



COMUNE DI:
FOLIGNANO

PROVINCIA DI:
ASCOLI PICENO

REALIZZAZIONE DI MODULI SCOLASTICI PROVVISORI PER SCUOLA PRIMARIA PIANE DI MORRO

RELAZIONE GEOLOGICA CON MODELLAZIONE GEOTECNICA E SISMICA DEL SITO

Committente:

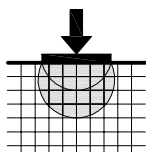
AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI FOLIGNANO
Via Roma, 17
63084 Folignano

Data:

Giugno 2017

Il geologo:

Dott. geol. Pier Luigi Anasparri



STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA

Via Roma, 91 - 63084 Folignano

Tel. 3934606599 Fax: 0736-45892 - E-Mail: pierluigi.anasparri@gmail.com

P.IVA 01850190446

INDICE

1. PREMESSA	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	3
3. UBICAZIONE TOPOGRAFICA	4
4. ANALISI DEL PAI VIGENTE	4
5. MEZZI E METODI DI INDAGINE	5
6. RICOSTRUZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO	5
6.1 Caratteristiche geologiche-geomorfologiche	5
6.2 Caratteristiche stratigrafiche	6
6.3 Caratteristiche idrogeologiche	7
7. MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO	8
7.1 Sismicità storica dell'area	8
7.2 Determinazione della pericolosità sismica di base	9
7.3 Risposta sismica locale	10
8. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI TERRENI	12
7. INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA	13

1. PREMESSA

Il dott. geol. Pier Luigi Anasparri, con studio tecnico in via Roma, 91 Folignano (AP) è stata incaricato dall'Amministrazione Comunale di Folignano (CIG Z5A235375D) di redigere una "Relazione geologica e geotecnica con modellazione sismica", per la "Realizzazione di moduli scolastici provvisori per scuola primaria Piane di Morro", nel territorio comunale di Folignano (AP).

Il sottoscritto è iscritto all'Ordine dei geologi delle Marche al n. 773, ed all'elenco speciale dei professionisti con identificativo EP_1906_2017.

A tal fine, oltre al rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio sono stati presi in considerazione i risultati dei sondaggi geognostici eseguiti dal sottoscritto nelle vicinanze per la realizzazione della nuova chiesa Santa Lucia.

Inoltre è stata pianificata una campagna di indagini mediante l'esecuzione di prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH) e di una prova geofisica, attraverso uno stendimento sismico multicanale "MASW".

I dati tecnici sono stati elaborati secondo il decreto Ministeriale 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni".

Fanno parte della presente relazione i seguenti allegati:

All.1 – Carta corografica	scala 1:25.000
All.2 – Carta geologica	scala 1:10.000
All.3 – Stralcio PAI vigente	scala 1:10.000
All.4 – Planimetria generale	scala 1:2.000
All.5 – Planimetria di progetto con ubicazione indagini	scala 1:2.000
All.6 – Risultati delle indagini effettuate	
All.7 – Colonne litostratigrafiche sondaggi reperiti	
All.8 – Sezione geologica – Modello geotecnico	scala 1:100
All.9 – Documentazione fotografica	

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

D.M. del 11/03/1988 e relative istruzioni

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

Ministero delle infrastrutture e dei Trasporti - DECRETO 17 gennaio 2018

Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (GU Serie Generale n.42 del 20-02-2018 - Suppl. Ordinario n. 8).

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Allegato al Voto n. 36 del 27/07/2007

Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale;

Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Bacino Interregionale del Fiume Tronto.

Approvato con DCR n°121/4 del 07/11/2008 della Regione Abruzzo, DCR n°81 del 29/01/2008 della Regione Marche e DCR n°21 del 20/06/2012 della Regione Lazio.

3. UBICAZIONE TOPOGRAFICA

La zona comprendente l'area in oggetto, è situata nella frazione Piane di Morro, a Nord-Est del capoluogo Folignano, ad una quota di circa 300 metri sul livello del mare.

Cartograficamente l'area è compresa nella tavoletta I.G.M. "Civitella del Tronto" in scala 1 : 25.000, III° quadrante Nord-Est del Foglio 133 della Carta d'Italia; nella Nuova Carta Tecnica Regionale il sito è individuato nella sezione 326-16 (vedi All.1 Carta corografica e All.2 Carta geologica).

4. ANALISI DEL PAI VIGENTE

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Tronto (P.A.I.), approvato con Delibera Amministrativa del Consiglio Regionale della Regione Marche n. 81 del 29/01/2008, individua le aree a rischio esondazione e quelle a rischio frana, presenti all'interno del Bacino del Fiume Tronto.

