-10-'99

STRATIGRAFIA	QUOTE		LITOLOGIA	Rp. (kg/cmq)	Rs. (kg/cmq)	OSSERVAZIONI
	p.c.	parz.				
			Terreno di riporto.			
1,0	1,0	1,0		3,5		
			Limo argilloso beige-avana con concrezioni	4		
2,0	1,8	1,0		3,5		
			Limo debolmente argilloso marroncino,	4,5		
3,0						
			Da m 2,8 limo debolmente sabbioso. Aumentano le sabbie da m 3,5.	4,5		
4,0						
						
5,0						
						
6,0				4		
			Da m 6,5 anche debolmente argilloso,saturo.			
7,0						
			Da m 7,5 sabbia limosa.			
8,0	8,0	6,2				
			Ghiaia media e grossolana con scarsa matrice sabbiosa, a tratti leggermente cementata.			
9,0	9,0					
						
10						

Rp = resistenza penetrometrica

Rs = resistenza scissometrica

C = campioni prelevati

H = manifestazioni idriche

NOTE = Foro asciutto a fine sondaggio..

COMUNE : TOLENTINO

LOCALITA' : SCUOLA LUCATELLI

COMMITTENTE : AMM. COMUNALE

STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Urbani fabrizio

SONDAGGIO

3

01-10-'99

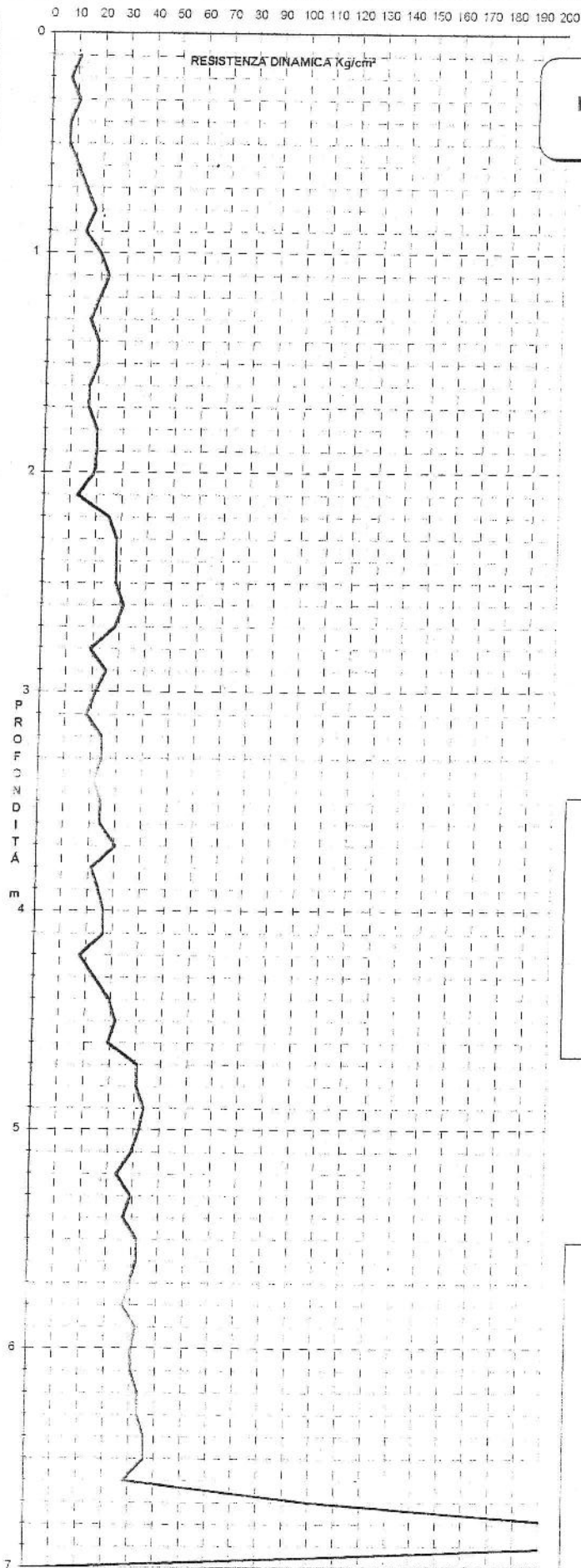
STRATIGRAFIA	QUOTE		LITOLOGIA	Rp. (kg/cm ²)	Rs. (kg/cm ²)	OSSERVAZIONI
	p.c.	parz.				
			Terreno vegetale e riporto.			
	1,0	1,0	Limo argilloso beige-bruno con concrezioni.	5		
	2,0	1,8	Limo sabbioso/Sabbia limosa giallo marrone.	5,5		
	3,0	3,0				2,0 C1 2,5
	4,0					
	5,0					
	6,0					
	7,0					
	8,0					
	9,0					
	10					

