

STUDIO GEOLOGICO
Dott. Geol. NADIA SILLA

**GEOLOGIA
GEOTECNICA
IDROGEOLOGIA**

**RELAZIONE GEOLOGICA
IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA**

(AGGIORNATA AL 17/05/2010)

*PROGETTO PER L'ATTUAZIONE
DELL'AMBITO DI TRASFORMAZIONE
N. 14 "MARCHISIELLI"*

COMUNE: FOLIGNO
VIA: G. FERRERO
COMMITTENTE: RIBES COSTRUZIONI

Dott. Geol. Nadia Silla

Via Marsciano, 6
06039 Trev -PG-
P.I. 02389950540
tel. e fax 0742/21018

- Foligno, Maggio 2010 -

PREMESSA

La presente sostituisce integralmente la Relazione geologica, idrogeologica e geotecnica generale, svolta nell'Ottobre del 2005, per il progetto di piano urbanistico finalizzato all'attuazione dell'Ambito di Trasformazione n° 14 denominato "Marchisielli". A seguito della recente evoluzione normativa e di una variante al piano di lottizzazione che prevede una diversa distribuzione dei comparti edificatori si rende necessario aggiornare la relazione geologica, come disposto dalla deliberazione del Consiglio Comunale N. 49 del 21/04/2009.

Nella relazione vengono esposti i risultati dell'indagine geologica finalizzata alla definizione del modello geologico, idrogeologico e geotecnico generale del sito per verificare la fattibilità del progetto di lottizzazione ed indicarne i criteri operativi, in relazione alle proprietà litostratigrafiche, geotecniche dei terreni ed alle condizioni morfologiche, idrogeologiche e sismiche locali.

Il lavoro è stato articolato come segue:

- sopralluogo preliminare sull'area;
- reperimento di cartografia e bibliografia relative a studi precedenti eseguiti nella zona;
- rilevamento geologico-geomorfologico generale e di dettaglio;
- ricostruzione dell'assetto litostratigrafico locale;
- esecuzione di prove in *situ* finalizzate alla determinazione dei parametri geomeccanici dei terreni investigati;
- caratterizzazione sismica dell'area.

1. DESCRIZIONE DEI CARATTERI GEOGRAFICI, GEOMORFOLOGICI, GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI

1.1. Localizzazione dell'area

L'area interessata dal piano urbanistico attuativo occupa una superficie di circa 150.000 m² ed è localizzata a SO di Foligno, ad una distanza di circa 1,5 Km dal centro cittadino, nei pressi della località Borroni. Il sito indagato è raggiungibile da Foligno percorrendo via G.Ferrero in direzione Sud.

L'individuazione topografica dell'area è riportata sulla tavoletta "Spello" IV NE del Foglio n°131 della Carta d'Italia in scala 1:25.000 (I.G.M. su rilievo aerofotogrammetrico del 1955) di cui si allega uno stralcio (Allegato 1); un maggior dettaglio della zona indagata è riscontrabile sulla Carta Tecnica Regionale Sezione N. 324054, in scala 1:5.000 (Allegato 2).

L'area oggetto di piano urbanistico attuativo è composta da diversi lotti di terreno censiti alle particelle n°: 89-99-359-440-441-438-1047-1048-2017-2018-2558-2559, Foglio n° 193 del N.C.T. del Comune di Foligno: l'Allegato 3 mostra la mappa catastale in scala 1:2.000.

Le particelle catastali sopraelencate costituiscono l'Ambito di Trasformazione N.14 il quale è classificato come zona UT/SUDV (Strutturazione Urbana a Dominante Verde) nel P.R.G. vigente del Comune di Foligno (Allegato 4), le norme che regolano tali zone non prescrivono comportamenti particolari in relazione alle indagini geologiche.

1.2. Geomorfologia

L'area indagata presenta, nel complesso, una morfologia pianeggiante, tale carattere geomorfologico contraddistingue un'ampia porzione della zona circostante, infatti appartiene alla pianura folignate ed in particolare si colloca nella parte centrale della vasta paleoconoide del fiume Topino.

La quota media dell'area è di 223 m s.l.m., dalla lettura della carta topografica si riscontra una debole pendenza (minore del 2 %) verso S-SO. Tramite il rilevamento

geomorfologico è stato verificato che l'area non è interessata da processi geomorfologici di attività rilevante e non sono stati riscontrati indizi di una potenziale instabilità.

Tuttavia dall'indagine svolta è emerso che in alcuni settori dell'area in studio sono presenti geoforme concavo/convesse, tali irregolarità della forma del territorio sono verosimilmente attribuibili all'azione antropica.

Sulla base dell'osservazione in campagna risulta che nella porzione centro-settentrionale dell'area occupata dal piano urbanistico, sono stati realizzati dei movimenti di terra. Infatti è presente un accumulo di terra e ghiaie, che al massimo si sviluppa per 3 m di altezza dal p.c. con un volume stimato di 60 m³. Inoltre sono localmente stati rinvenuti depositi di materiale inerte proveniente dalla demolizione di fabbricati e sono stati riconosciuti alcuni caratteri propri di un terreno oggetto di scavi successivamente riempiti.

Nel complesso l'area risulta stabile sotto il profilo geomorfologico, tuttavia le modificazioni apportate alla forma del territorio possono condizionare la fase esecutiva. Ovvero, in questa fase del lavoro si dovrà procedere ad indagini specifiche mirate alla valutazione e delimitazione dei volumi coinvolti nei movimenti di terra cui l'area è stata sottoposta, al fine di distinguere il terreno naturale in posto da quello rimaneggiato e procedere ad una idonea caratterizzazione del terreno di fondazione per gli immobili in progetto.

1.3. Geologia

L'area oggetto di studio è situata nella pianura folignate che a sua volta, allargando la scala d'osservazione, appartiene alla Valle Umbra.

Si dà questa denominazione ad una vasta area intramontana dell'Italia centrale, originatasi durante una fase tettonica distensiva nel Pliocene medio-superiore. Fino al Pleistocene questa depressione raccoglieva le acque dei numerosi corsi d'acqua che vi confluivano ed ospitava l'antico lago Tiberino. Il susseguirsi degli eventi tettonici portò alla fine del Pleistocene allo svuotamento del bacino, già in parte colmato dalle alluvioni dei fiumi immissari.

Pertanto i terreni della pianura folignate presentano caratteristiche proprie dei depositi fluvio-lacustri, ovvero, un'estrema variabilità, sia laterale che verticale, delle proprietà litologiche e geometriche dei sedimenti.

La zona in esame è interessata da depositi (coerenti ed incoerenti) costituiti principalmente da ghiaie-sabbiose, limi-sabbiosi e sabbie-limose, ad assetto lenticolare con un grado di addensamento variabile e con intercalazioni sia sabbiose che limo-argillose, ma sono state riscontrate anche alternanze di argille-limose piuttosto consistenti e sabbie-limose. Questi sedimenti, il cui letto si suppone coincida con il tetto della Formazione Marnoso Arenacea, raggiungono complessivamente uno spessore superiore a 100 m.

1.4. Idrografia - Idrogeologia

Sotto l'aspetto idrografico si rileva che il corso d'acqua principale della zona è il Fiume Topino che, nel settore della carta esaminato, segue un tracciato orientato in direzione NE-SW con un deflusso verso SW. L'area oggetto di piano urbanistico è situata in sinistra idrografica ad una distanza di circa 300 m dal corso d'acqua.

In relazione al rischio di esondazione la normativa comunale vigente (variante N. 5 alle NTA del PRG) fa riferimento allo studio idraulico curato da Regione Umbria – Consorzio Bonificazione Umbra, approvato dal Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere.

In base alle Mappe di Pericolosità e Rischio Idraulico nel bacino del Fiume Topino e del Torrente Maroggia si evidenzia che per quanto concerne la pericolosità idraulica l'area oggetto di lottizzazione risulta compresa nelle aree allagabili per un tempo di ritorno cinquantennale (Tr 50) e rientra nella fascia fluviale in sviluppo reticolo secondario di tipo A, mentre è esclusa dal perimetro del PST.

L'area è inoltre interessata da un sistema di canali campestri che si sviluppano ordinatamente lungo i confini dei campi ed a ridosso delle strade secondarie, garantendo il drenaggio delle acque meteoriche, le quali non danno origine a fenomeni di ruscellamento diffuso e/o concentrato, né ad altre manifestazioni causa di dissesto

idrogeologico. È escluso che l'azione di tali linee di impluvio minori possa alterare l'attuale modellato superficiale.

La genesi della pianura folignate fa sì che la circolazione delle acque sotterranee sia condizionata dalla presenza di depositi stratificati e talvolta lenticolari a granulometria medio-alta, sostenuti da livelli limo-argillosi a permeabilità relativamente minore. In particolare, in corrispondenza dell'area interessata da questo studio, i sedimenti ghiaiosi che costituiscono l'acquifero ospitano un sistema idrico monofalda di tipo freatico, limitato alla base da depositi limo-argillosi.

Durante l'indagine di campagna è stata rilevata la profondità della falda acquifera in alcuni pozzi ubicati in terreni contigui al sito di lavoro ed è stato accertato che il livello freatico si trova alla profondità di circa 12 m dal p.c..

Sulla base di quanto esposto si può escludere ogni interferenza tra strutture fondali e falda acquifera, anche nell'eventualità che si decidesse di realizzare un piano interrato; tale considerazione ha carattere generale ed indicativo dal momento che in questa fase non esiste un progetto esecutivo per le diverse unità abitative che completeranno il piano urbanistico in esame.

2. CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA

2.1. Assetto litostratigrafico

La ricostruzione dell'assetto litostratigrafico in corrispondenza dell'area indagata è stata realizzata sulla base dei dati di perforazione di un pozzo per acqua, ubicato in prossimità dell'area edificabile (Allegato 5), e con l'ausilio dei risultati di recenti indagini eseguite nella zona per la realizzazione di nuovi edifici.

I dati di cui si dispone confermano l'estrema variabilità delle proprietà dei depositi presenti, come era prevedibile trattandosi di un'area piuttosto vasta.

Vengono di seguito riportate le due successioni stratigrafie che caratterizzano i terreni indagati (Allegato 6):

Assetto litostratigrafico n.1:

- dal p.c. a 0,6 m suolo vegetale;
- da 0,6 m a 2,4 m ghiaia e sabbia a granulometria medio-fine, in scarsa matrice limo-sabbiosa;
- da 2,4 m a 6 m ghiaia piuttosto addensata;
- da 6 m a 15 m ghiaia e ghiaia-sabbiosa con intercalate lenti di sabbia-ghiaiosa e limo;
- da 15 m a 17 m argilla-limosa piuttosto consistente.

Assetto litostratigrafico n.2:

- dal p.c. a 0,6 m suolo vegetale;
- da 0,6 m a 2,6 m argilla-limosa molto consistente;
- da 2,6 m a 4 m sabbia-limosa addensata, con ghiaia;
- da 4 m a 6 m argilla-limosa molto consistente;
- da 6 m a 8 m sabbia addensata con ghiaia;
- da 8 m a 13 m ghiaia e ghiaia-sabbiosa con intercalazioni limo-sabbiose.

È necessario sottolineare che gli spessori e la successione dei depositi presenti, a causa della loro genesi, possono variare apprezzabilmente anche su brevi distanze. In questa fase, dal momento che l'area in esame è piuttosto ampia, sono state scelte due

successioni indicative e sufficientemente rappresentative dell'assetto litostratigrafico locale. Tuttavia non si può prescindere, in fase esecutiva, dallo svolgere indagini puntuali dirette alla ricostruzione stratigrafica di dettaglio in corrispondenza di ciascun lotto edificabile, anche per valutare l'effettivo impatto dei movimenti di terra, di origine antropica, sui terreni indagati.

2.2. Proprietà geotecniche

Per la caratterizzazione geotecnica generale dei terreni indagati sono state eseguite tre prove penetrometriche, l'ubicazione delle penetrometrie (Allegato 5) è stata guidata dalla disposizione delle aree edificabili precedente la variante al piano di lottizzazione con la quale è stata modificata la distribuzione dell'edificato, tuttavia non si ritiene necessario, in fase di studio di fattibilità, eseguire ulteriori indagini ai fini geotecnici, dal momento che la definizione dei parametri geotecnici dei terreni di fondazione è finalizzata alla fase esecutiva delle diverse unità abitative.

Sono state eseguite una prova penetrometrica con il metodo statico (CPT N.1) e due prove penetrometriche con il metodo dinamico (DPSH N.2 e DPSH N.3) in corrispondenza dei settori che risultavano maggiormente interessati dai movimenti di terra e riporti di origine antropica.

Le caratteristiche del tipo di penetrometro utilizzato e l'elenco dettagliato dei dati rilevati e calcolati sono riportati nell'Allegato 7. Viene di seguito esposta una sintesi dei risultati delle indagini svolte.

PROVA CPT N.1 – profondità indagata: dal p.c. fino a 7,4 m –

La prova ha permesso di individuare un modello meccanico del terreno costituito dall'alternarsi di strati a comportamento coesivo e strati a comportamento incoerente, al di sotto dello spessore di 1 m di terreno vegetale.

STRATO 1 – da 1 m a 2,6 m – **argilla limosa consistente**

Parametri geo-meccanici:

- coesione non drenata $c_u = 2,57 \text{ Kg/cm}^2$
- peso di volume $\gamma = 2,21 \text{ t/m}^3$

STRATO 2 – da 2,6 a 3,6 m – **sabbia limosa addensata con ghiaia**

Parametri geo-meccanici:

- angolo di attrito interno $\phi = 42^\circ$
- peso di volume $\gamma = 2,16 \text{ t/m}^3$

STRATO 3 – da 3,6 a 5 m – **argilla limosa molto consistente**

Parametri geo-meccanici:

- coesione non drenata $c_u = 2,66 \text{ Kg/cm}^2$
- peso di volume $\gamma = 2,22 \text{ t/m}^3$

STRATO 4 – da 5 m a 7,4 m – **sabbia addensata con ghiaia**

Parametri geo-meccanici:

- angolo di attrito interno $\phi = 43^\circ$
- peso di volume $\gamma = 2,16 \text{ t/m}^3$

PROVA DPSH N.2 – profondità indagata: dal p.c. fino a 1,6 m –

Non è stato possibile spingere la prova oltre la profondità di 1,6 m per il rifiuto della punta da parte del terreno investigato, inoltre durante un ulteriore piazzamento della strumentazione a qualche metro di distanza dal primo è stato registrato il rifiuto alla profondità di 1 m dal p.c.. Al di sotto dello spessore di 0,6 m di terreno vegetale è stato riscontrato un deposito incoerente piuttosto addensato.

STRATO 1 – da 0,6 m a 1,6 m – **ghiaia e ghiaia con sabbia**

Parametri geo-meccanici:

- angolo di attrito interno $\phi = 43^\circ$
- peso di volume $\gamma = 2,3 \text{ t/m}^3$

PROVA DPSH N.3 – profondità indagata: dal p.c. fino a 5,2 m –

Questa prova è stata eseguita nel settore in cui risultano più evidenti le tracce dei movimenti di terra di origine antropica. La prova ha permesso di individuare un modello meccanico del terreno costituito dall'alternarsi di strati a comportamento coesivo e strati a comportamento incoerente, al di sotto dello spessore di 0,4 m di copertura superficiale. Sulla base dell'osservazione in campagna è considerato

l'andamento del numero di colpi riscontrato durante l'avanzamento della punta è verosimile ipotizzare che fino alla profondità di 3,8 - 4 m è stato attraversato un terreno eterogeneo di riporto o comunque rimaneggiato. È necessario sottolineare che questa è una interpretazione soggettiva, dei risultati dell'indagine, che dovrà essere verificata in fase esecutiva.

STRATO 1 – dal p.c. a 3,8 m – **terreno eterogeneo rimaneggiato**

STRATO 2 – da 3,8 a 5,2 m – **sabbia ghiaiosa molto addensata**

Parametri geo-meccanici:

- angolo di attrito interno $\phi = 43^\circ$
- peso di volume $\gamma = 2,26 \text{ t/m}^3$

L'analisi dei risultati ottenuti dalle prove penetrometriche denota una sostanziale differenza dell'assetto litostratigrafico e di conseguenza delle proprietà geomeccaniche dei terreni presenti da un punto all'altro dell'area indagata, questa situazione è assolutamente normale considerata la genesi dei terreni investigati, tuttavia sarà opportuno in fase esecutiva procedere ad ulteriori indagini puntuali, mirate alla caratterizzazione geotecnica di dettaglio dei terreni fondali per ciascun lotto edificabile.

3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA

Sulla base della classificazione delle zone sismiche del territorio nazionale (approvata con delibera n. 852, del 18/06/03, dalla Regione Umbria) il territorio del Comune di Foligno passa da una zona sismica di seconda categoria ad una zona di prima categoria ($S = 12$) contrassegnata da un valore del parametro $a_g = 0,35g$ (accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A).

I terreni esaminati appartengono ad aree oggetto delle indagini urgenti di Microzonazione Sismica Speditiva da parte della Regione Umbria, svolte a seguito degli eventi sismici del 1997-98. Dalle carte delle zone suscettibili di amplificazioni o instabilità dinamiche locali Foligno XVII, Foligno I-II-Corvia, Foligno XIII-XIV-XV, emerge che l'area di lottizzazione rientra in una zona classificata come E7: zona di fondovalle con presenza di terreni incoerenti.

Dalle schede dei fattori di amplificazione sismica si riscontra che il coefficiente di amplificazione sismica, derivato da modellazione specifica, per la zona in esame è: $F_a = 1,2$. L'area è classificata come **E7D ϕ** , ovvero con uno spessore di sedimenti prevalentemente sabbioso limosi, al di sopra della roccia di substrato, maggiore di 30 m.

Ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 “NTC08 Norme Tecniche per le Costruzioni” e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti n.617 del 2 febbraio 2009 “Istruzioni per l'applicazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008” per la definizione dell'azione sismica di progetto si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi che dovranno essere eseguite ai fini esecutivi per determinare la Categoria Stratigrafica dei terreni di fondazione.

Le condizioni topografiche locali non possono dar luogo ad amplificazioni del moto sismico in quanto si tratta di una configurazione non complessa a superficie sub-pianeggiante che rientra nella Categoria Topografica T1.

4. CONCLUSIONI

Mediante l'indagine svolta è stato verificato che il piano di lottizzazione in progetto è compatibile con le proprietà geologiche, morfologiche, idrogeologiche locali e sussistono le necessarie condizioni di fattibilità in relazione agli aspetti stratigrafici, geotecnici e sismici propri dell'area d'intervento.