Dall'analisi della cartografia PAI, l'area in oggetto non risulta interessata da un'area a rischio idrogeologico(vedi All.3 – Stralcio PAI vigente).

Pertanto, si può affermare che l'intervento in progetto è compatibile con il PAI vigente.

5. MEZZI E METODI DI INDAGINE

Per la ricostruzione del modello geologico, geotecnico e sismico della zona comprendente l'area in oggetto sono state svolte le seguenti attività (**vedi All.6 – Risultati delle indagini effettuate**)

- **Rilevamento** geologico-geomorfologico di superficie;
- Consultazione **dati di archivio** relativi a studi ed indagini geognostiche eseguiti in aree limitrofe;
- **n°2 Prove penetrometriche dinamiche pesanti (tipo DPSH)**, eseguita dalla ditta **Ingeo S.a.s di Martinsicuro (TE)**, con sonda PAGANI TG 63 (200 KN); **le prove sono state spinte sino alla profondità massima di m 14,0 dal p.c.**
- **Esecuzione di una prova sismica tipo MASW** (Multichannel Analysis Surface Wave).

6. RICOSTRUZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO

6.1 Caratteristiche geologiche-geomorfologiche

L'area in esame, appartiene alla valle alluvionale denominata “Piane di Morro”, generata in tempi geologici recenti dal Torrente Marino, prima che lo stesso fosse catturato dal Fiume Tronto.

La superficie topografica risulta sub-pianeggiante con una leggera pendenza (circa 5°) verso Est – Nord – Est; a nord, l'area si raccorda con il

crinale che funge da spartiacque tra i bacini del Fiume Tronto e del Torrente Vibrata, mentre a sud si raccorda con i rilievi collinari arenacei.

La formazione di base è costituita da arenarie e marne stratificate (Formazione della Laga) immergenti verso Nord – Est, con pendenze di circa 20° e collocabili cronologicamente nel Messiniano (***vedi All.2 Carta geologica***).

Al di sopra di essa insiste una coltre alluvio-colluviale avente uno spessore complessivo compreso tra i 35 ed i 40 metri, costituita, dall'alto verso il basso, da limi sabbiosi, limi sabbioso-argillosi e ghiaie alluvionali eterometriche.

Dal rilevamento di superficie le condizioni di equilibrio d'insieme, dal punto di vista geologico - geomorfologico, risultano buone.

6.2 Caratteristiche stratigrafiche

I dati tecnici ricavati dalle prove penetrometriche e dai sondaggi geognostici reperiti (***vedi All.7 – Colonne litostatigrafiche sondaggi reperiti***), hanno consentito di ricostruire la **seguinte successione stratigrafica, relativa all'area oggetto di studio:**

I° STRATO - da m 0,00 a m 0,50 in media dal p.c.:

Terreno vegetale e di riporto

II° STRATO - da m 0,50 a m 18,00 in media dal p.c.:

Coltre colluviale costituita da alternanze di limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi.

III° STRATO - da m 18,00 a m 35,00 in media dal p.c.:

Ghiaie eterometriche ed eteroclastiche in abbondante matrice limoso-sabbiosa di colore nocciola chiaro.

IV° STRATO - da m 35,00 in media in poi dal p.c.:

Formazione della Laga costituita da arenarie e marne stratificate

6.3 Caratteristiche idrogeologiche

L'area in oggetto è interessata principalmente dalle acque di diretta precipitazione meteorica che vengono in parte assorbite dai terreni superficiali ed in parte defluiscono verso Nord, cioè verso il Fosso Morticino, affluente in destra del Torrente Marino, principale via di drenaggio della zona, mentre in profondità la falda di subalveo scorre verso est.

I terreni alluvionali, dotati di permeabilità medio-alta ($K = 10^{-2} \div 10^{-4}$ cm/s) ed ubicati mediamente a 16,0 – 18,0 metri dal piano campagna, sono interessati da una falda freatica tamponata inferiormente dal basamento roccioso impermeabile.

La coltre colluviale, costituita da alternanze di limi sabbiosi e limi sabbioso – argillosi, presenta invece una permeabilità medio bassa ($K = 10^{-5} \div 10^{-6}$ cm/s).

7. MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

Il territorio comunale di Folignano (AP) in base all'**Ordinanza P.C.M. del 20 marzo 2003 n.3274**, approvata con **D.G.R. n. 1046 del 29/07/03**, è stato classificato sismicamente come appartenente alla “**zona 2**”.