Rp = resistenza penetrometrica
Rs = resistenza scissometrica

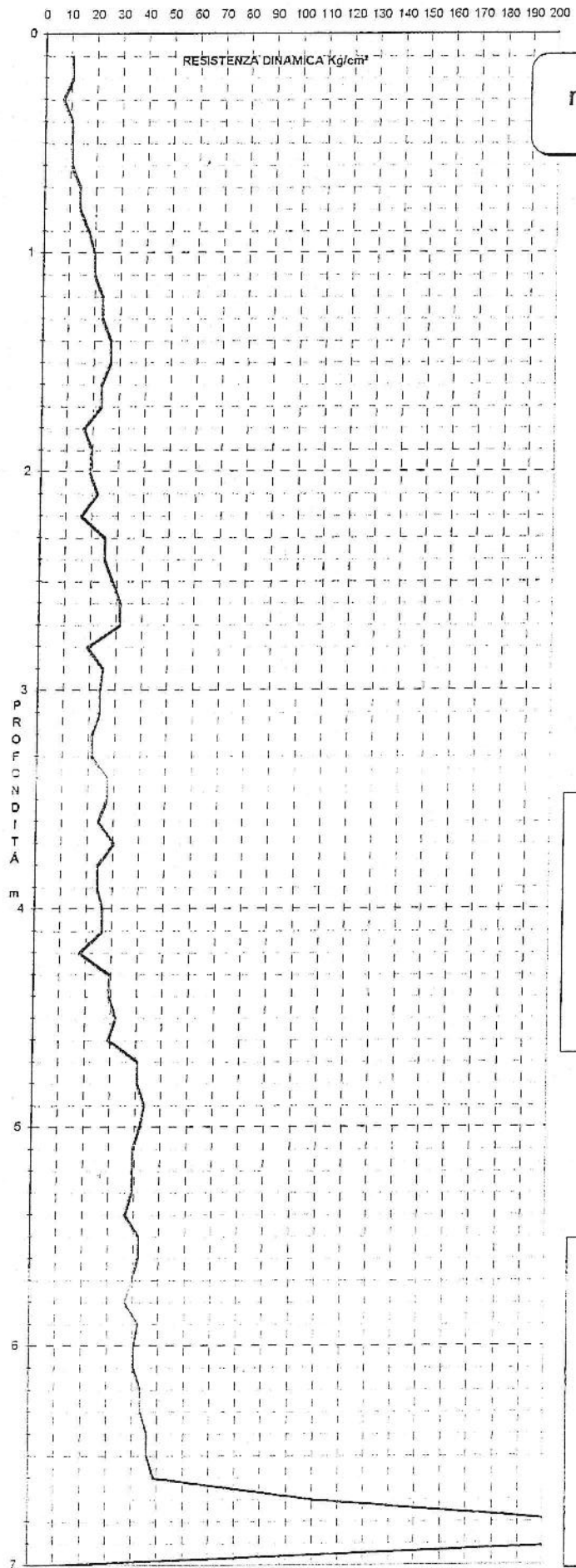
C = campioni prelevati
H = manifestazioni idriche

NOTE = Foro asciutto a fine sondaggio. Prelevato campione tra m 2 e 2,5.

Profondità	N	RDP	Cu	E
0,1	3	10,3	0,5	21
0,2	2	6,9	0,3	14
0,3	3	10,3	0,5	21
0,4	2	6,9	0,3	14
0,5	2	6,9	0,3	14
0,6	3	10,3	0,5	21
0,7	4	13,7	0,7	27
0,8	5	17,2	0,8	34
0,9	4	13,7	0,7	27
1,0	6	19,7	0,9	39
1,1	7	23,0	1,1	46
1,2	6	19,7	0,9	39
1,3	5	16,4	0,8	33
1,4	6	19,7	0,9	39
1,5	6	19,7	0,9	39
1,6	5	16,4	0,8	33
1,7	5	16,4	0,8	33
1,8	6	19,7	0,9	39
1,9	6	19,7	0,9	39
2,0	6	18,8	0,9	38
2,1	4	12,6	0,6	25
2,2	8	25,1	1,2	50
2,3	9	28,2	1,3	56
2,4	9	28,2	1,3	56
2,5	9	28,2	1,3	56
2,6	10	31,4	1,5	63
2,7	9	28,2	1,3	56
2,8	6	18,8	0,9	38
2,9	8	25,1	1,2	50
3,0	7	21,1	1,0	42
3,1	6	18,1	0,9	36
3,2	8	24,1	1,1	48
3,3	8	24,1	1,1	48
3,4	7	21,1	1,0	42
3,5	3	24,1	1,1	48
3,6	8	24,1	1,1	48
3,7	10	30,1	1,4	60
3,8	7	21,1	1,0	42
3,9	8	24,1	1,1	48
4,0	9	26,0	1,2	52
4,1	9	26,0	1,2	52
4,2	6	17,3	0,8	35
4,3	8	23,1	1,1	46
4,4	10	28,9	1,4	58
4,5	11	31,8	1,5	64
4,6	10	28,9	1,4	58
4,7	14	40,5	1,9	81
4,8	14	40,5	1,9	81
4,9	15	43,4	2,1	87
5,0	15	41,7	2,0	83
5,1	14	38,9	1,9	78
5,2	12	33,4	1,6	67
5,3	14	38,9	1,9	78
5,4	13	36,2	1,7	72
5,5	15	41,7	2,0	83
5,6	15	41,7	2,0	83
5,7	14	38,9	1,9	78
5,8	13	36,2	1,7	72
5,9	15	41,7	2,0	83
6,0	15	40,2	1,9	80
6,1	15	40,2	1,9	80
6,2	16	42,9	2,0	86
6,3	16	42,9	2,0	86
6,4	17	45,6	2,2	91
6,5	17	45,6	2,2	91
6,6	14	37,5	1,8	75
6,7	41	109,9		220
6,8	80	214,4		429
6,9	85	227,8		456
7,0	100	258,6		517