In sintesi risulta quanto segue:

- L'area indagata si trova in condizioni di sostanziale stabilità morfologica e litostratigrafica.
- È escluso il rischio di interferenza tra le strutture fondali e la falda acquifera.
- Il progetto di lottizzazione risulta compreso nelle aree allagabili per un tempo di ritorno cinquantennale, pertanto nella fascia di rischio A.
- Non sono emerse particolari problematiche geologico-tecniche e risulta fattibile la realizzazione di piani interrati, tuttavia essendo l'area stata oggetto di modificazioni di natura antropica, sarà necessario in fase esecutiva valutarne l'entità per verificare l'idoneo piano di imposta delle fondazioni degli edifici.
- Il coefficiente di amplificazione sismica per la zona in esame è: $F_a = 1,2$. Il sito rientra in una zona sismica di prima categoria, l'assetto morfologico locale è identificato dalla Categoria Topografica T1, per la definizione dell'azione sismica di progetto in fase di progetto esecutivo delle strutture si dovranno prevedere specifiche analisi finalizzate alla determinazione della Categoria Stratigrafica dei terreni di fondazione.

Si assicura la completa disponibilità per ogni eventuale chiarimento.

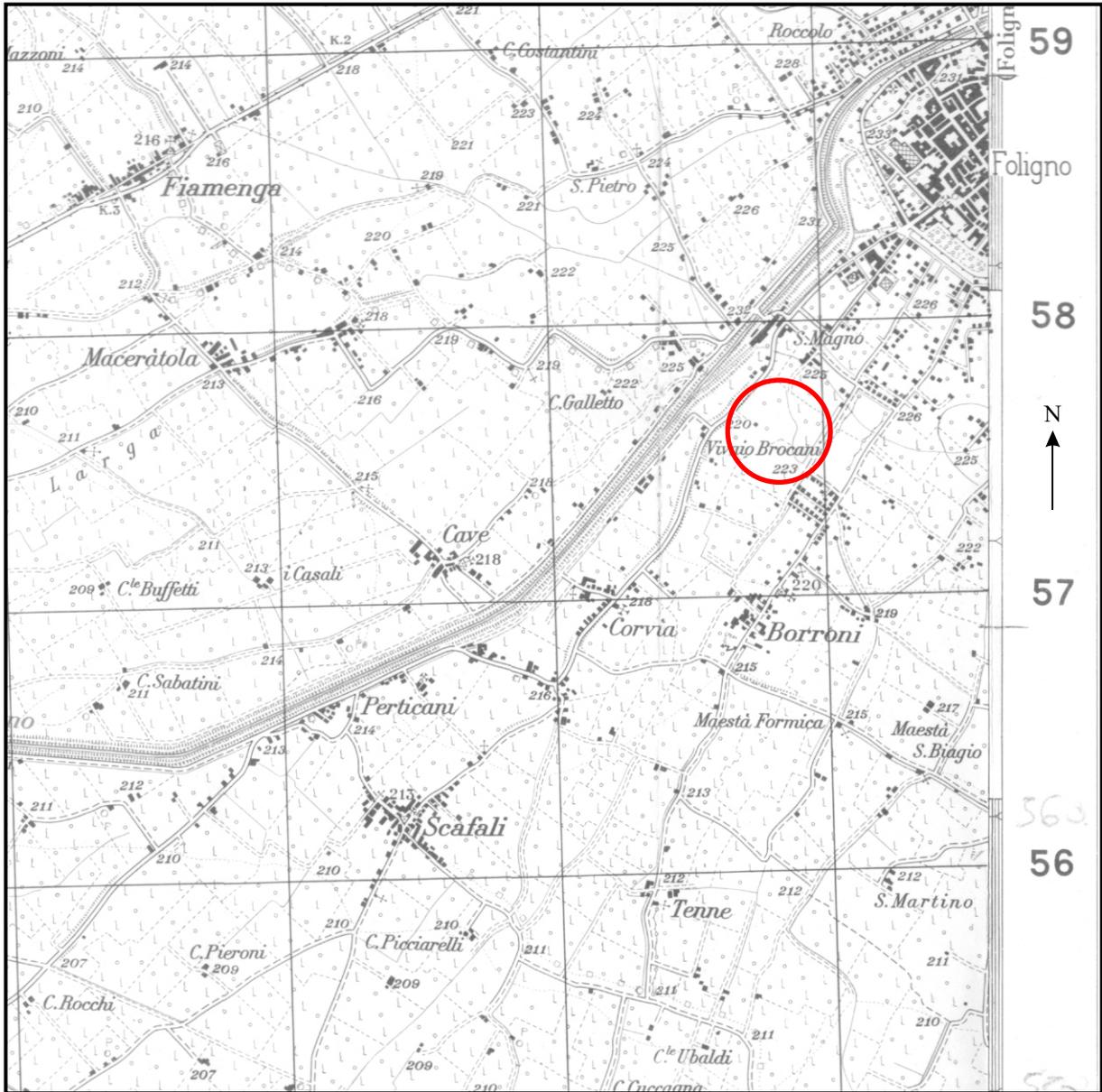
Foligno, 17 Maggio 2010

Dott. Geol. Nadia Silla

ALLEGATO 1

STRALCIO DELLA TAVOLETTA "SPELLO"