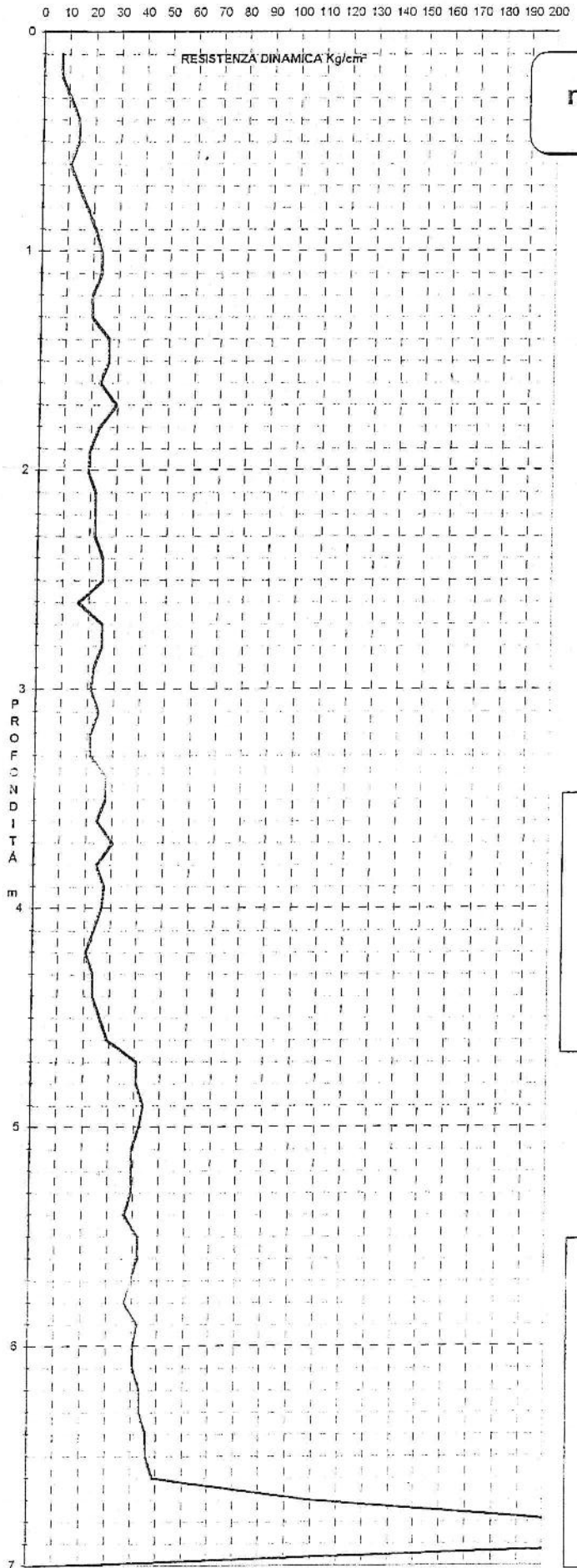
Profondità	N	RDP	Cu	E
0,1	3	10,3	0,5	21
0,2	3	10,3	0,5	21
0,3	2	6,9	0,3	14
0,4	3	10,3	0,5	21
0,5	3	10,3	0,5	21
0,6	3	10,3	0,5	21
0,7	4	13,7	0,7	27
0,8	4	13,7	0,7	27
0,9	5	17,2	0,8	34
1,0	6	19,7	0,9	39
1,1	6	19,7	0,9	39
1,2	7	23,0	1,1	46
1,3	7	23,0	1,1	46
1,4	8	26,2	1,2	52
1,5	8	26,2	1,2	52
1,6	7	23,0	1,1	46
1,7	7	23,0	1,1	46
1,8	5	16,4	0,8	33
1,9	6	19,7	0,9	39
2,0	6	18,8	0,9	38
2,1	7	22,0	1,0	44
2,2	5	15,7	0,7	31
2,3	8	25,1	1,2	50
2,4	8	25,1	1,2	50
2,5	9	28,2	1,3	56
2,6	10	31,4	1,5	63
2,7	10	31,4	1,5	63
2,8	6	18,8	0,9	38
2,9	8	25,1	1,2	50
3,0	8	24,1	1,1	48
3,1	8	24,1	1,1	48
3,2	7	21,1	1,0	42
3,3	7	21,1	1,0	42
3,4	9	27,1	1,3	54
3,5	9	27,1	1,3	54
3,6	8	24,1	1,1	48
3,7	10	30,1	1,4	60
3,8	8	24,1	1,1	48
3,9	8	24,1	1,1	48
4,0	9	26,0	1,2	52
4,1	9	26,0	1,2	52
4,2	6	17,3	0,8	35
4,3	10	28,9	1,4	58
4,4	10	28,9	1,4	58
4,5	11	31,8	1,5	64
4,6	10	28,9	1,4	58
4,7	14	40,5	1,9	81
4,8	14	40,5	1,9	81
4,9	15	43,4	2,1	87
5,0	15	41,7	2,0	83
5,1	14	38,9	1,9	78
5,2	14	38,9	1,9	78
5,3	14	38,9	1,9	78
5,4	13	36,2	1,7	72
5,5	15	41,7	2,0	83
5,6	15	41,7	2,0	83
5,7	14	38,9	1,9	78
5,8	13	36,2	1,7	72
5,9	13	41,7	2,0	83
6,0	15	40,2	1,9	80
6,1	15	40,2	1,9	80
6,2	16	42,9	2,0	86
6,3	16	42,9	2,0	86
6,4	17	45,6	2,2	91
6,5	17	45,6	2,2	91
6,6	18	48,3	2,3	97
6,7	41	109,9		220
6,8	80	214,4		429
6,9	85	227,8		456
7,0	100	258,6		517



valori di resistenza in Kg/cm²

parametri di correlazione: Cu = 21; E = 2.

Profondità	N	RDP	Cu	E
0,1	2	6,9	0,3	14
0,2	2	6,9	0,3	14
0,3	3	10,3	0,5	21
0,4	4	13,7	0,7	27
0,5	4	13,7	0,7	27
0,6	3	10,3	0,5	21
0,7	4	13,7	0,7	27
0,8	5	17,2	0,8	34
0,9	6	20,6	1,0	41
1,0	7	23,0	1,1	46
1,1	7	23,0	1,1	46
1,2	6	19,7	0,9	39
1,3	6	19,7	0,9	39
1,4	8	26,2	1,2	52
1,5	8	26,2	1,2	52
1,6	7	23,0	1,1	46
1,7	9	29,5	1,4	59
1,8	7	23,0	1,1	46
1,9	6	19,7	0,9	39
2,0	6	18,8	0,9	38
2,1	7	22,0	1,0	44
2,2	7	22,0	1,0	44
2,3	7	22,0	1,0	44
2,4	8	25,1	1,2	50
2,5	8	25,1	1,2	50
2,6	5	15,7	0,7	31
2,7	8	25,1	1,2	50
2,8	8	25,1	1,2	50
2,9	7	22,0	1,0	44
3,0	7	21,1	1,0	42
3,1	8	24,1	1,1	48
3,2	7	21,1	1,0	42
3,3	7	21,1	1,0	42
3,4	9	27,1	1,3	54
3,5	9	27,1	1,3	54
3,6	8	24,1	1,1	48
3,7	10	30,1	1,4	60
3,8	8	24,1	1,1	48
3,9	9	27,1	1,3	54
4,0	9	26,0	1,2	52
4,1	8	23,1	1,1	46
4,2	7	20,2	1,0	40
4,3	8	23,1	1,1	46
4,4	8	23,1	1,1	46
4,5	9	26,0	1,2	52
4,6	10	28,9	1,4	58
4,7	14	40,5	1,9	81
4,8	14	40,5	1,9	81
4,9	15	43,4	2,1	87
5,0	15	41,7	2,0	83
5,1	14	38,9	1,9	78
5,2	14	38,9	1,9	78
5,3	14	38,9	1,9	78
5,4	13	36,2	1,7	72
5,5	15	41,7	2,0	83
5,6	15	41,7	2,0	83
5,7	14	38,9	1,9	78
5,8	13	36,2	1,7	72
5,9	15	41,7	2,0	83
6,0	15	40,2	1,9	80
6,1	15	40,2	1,9	80
6,2	16	42,9	2,0	86
6,3	18	42,9	2,0	86
6,4	17	45,6	2,2	91
6,5	17	45,6	2,2	91
6,6	18	48,3	2,3	97
6,7	41	109,9		220
6,8	80	214,4		429
6,9	100	268,1		536
7,0	100	258,6		517



SEZIONI GEOLOGICHE A-A' e B-B'

SCALA 1:200

LEGENDA



Terreno di riporto



Limo argilloso sabbioso (alluvioni)



Limo sabbioso argilloso (alluvioni)