CARTA TOPOGRAFICA D'ITALIA

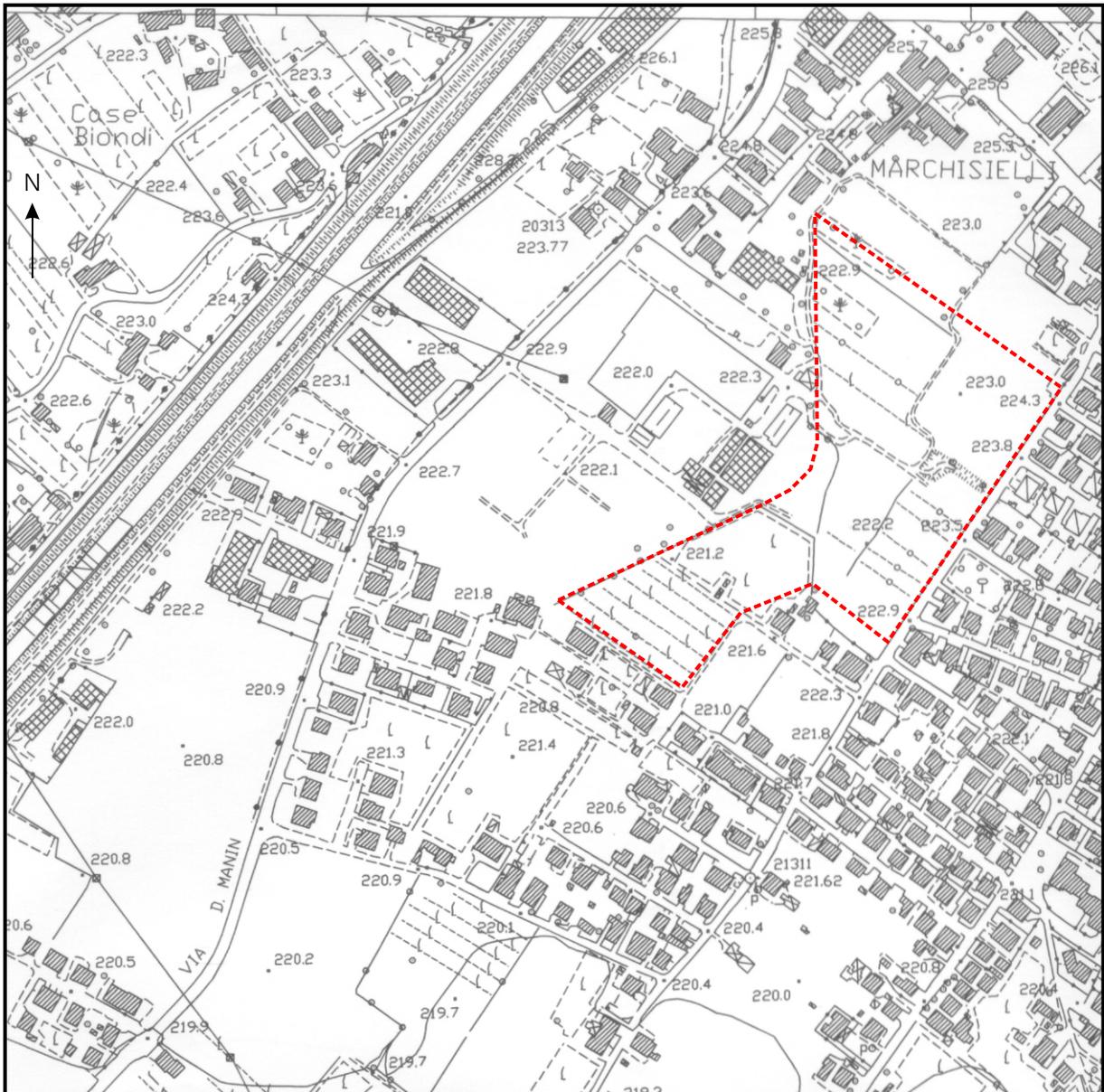


SCALA 1:25000

ALLEGATO 2

STRALCIO DELLA CARTA TECNICA REGIONALE

C.T.R. N° 324054 - SCAFALI -

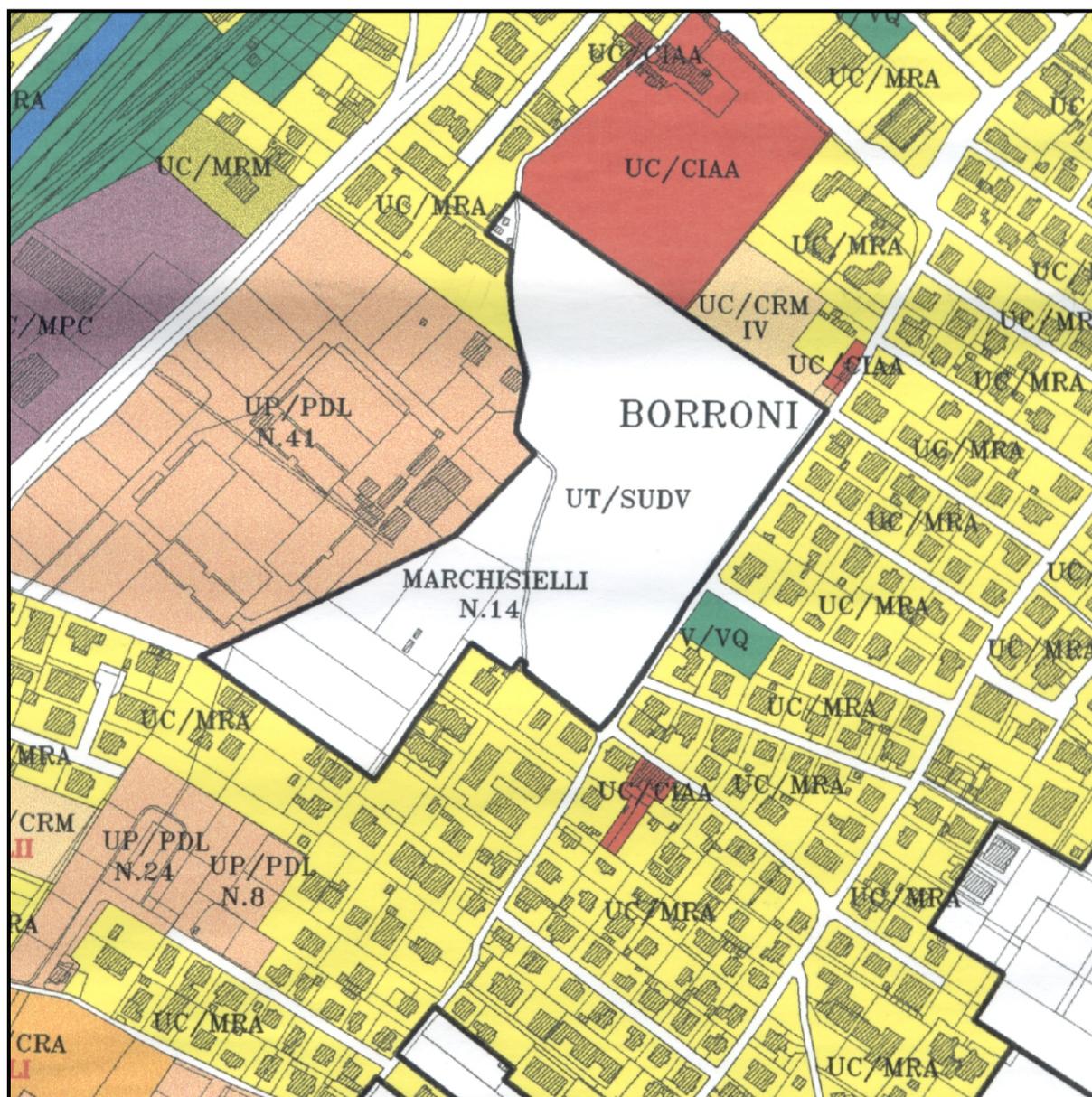


SCALA 1:5000

----- AREA OGGETTO DI INDAGINE

ALLEGATO 4

STRALCIO DEL VIGENTE P.R.G. DEL COMUNE DI FOLIGNO



SCALA 1:4000

ALLEGATO 5

PLANIMETRIA DELL'AREA ED UBICAZIONE DELLE INDAGINI SVOLTE



POZZO PER ACQUA UTILIZZATO PER LA RICOSTRUZIONE DELL'ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO



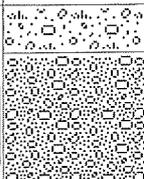
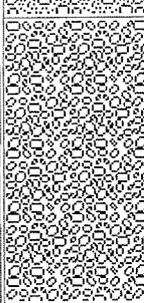
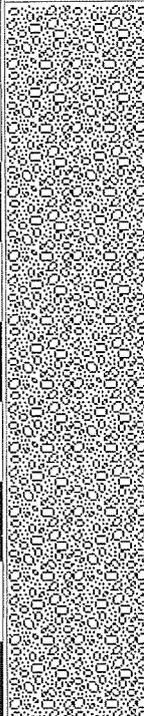
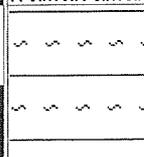
PROVE PENETROMETRICHE (CPT: STATICA, DPSH:DINAMICA)

SCALA 1:1000

ALLEGATO 6

ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO N.1

Committente Ribes Costruzioni	Profondità raggiunta 17 m	Quota Ass. P.C. 223 m
Riferimento Ambito Marchisielli	Cantiere Via G. Ferrero	Pagina 1

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota (m) dal p.c.	Falda (m) dal p.c.	
1		terreno vegetale	0.60		
		ghiaia e sabbia, medio-fine, in scarsa matrice limo-sabbiosa			
2			2.40		
3		ghiaia piuttosto addensata			
4					
5					
6			6.00		
7		ghiaia e ghiaia-sabbiosa, con intercalate lenti di sabbia-ghiaiosa e limo			
8					
9					
10					
11					
12				12.00	
13					
14					
15			15.00		
16		argilla-limosa, consistente			
17				17.00	

ALLEGATO 6

ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO N.2

Committente Ribes Costruzioni	Profondità raggiunta 13 m	Quota Ass. P.C. 223 m
Riferimento Ambito Marchisielli	Cantiere Via G. Ferrero	Pagina 2

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota (m) dal p.c.	Falda (m) dal p.c.	
1		terreno vegetale	0.60		
		argilla-limosa, molto consistente			
2					
3		sabbia limosa addensata con ghiaia	2.60		
4		argilla-limosa molto consistente	4.00		
5					
6		sabbia addensata con ghiaia	6.00		
7					
8		ghiaia e ghiaia-sabbiosa con intercalazioni limo-sabbiose	8.00		
9					
10					
11					
12				12.00	
13			13.00		
14					
15					
16					
17					

ALLEGATO 7

RAPPORTO TECNICO SULLA CAMPAGNA DI PROVE PENETROMETRICHE

Nelle pagine che seguono sono schematizzati i risultati di tre prove penetrometriche di cui una statica e due dinamiche continue effettuata per conto del Geol. Nadia Silla all'interno di alcune particelle di terreno ubicate in località Borroni, nel Comune di Foligno (PG), che saranno interessate da un progetto di lottizzazione.

L'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione delle indagini è un penetrometro dinamico/statico auto-semovente ed auto-ancorante prodotto dalla Ditta Pagani e contraddistinto dalla sigla 63/200.

L'impianto consente la realizzazione di prove statiche con una spinta massima di 200 KN (circa 20 tonnellate), la punta utilizzata è di tipo Begemann, meccanica.

Questa, collegata ad una cella di carico, viene infissa nel terreno alla velocità costante di 2 centimetri al secondo. Ciò consente la misura della resistenza del terreno all'avanzamento della punta e del manicotto di frizione, per la valutazione dell'attrito laterale.

Inoltre è possibile effettuare prove dinamiche continue secondo lo standard ISSMFE, cioè con la seguente configurazione:

- Massa del maglio (kg)	63,5
- Altezza caduta (cm)	75,0
- Lunghezza aste (m)	1,0
- Massa aste (kg/m)	6,2
- Diametro aste (mm)	32
- Diametro base punta conica (mm)	51
- Angolo apertura punta conica (°)	90
- Penetrazione standard (cm)	20,0

Di seguito vengono esposti i risultati delle prove schematizzati secondo il seguente ordine:

- **Tabulato della prova**, contenente i valori, misurati direttamente in campagna o da essi calcolati. Cioè lo sforzo necessario all'avanzamento di punta e punta + manicotto, q_c ed f_s e il rapporto q_c/f_s per le prove statiche e del n° di colpi misurato ed il relativo calcolo di N_{spt} per le prove dinamiche.
- **Grafico della prova**;
- **Stratigrafia della prova**;
- **Parametri geotecnici**;
- **Metodi di calcolo dei parametri geotecnici**;
- **Documentazione fotografica** scattata durante l'esecuzione delle indagini.

N.B. In relazione alle tabelle di seguito riportate si vuol ricordare quanto segue:

- gli schemi "Tabulato della prova" e "Grafico della prova" si riferiscono a valori misurati

direttamente o, da essi, matematicamente calcolati;

- in merito allo schema “Grafico della prova” si consiglia di porre attenzione alle scale , soprattutto nel confronto tra grafici differenti, infatti esse sono variabili in funzione dell’intervallo di valori misurati in campagna;
- lo schema “Stratigrafia della prova” si basa su una discretizzazione, soggetta ad interpretazione, di tutte le letture effettuate ed il metodo di classificazione degli strati così suddivisi, nel caso di prove penetrometriche dinamiche continue, deriva da correlazioni empiriche con stratigrafie simili;
- nello schema “Metodo di calcolo dei parametri geotecnici” sono riportate le formule utilizzate nelle corrispondenti caselle della pagina precedente relativa ai “Parametri geotecnici”;
- la presenza di falda, se indicata nei tabulati, deriva da misurazioni effettuate a fine foro e mai da valutazioni sull’umidità delle aste che, eventualmente, vengono riportate nella sezione dedicata agli appunti sulla campagna d’indagini.