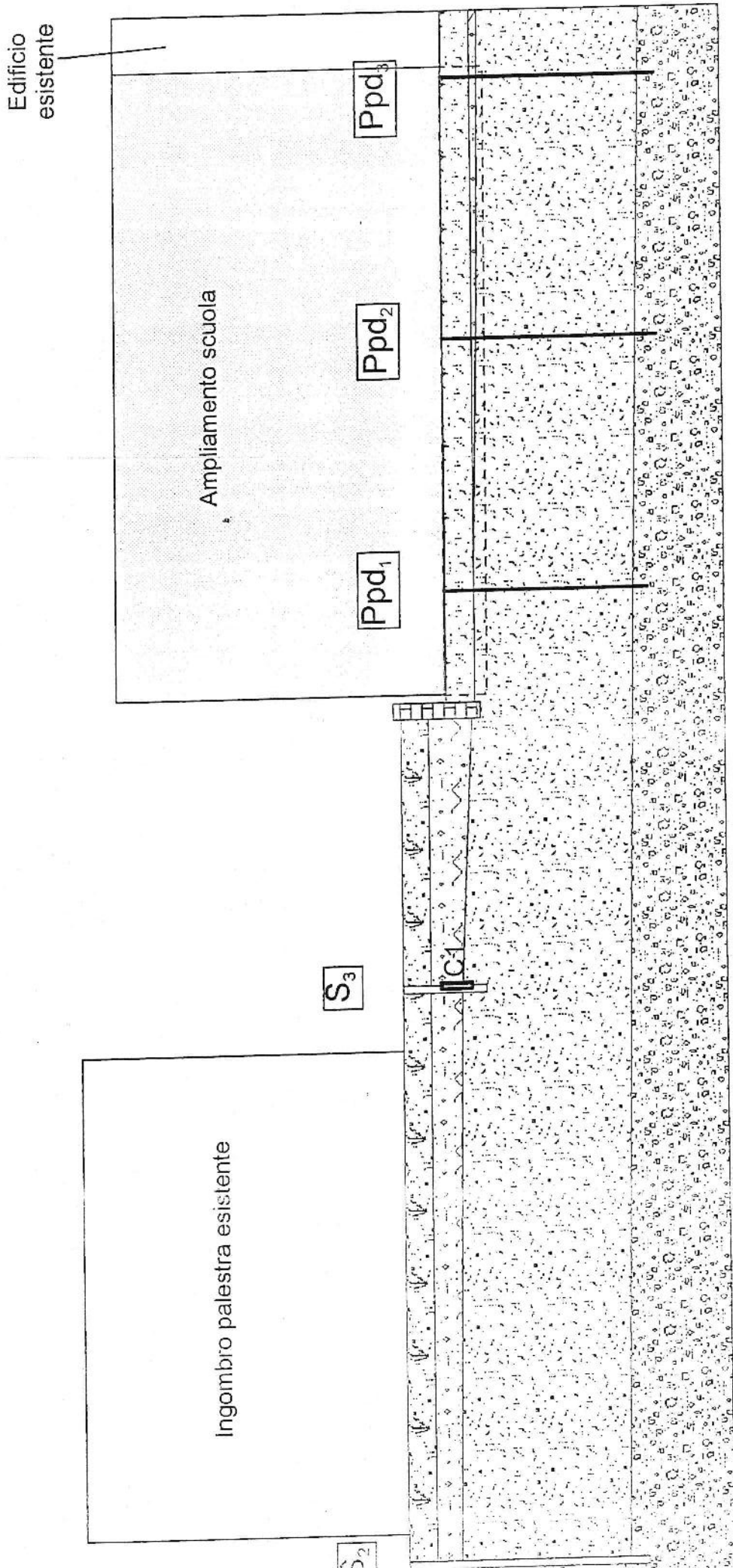
Ghiaie (alluvioni)

■ C1

Campione di terreno prelevato

SEZIONE GEOLOGICA A-A'

SCALA 1:200



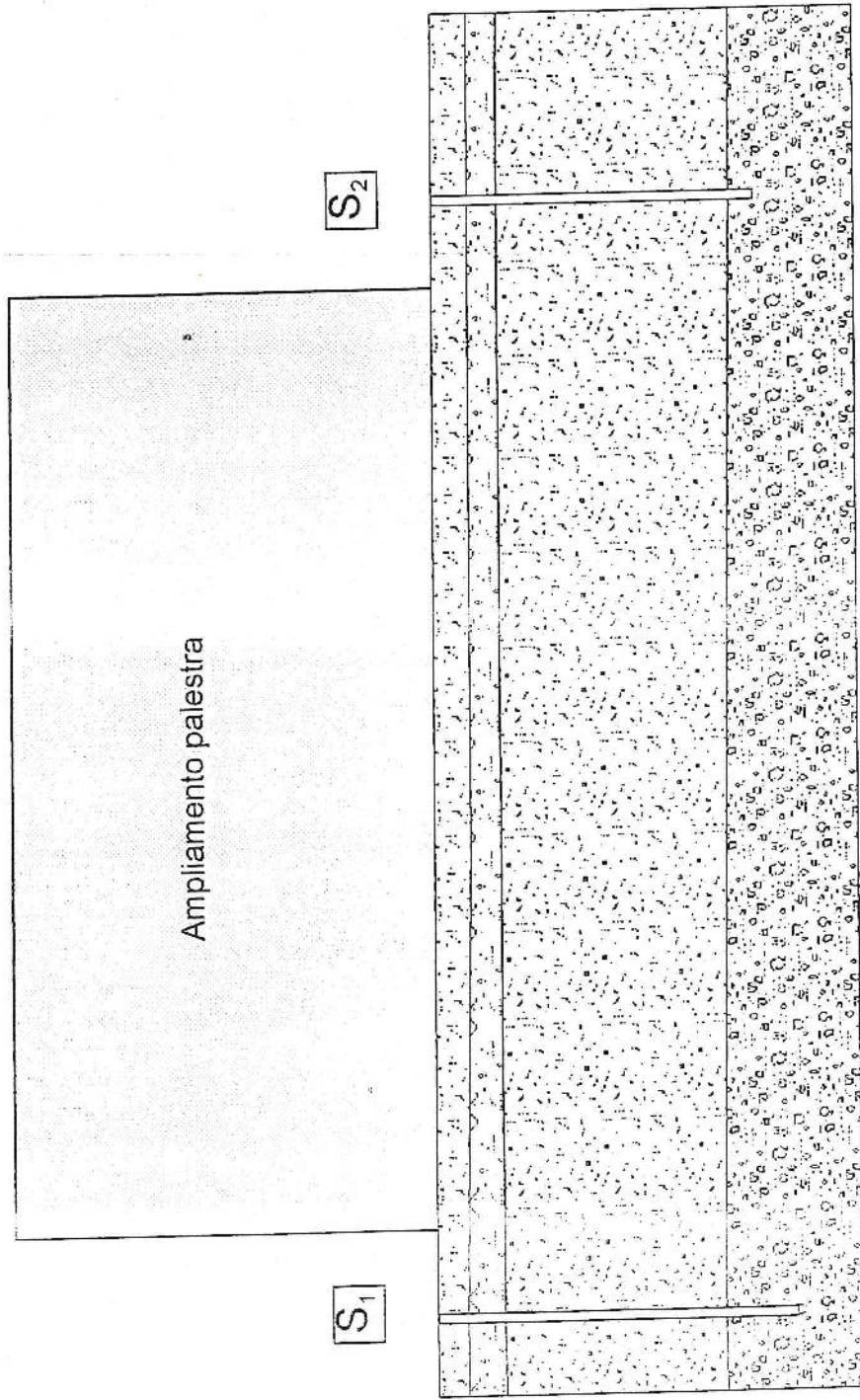
A'