APPUNTI SULLA CAMPAGNA D’INDAGINI

Le prove CPT 1 e DPSH 3 sono state interrotte per raggiungimento della profondità richiesta dalla Committenza, mentre la prova DPSH 2 è stata interrotta per rifiuto all’avanzamento della punta.

CPT 1: Foro chiuso alla profondità di 7,2 metri dal piano campagna, livello idrico in foro non rilevabile;

DPSH 2: Al momento dell’estrazione tutte le aste impiegate sono risultate asciutte;

DPSH 3: Al momento dell’estrazione tutte le aste impiegate sono risultate asciutte.

CPT 1



Francesco Becallini - Geologo

Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96- 06078 Ponte Valleceppi (PG)- Cell. 347.6434222 - Tel. e Fax 075.5928321

Committente: Geol. Nadia Silla

Località: Borrone - Foligno (PG)

Penetrometro: Pagani 63/200

Note:

Sigla: CPT 1

Tabulato della prova

Profondità (m)	Resistenza punta (kg)	Res.punta + laterale (kg)	qc (kg/cmq)	fs (kg/cmq)	Rapporto qc/fs
0,2	140	190	14	1,07	13
0,4	280	440	28	2	14
0,6	240	540	24	2,27	11
0,8	270	610	27	2,87	9
1	290	720	29	2,93	10
1,2	500	940	50	3,2	16
1,4	380	860	38	2,93	13
1,6	320	760	32	2,93	11
1,8	320	760	32	2,47	13
2	400	770	40	1,73	23
2,2	560	820	56	2,33	24
2,4	360	710	36	1,07	34
2,6	540	700	54	5,33	10
2,8	3250	4050	325	2,8	116
3	2850	3270	285	4,27	67
3,2	2500	3140	250	6,87	36
3,4	2850	3880	285	2,53	113
3,6	2260	2640	226	6,73	34
3,8	530	1540	53	3,53	15
4	430	960	43	2,73	16
4,2	430	840	43	1,67	26
4,4	510	760	51	1,93	26
4,6	470	760	47	2,33	20
4,8	370	720	37	3,13	12
5	350	820	35	6,07	6
5,2	1900	2810	190	3,73	51
5,4	3430	3990	343	4,07	84
5,6	1990	2600	199	6,13	32
5,8	2140	3060	214	2,53	85
6	2550	2930	255	4,6	55
6,2	2860	3550	286	5,33	54
6,4	3740	4540	374	8,87	42
6,6	2860	4190	286	4,33	66
6,8	3620	4270	362	6,07	60
7	3780	4690	378	1,8	210
7,2	3570	3840	357	5,07	70
7,4	3200	3960	320	5,07	63

Certificato n.1 del 22 settembre 2005

Firma:



Francesco Becattini - Geologo

Str. Perugia - Ponte Vallecceppi, 96- 06078 Ponte Vallecceppi (PG)- Cell. 347.6434222 - Tel. e Fax 075.5928321

Committente: Geol. Nadia Silla

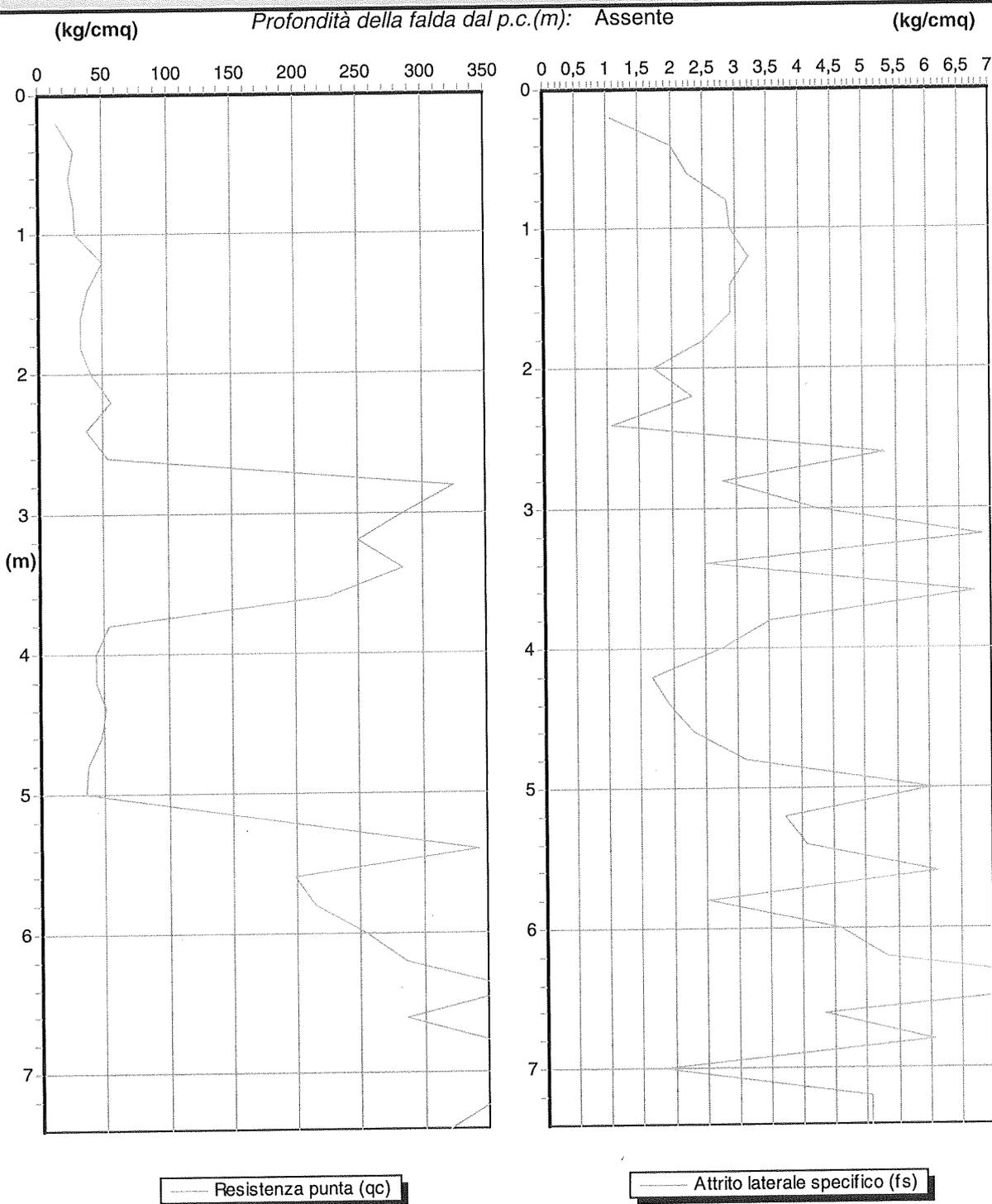
Località: Borroni - Foligno (PG)

Note:

Penetrometro: Pagani 63/200

Sigla: CPT 1

Grafico della prova



Certificato n.1 del 22 settembre 2005

Firma:



Francesco Becallini - Geologo

Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96- 06078 Ponte Valleceppi (PG)- Cell. 347.6434222 - Tel. e Fax 075.5928321

Committente: Geol. Nadia Silla

Località: Borroni - Foligno (PG)

Penetrometro: Pagani 63/200

Note:

Sigla: CPT 1

Stratigrafia della prova

Profondità (m)	qc (kg/cmq)	fs (kg/cmq)	Descrizione litologica	Comportamento meccanico
1	24	2,23	Argilla consistente	1
2,6	42	2,75	Argilla limosa molto consistente	1
3,6	274	4,64	Sabbia limosa addensata (con ghiaia)	0
5	44	3,06	Argilla limosa molto consistente	1
7,4	297	4,8	Sabbia addensata (con ghiaia)	0

Comportamento meccanico dello strato: 0
= incoerente - 1 = coesivo

Profondità della falda (m): Assente

Area della punta (cmq): 10

Passo di lettura (cm): 20

Area del manicotto (cmq): 150

Lunghezza della prova (m): 7,4

Costante strumentale: 1

Profondità di partenza (m): 0,2

Tipo di penetrometro statico: a punta meccanica

Metodo:

Fattore a (piezocono): 0,58

Fattore b (piezocono): 0,014

qc = resistenza alla punta fs = attrito laterale specifico



Francesco Becattini - Geologo

Str. Perugia - Ponte Vallecceppi, 96- 06078 Ponte Vallecceppi (PG)- Cell. 347.6434222 - Tel. e Fax 075.5928321

Committente: Geol. Nadia Silla

Località: Borroni - Foligno (PG)

Note:

Penetrometro: Pagani 63/200

Sigla: CPT 1

Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	qc medio dello strato (kg/cmq)	Descrizione litologica dello strato	Indice di compressione Cc	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
1	24	Argilla consistente	0,01		2,09			1,4753	41	2,64	195		0,1045
2,6	42	Argilla limosa molto consistente	0,03		2,21			2,5698	71	1,59	275		0,3858
3,6	274	Sabbia limosa addensata (con ghiaia)		42	2,16	85	685				864	85	0,6706
5	44	Argilla limosa molto consistente	0,05		2,22			2,6593	75	3,89	283		0,934
7,4	297	Sabbia addensata (con ghiaia)		43	2,16	85	743				908	93	1,3486

Profondità della falda (m): Assente

Certificato n.1 del 22 settembre 2005

Firma:



Francesco Becalini - Geologo

Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96- 06078 Ponte Valleceppi (PG) - Cell. 347.6434222 - Tel. e Fax 075.5928321

Committente: Geol. Nadia Silla

Località: Borroni - Foligno (PG)

Note:

Penetrometro: Pagani 63/200

Sigla: CPT 1

Metodi di calcolo dei parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Modulo edometrico strati incoerenti(kg/cmq)	Coesione non drenata(kg/cmq)	Modulo edometrico strati coesivi(kg/cmq)	Densità relativa (%)	Modulo di Young(kg/cmq)	Modulo dinamico di taglio strati incoerenti(kg/cmq)	Modulo dinamico di taglio strati coesivi(kg/cmq)	Rapporto di sovra consolidazione
1			Lunne e Eide	Mitchell e Gardner - CL				Imai e Tomouchi	Ladd & Foot
2,6			Lunne e Eide	Mitchell e Gardner - CL				Imai e Tomouchi	Ladd & Foot
3,6	Meyerhof	Robertson e Campanella			Harman	Schmertmann	Imai e Tomouchi		
5			Lunne e Eide	Mitchell e Gardner - CL				Imai e Tomouchi	Ladd & Foot
7,4	Meyerhof	Robertson e Campanella			Harman	Schmertmann	Imai e Tomouchi		

Certificato n.1 del 22 settembre 2005

Firma:

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

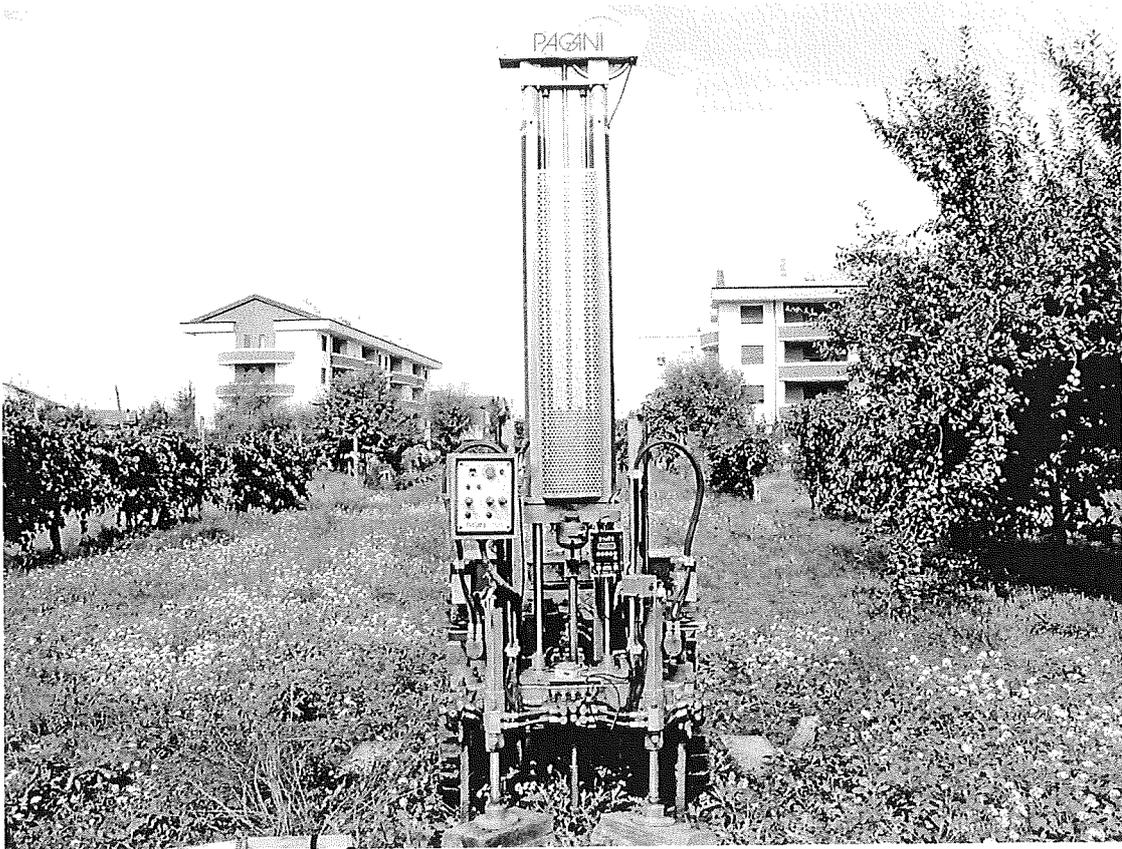


FOTO 1: Un dettaglio della piazzola sulla quale è stata eseguita la prova CPT 1.



FOTO 2: Un panorama della strumentazione osservata da una differente angolatura.

DPSH 2



Francesco Becattini - Geologo

Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96- 06078 Ponte Valleceppi (PG)- Cell. 347.6434222 - Tel e Fax 075.5928321

Committente: Geol. Nadia Silla

Località: Borroni - Foligno (PG)

Attrezzatura: Pagani 63/200

Sigla cantiere:

Sigla: DPSH 2

Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,2	3		4	
0,4	2		3	
0,6	4		6	
0,8	13		20	
1	37		56	
1,2	47		70	
1,4	37		56	
1,6	67		100	

Data: 22 settembre 2005



Francesco Becattini - Geologo

Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96- 06078 Ponte Valleceppi (PG)- Cell. 347.6434222 - Tel e Fax 075.5928321

Committente: Geol. Nadia Silla

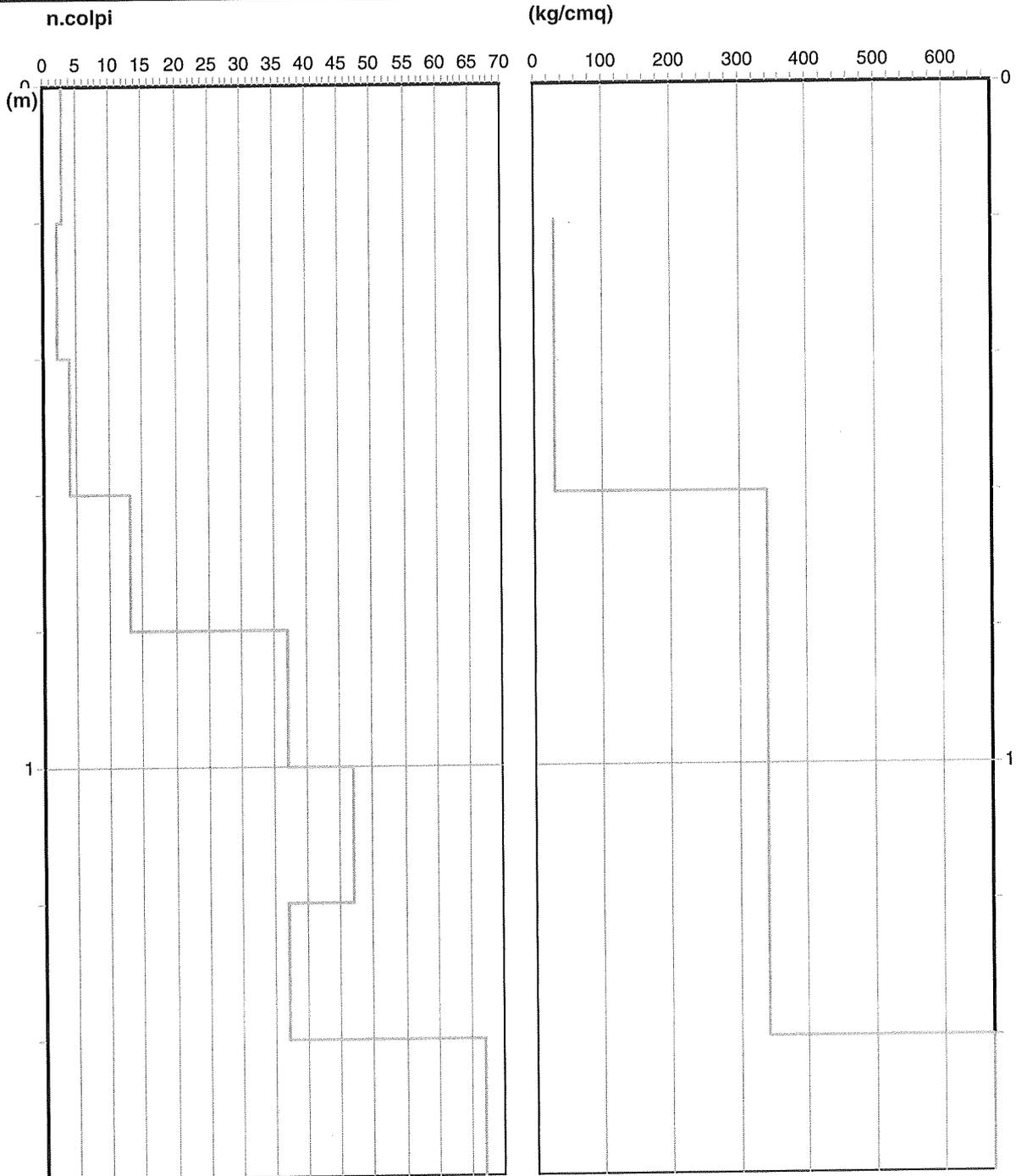
Località: Borroni - Foligno (PG)

Sigla cantiere:

Attrezzatura: Pagani 63/200

Sigla: DPSH 2

Grafico n.colpi - resistenza dinamica



Colpi punta

Resistenza dinamica

Data: 22 settembre 2005



Francesco Becattini - Geologo

Str. Perugia - Ponte Vallecceppi, 96- 06078 Ponte Vallecceppi (PG)- Cell. 347.6434222 - Tel e Fax.075.5928321

Committente: Geol. Nadia Silla

Località: Borroni - Foligno (PG)

Sigla cantiere:

Attrezzatura: Pagani 63/200

Sigla: DPSH 2

Stratigrafia della prova

Profondità (m)	Nspi medio equiv.	Resist.dinam. (kg/cmq)	Descrizione litologica	Comport. meccanico	Correzione litologica
0,6	4	29,36	Argilla limosa	1	1
1,4	50	341,83	Ghiaia e sabbia	0	1
1,6	100	672,11	Ghiaia	0	1

Comportamento meccanico dello strato: 0 = incoerente - 1 = coesivo Profondità della falda (m): assente

Peso del maglio (kg): 63,5

Passo di lettura (cm): 20

Volata del maglio (cm): 75

Profondità di partenza (m): 0,2

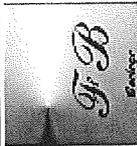
Peso delle aste (kg): 6,2

Lunghezza della prova (m): 1,6

Diámetro della punta (cm): 5,1

Fattore di correzione strumentale: 1,5

Data: 22 settembre 2005



Francesco Becattini - Geologo

Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96- 06078 Ponte Valleceppi (PG) - Cell. 347.6434222 - Tel e Fax 075.5928321

Committente: Geol. Nadia Silla

Località: Borroni - Foligno (PG)

Sigla cantiere:

Attrezzatura: Pagani 63/200

Sigla: DPSH 2

Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto Tau/Sigma d'attrito(°)	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a meta strato (kg/cmq)
0,6	4	Argilla limosa				1,71			0,27	18	0,7	413		0,05
1,4	50	Ghiaia e sabbia	143	1,06	42	2,3	85	577				867	355	0,19
1,6	100	Ghiaia	174	1,82	45	2,4	85	962				1324	710	0,31

Profondità della falda (m): assente

Data: 22 settembre 2005



Francesco Becattini - Geologo

Str. Perugia - Ponte Vallecceppi, 96- 06078 Ponte Vallecceppi (PG)- Cell. 347.6434222 - Tel e Fax 075.5928321

Committente: Geol. Nadia Silla

Località: Borroni - Foligno (PG)

Sigla cantiere:

Attrezzatura: Pagani 63/200

Sigla: DPSH 2

Metodi di calcolo dei parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Angolo di resistenza al taglio ($^{\circ}$)	Modulo edometrico strati incoerenti(kg/cmq)	Coesione non drenata(kg/cmq)	Modulo edometrico strati coesivi(kg/cmq)	Densità relativa (%)	Modulo di Young(kg/cmq)	Modulo dinamico di taglio strati incoerenti(kg/cmq)	Modulo dinamico di taglio strati coesivi(kg/cmq)	Rapporto di sovra consolidazione
0,6			Terzaghi & Peck	Stroud e Butler 20<IP<40				Ohsaki & Iwasaki	Ladd & Foot
1,4	Road Bridge Specification	Farrent			Gibbs & Holtz	DAppolonia et Al. Ghiaia e Sabbia NC	Crespellani e Vannucchi		
1,6	Road Bridge Specification	Farrent			Gibbs & Holtz	DAppolonia et Al. Ghiaia e Sabbia NC	Crespellani e Vannucchi		

Data: 22 settembre 2005

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

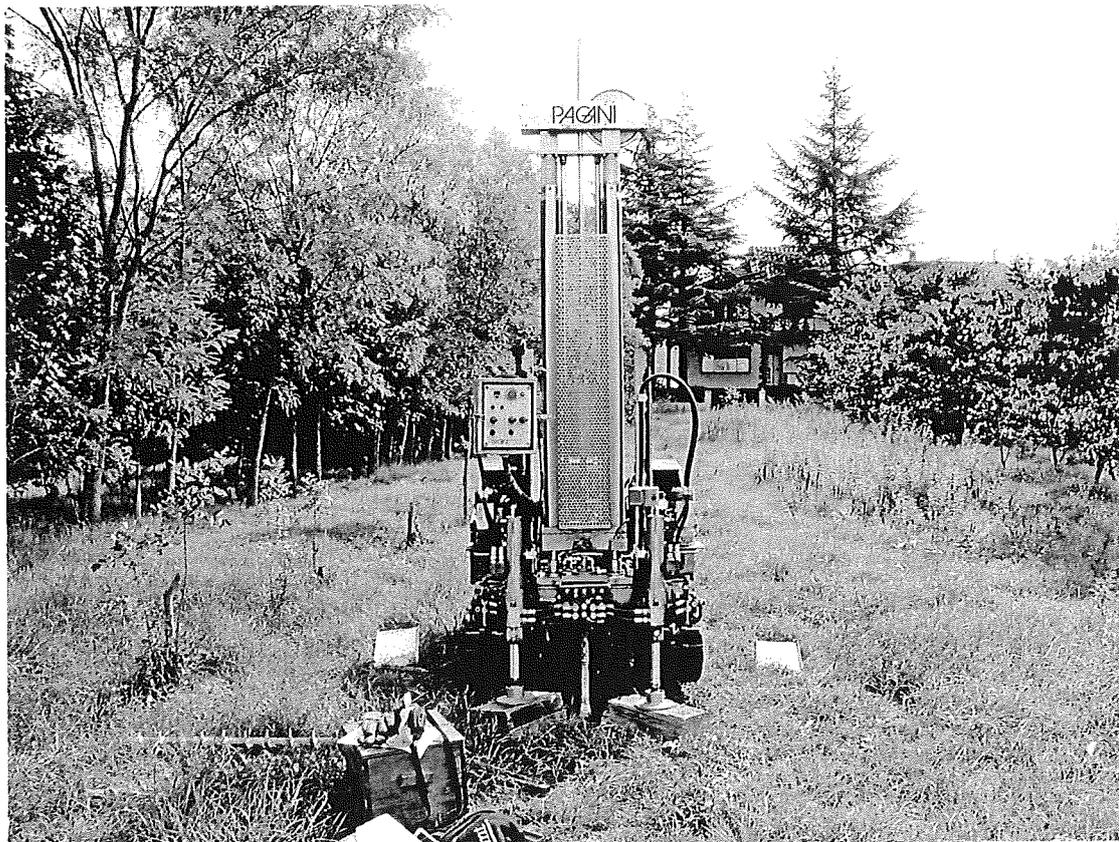


FOTO 1: Un dettaglio della piazzola sulla quale è stata eseguita la prova DPSH 2.



FOTO 2: Un panorama della strumentazione osservata da una differente angolatura.

DPSH 3



Francesco Becattini - Geologo

Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96- 06078 Ponte Valleceppi (PG)- Cell. 347.6434222 - Tel e Fax 075.5928321

Committente: Geol. Nadia Silla

Località: Borroni - Foligno (PG)

Attrezzatura: Pagani 63/200

Sigla cantiere:

Sigla: DPSH 3

Tabulato della prova

Profondità (m)	N. colpi della punta misurato	N.colpi del rivestimento	N. colpi SPT equivalenti	N. colpi del rivestimento corretto
0,2	3		4	
0,4	5		8	
0,6	8		12	
0,8	14		21	
1	9		14	
1,2	10		15	
1,4	8		12	
1,6	7		10	
1,8	7		10	
2	7		10	
2,2	6		9	
2,4	8		12	
2,6	8		12	
2,8	7		10	
3	30		45	
3,2	51		76	
3,4	35		52	
3,6	11		16	
3,8	8		12	
4	18		27	
4,2	40		60	
4,4	40		60	
4,6	44		66	
4,8	40		60	
5	34		51	
5,2	33		50	

Data: 22 settembre 2005



Francesco Becattini - Geologo

Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96- 06078 Ponte Valleceppi (PG)- Cell. 347.6434222 - Tel e Fax 075.5928321

Committente: Geol. Nadia Silla

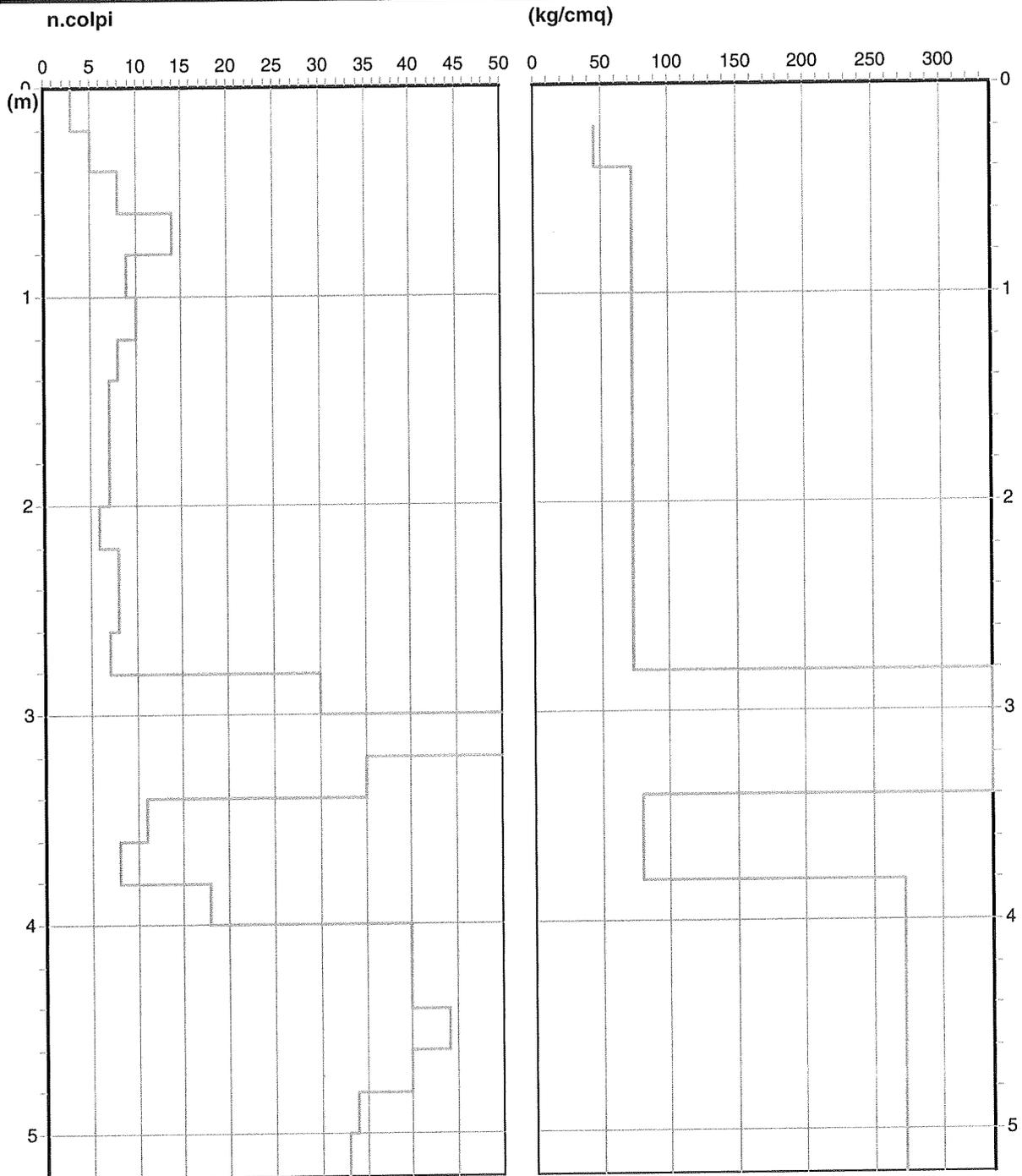
Località: Borroni - Foligno (PG)

Sigla cantiere:

Attrezzatura: Pagani 63/200

Sigla: DPSH 3

Grafico n.colpi - resistenza dinamica



Colpi punta

Resistenza dinamica

Data: 22 settembre 2005



Francesco Becattini - Geologo

Str. Perugia - Ponte Vallecceppi, 96- 06078 Ponte Vallecceppi (PG) - Cell. 347.6434222 - Tel e Fax 075.5928321

Committente: Geol. Nadia Silla

Località: Borroni - Foligno (PG)

Sigla cantiere:

Attrezzatura: Pagani 63/200

Sigla: DPSH 3

Stratigrafia della prova

Profondità (m)	Nspi medio equiv.	Resist. dinam. (kg/cmq)	Descrizione litologica	Comport. meccanico	Correzione litologica
0,4	6	44,87	Argilla limosa	1	1
2,8	12	73,23	Limo	1	1
3,4	58	338,39	Ghiaia sabbiosa	0	1
3,8	14	79,35	Limo	1	1
5,2	53	273,17	Sabbia ghiaiosa	0	1

Comportamento meccanico dello strato: 0 = incoerente - 1 = coesivo Profondità della falda (m): assente

Peso del maglio (kg): 63,5

Passo di lettura (cm): 20

Volata del maglio (cm): 75

Profondità di partenza (m): 0,2

Peso delle aste (kg): 6,2

Lunghezza della prova (m): 5,2

Diametro della punta (cm): 5,1

Fattore di correzione strumentale: 1,5

Data: 22 settembre 2005



Francesco Becattini - Geologo

Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06078 Ponte Valleceppi (PG) - Cell. 347.6434222 - Tel e Fax 075.5928321

Committente: Geol. Nadia Silla

Località: Borroni - Foligno (PG)

Sigla cantiere:

Attrezzatura: Pagani 63/200

Sigla: DPSH 3

Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto Tau/Sigma d'attrito(°)	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. F.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres.efi. a metà strato (kg/cmq)
0,4	6	Argilla limosa				1,8			0,4	27	1,8	566		0,04
2,8	12	Limo				1,95			0,8	54	0,4	972		0,31
3,4	58	Ghiaia sabbiosa	183	0,82	44	2,42	111	638				949	412	0,61
3,8	14	Limo				1,99			0,94	63	0,8	1097		0,72
5,2	53	Sabbia ghiaiosa	194	0,62	43	2,26	96	600				898	376	0,92

Profondità della falda (m): assente

Data: 22 settembre 2005



Francesco Becattini - Geologo

Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06078 Ponte Valleceppi (PG) - Cell. 347.6434222 - Tel e Fax 075.5928321

Committente: Geol. Nadia Silla

Località: Borroni - Foligno (PG)

Sigla cantiere:

Attrezzatura: Pagani 63/200

Sigla: DPSH 3

Metodi di calcolo dei parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Modulo edometrico strati incoerenti(kg/cm ²)	Modulo edometrico strati coesivi(kg/cm ²)	Densità relativa (%)	Modulo di Young(kg/cm ²)	Modulo dinamico di taglio strati incoerenti(kg/cm ²)	Modulo dinamico di taglio strati coesivi(kg/cm ²)	Rapporto di sovra consolidazione
0,4			Stroud e Butler 20<IP<40				Ohsaki & Iwasaki	Ladd & Foot
2,8			Terzaghi & Peck				Ohsaki & Iwasaki	Ladd & Foot
3,4	Road Bridge Specification	Farrent		Skempton 1986	DAppolonia et Al. Ghiaia e Sabbia NC	Crespellani e Vannucchi		
3,8			Terzaghi & Peck				Ohsaki & Iwasaki	Ladd & Foot
5,2	Road Bridge Specification	Farrent		Skempton 1986	DAppolonia et Al. Ghiaia e Sabbia NC	Crespellani e Vannucchi		

Data: 22 settembre 2005

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

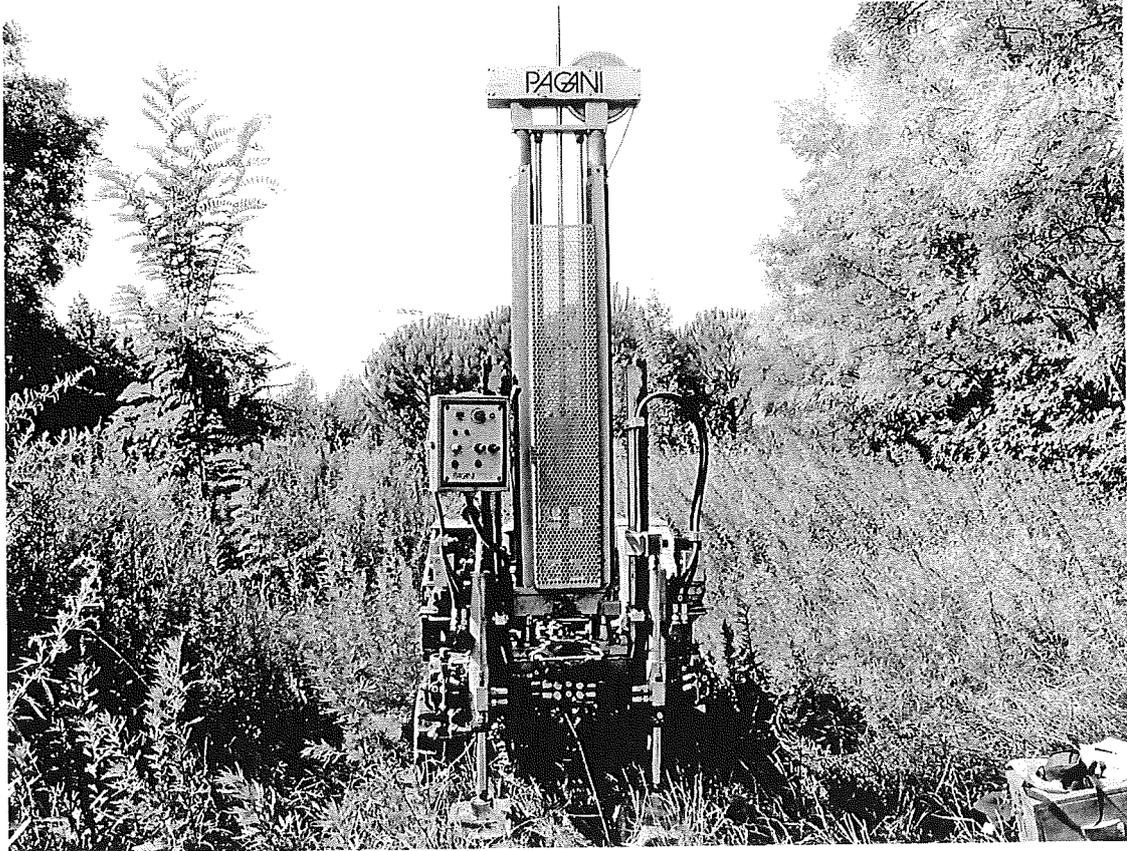


FOTO 1: Un dettaglio della piazzola sulla quale è stata eseguita la prova DPSH 3.



FOTO 2: Un panorama della strumentazione osservata da una differente angolatura.