A

Tav. 6

SEZIONE GEOLOGICA B-B'

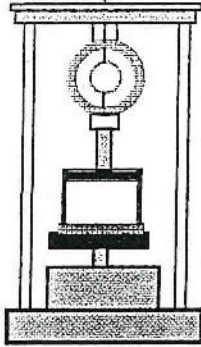
SCALA 1:200



B'

B

Tav. 6



GEOTECNO s.n.c
di Dr. Bellesi R. e Dr. Cassitelli M.
LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cluentina, 57 62100 Piediripa (MC)
Tel e Fax 0733/283589 Cod. fisc. e part. I.V.A. 01369650435
Iscrizione A.L.G.I. in corso

DATI DELLE PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO

Richiedente:
Dr. Urbani

Indagine: Comune di Tolentino

8 ottobre 1999

Il responsabile

Richiedente: Dr. Urbani	
con sede in: Macerata	
Indagine: Comune di Tolentino	
Sondaggio: S3	Campione: C1
Profondità prelievo m: 2.50	
Dimensione del campione: Diametro 97 mm lunghezza 580 mm	

Caratteristiche generali del campione

Stato del campione
indisturbato
rimaneggiato

Data di prelievo 30/09/99
Data di apertura 01/10/99

Prove eseguite

Alto
Rp= _____ kg/cm²
Tv= _____ kg/cm²

Basso
Rp= _____ kg/cm²
Tv= _____ kg/cm²

Identificazione

Descrizione visuale Limo argilloso avana con spalmature di sabbie fini avana per primi 15 cm gradualmenti passanti verso il basso a straterelli di sabbie fini giallo ocre con presenza di frustoli vegetali

<u>2.01</u>	Peso di volume γ	<u>50.75</u>	Limite liquido W_L
<u>15.50</u>	Contenuto in acqua W_n	<u>24.82</u>	Limite plastico W_p
	Grado di saturazione S_r	<u>25.93</u>	Indice plastico I_p
<u>1.74</u>	Peso volume secco γ_d	<u>1.36</u>	Indice di consistenza I_c
<u>0.54</u>	Indice dei vuoti e		Indice di liquidità I_L
	Porosità n		Limite di ritiro W_s
	Peso specifico dei grani G_s		Attività A

Granulometria

% Argilla %Limo % Sabbia % Ghiaia

Classificazione _____ USCS (AGI) _____ AASHTO (CNR UNI 10006)

Caratterizzazione meccanica

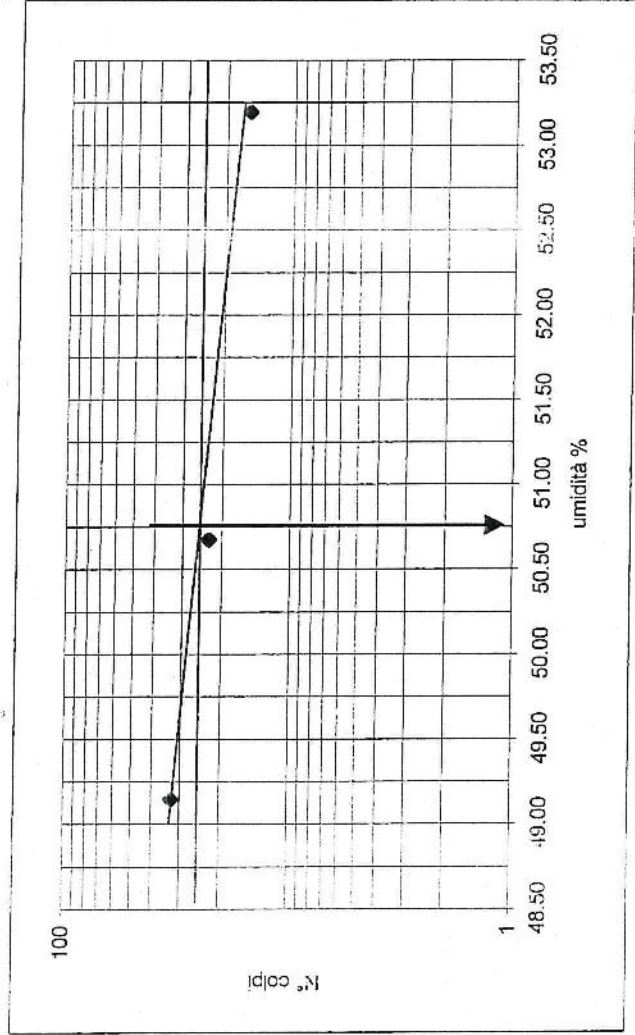
- _____ Compressione laterale libera
- _____ Taglio diretto CD
- _____ Taglio diretto RS
- Consolidazione edometrica
- _____ Compressione triassiale UU
- _____ Compressione triassiale OU
- _____ Compressione triassiale CU
- _____ Costipamento Proctor standard
- _____ Costipamento Proctor Modificata
- _____ Permeabilità diretta a carico variabile in cella edometrica
- _____ Permeabilità diretta a carico variabile
- _____ Permeabilità diretta a carico costante

Il responsabile
Mattia Cassitelli

Richiedente:	DR. Urbani		
con sede in:	MACERATA		
Indagine:	Comune di Tolentino		
Sondaggio:	S3	Campione C1	Profondità prelievo m 2.50

Determinazione del limite di liquidità e di plasticità

N° dei colpi	16	23	33	Limite plastico
Recipiente	30	27	25	28 41
Peso lordo campione umido	45.11	52.90	48.48	35.90 46.09
Peso lordo campione asciutto	40.78	46.14	40.43	33.93 43.40
Peso acqua	4.33	6.76	8.05	1.97 2.69
Tara	32.64	32.80	24.05	25.96 32.61
Peso netto secco	8.14	13.34	16.38	7.97 10.79
Umidità	53.19	50.67	49.15	24.72 24.93



Limite liquido	50.75
Limite plastico	24.82
Indice di plasticità	25.93

Osservazioni:
limi argillosi a media plasticità

Il responsabile
Matteo Carrilli

Richiedente:	Dr. Urbani		
con sede in:	Macerata		
Indagine:	Comune di Tolentino		
Sondaggio:	S3	Campione:	C1
		Profondità prelievo m	2.50

DATI RELATIVI ALLA PROVA EDOMETRICA

indisturbato
 Stato del campione
 rimaneggiato

EDOMETRO N° 1

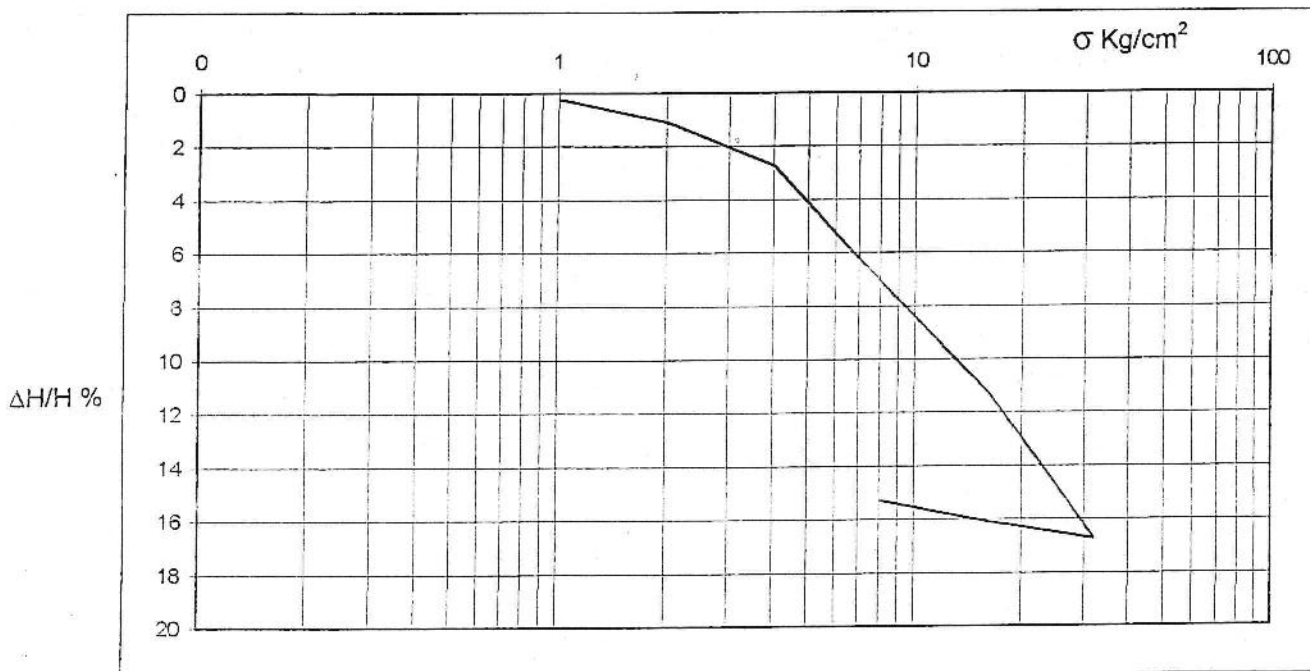
Peso volume	
Area campione	20.00 cm ²
Altezza campione	2.00 cm
Volume campione	40.00 cm ³
Peso lordo umido	137.41 g
Tara	56.71 g
Peso netto	80.70 g
Peso di volume	2.02 g/cm ³

Contenuto in acqua		Inizio prova		Fine prova	
Capsula	n°	3		12	
Peso lordo umido	g	52.57		81.1	
Peso lordo secco	g	48.21		69.2	
Tara	g	25.3		3.68	
Peso netto secco	g	22.91		65.52	
Contenuto in acqua	g	4.36		11.9	

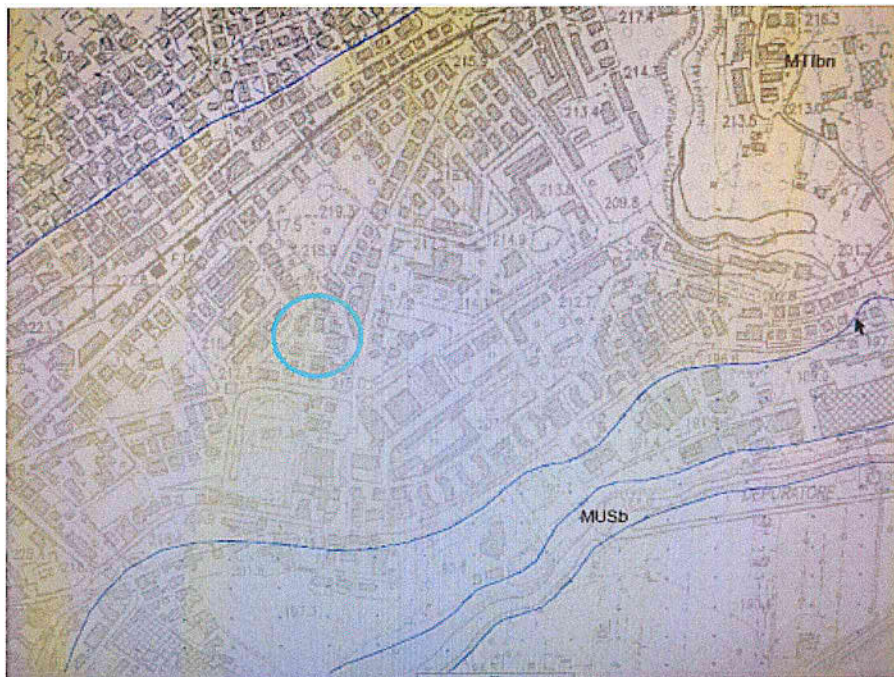
Pressione	Tempo	ΔH	ΔH/H ₀	e	mv	E _{ed}
kg/cm ²	ore	cm	%		cm ² /kg	kg/cm ²
0.25	24.00					0.000
0.50	24.00					0.000
1.00	24.00	0.0000	0.0000	0.5390	0.0135	0.000
2.00	24.00	0.0270	1.3500	0.5182	0.0084	73.574
4.00	24.00	0.0600	3.0000	0.4920	0.0120	118.574
8.00	24.00	0.1530	7.6500	0.4210	0.0050	81.436
16.00	24.00	0.2300	11.5000	0.3620	0.0030	187.896
32.00	24.00	0.3390	16.9500	0.2780		251.813
16.00	12.00	0.3270	16.3500	0.2870		0.000
8.00	12.00	0.3050	15.2500	0.3040		0.000


Indice dei vuoti iniziale	0.539
Indice dei vuoti finale	0.3043

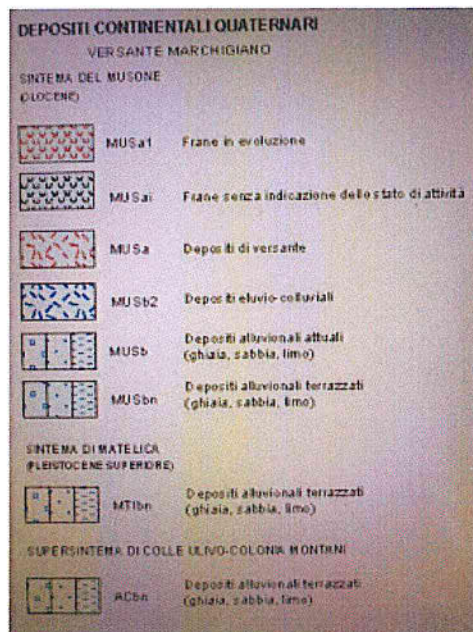
Indice di compressibilità C _c	0.2787
Indice di rigonfiamento C _r	0.0958



Il responsabile
Matteo Cassitelli



 Area di indagine



Carta geologica 1:10 000



Area di indagine



Area di indagine