7.1 Sismicità storica dell'area

Di seguito si riporta la sismicità storica del comune di Ascoli Piceno, per eventi sismici con Magnitudo $\geq 5,5$ riportati nel “**Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 DBMI15**”, consultabile al sito <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
5	🔗 1997	09	26	09	40	2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
6-7	🔗 1950	09	05	04	08		Gran Sasso	386	8	5.69
7-8	🔗 1943	10	03	08	28	2	Ascolano	170	8	5.67
5	🔗 1997	09	26	00	33	1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
5	🔗 1997	10	14	15	23	1	Valnerina	786		5.62
5	🔗 1997	10	06	23	24	5	Appennino umbro-marchigiano	437		5.47
5-6	🔗 1997	10	03	08	55	2	Appennino umbro-marchigiano	490		5.22
3	🔗 1998	03	21	16	45	0	Appennino umbro-marchigiano	141		5.00

Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>

A questi eventi vanno aggiunti gli eventi sismici del 24 Agosto 2016 e successivi ed in particolare quelli con magnitudo superiore a 5, verificatisi nel centro Italia nelle regioni di Lazio, Abruzzo e Marche, e di seguito riportati:

Data	Ora	Epicentro	Mw
24/08/2016	03:36	Accumoli	6,0
26/10/2016	19:11	Castelsantangelo	5,4
26/10/2016	21:18	Ussita	5,9
30/10/2016	07:40	Norcia	6,5
18/01/2017	10:25	Montereale	5,1
18/01/2017	11:14	Capitignano	5,5
18/01/2017	11:25	Pizzoli	5,4
18/01/2017	14:33	Cagnano Apiterno	5,0

7.2 Determinazione della pericolosità sismica di base

Ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”, le azioni sismiche di progetto vengono definite a partire dalla **pericolosità sismica di base** del sito in oggetto.

Per la stima della pericolosità sismica di base devono essere noti:

- Le coordinate geografiche del sito;
- I nodi del reticolo di riferimento;
- La classe d'uso e la vita Nominale dell'opera;

Coordinate geografiche opera da realizzare

Le coordinate geografiche della zona comprendente l'area in oggetto sono le seguenti:

latitudine: 42,825258

longitudine: 13,653718

Nodi del reticolo di riferimento opera da realizzare

Sito 1 ID: 24311	Lat: 42,8349	Lon: 13,6265	Distanza: 2468,127
Sito 2 ID: 24312	Lat: 42,8348	Lon: 13,6946	Distanza: 3501,699
Sito 3 ID: 24534	Lat: 42,7848	Lon: 13,6945	Distanza: 5595,237
Sito 4 ID: 24533	Lat: 42,7849	Lon: 13,6263	Distanza: 5013,694
Sito 4 ID: 24090	Lat: 42,8848	Lon: 13,6948	Distanza: 3720,293

Classe d'uso e vita nominale

Poiché trattasi di “Realizzazione di moduli scolastici provvisori”, in accordo con il progettista, è stato possibile assegnare una **classe d'uso II e vita nominale pari a 50 anni** (par. 2.4 delle N.T.C.).

Pericolosità sismica di base

Si riportano nella seguente tabella i **valori di accelerazione orizzontale (ag/g) attesi al sito in oggetto relativi ad ogni stato limite di progetto**:

Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc*[s]
Operatività (SLO)	30	0,057	2,473	0,278
Danno (SLD)	35	0,061	2,464	0,283
Salvaguardia vita (SLV)	332	0,156	2,452	0,341
Prevenzione collasso (SLC)	682	0,203	2,485	0,350

7.3 Risposta sismica locale

Per definire l'azione sismica di progetto viene effettuata la **valutazione della risposta sismica locale (R.S.L.)**, eseguita con “approccio semplificato”, (paragrafo 3.2.2 del D.M. 17/01/18) attraverso la classificazione del sottosuolo in funzione dei valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio Vs.

Categoria di sottosuolo di riferimento

Per la definizione della categoria di sottosuolo, è stato eseguito uno **stendimento sismica a rifrazione tipo “MASW”** (vedi All.6 – Risultati delle indagini effettuate); dal risultato ottenuto ($V_{seq} = 321$ m/s) è stato possibile

assegnare all'area in oggetto, la categoria di suolo C), come evidenziato nella tabella 3.2.II, allegata alle N.T.C. 2018 e di seguito riportata:

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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..
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Categoria topografica

Per l'assegnazione della categoria topografica si fa riferimento alla tabella 3.2.III (categorie topografiche) allegata alle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/2018, di seguito riportata:

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 $i > 30^\circ$

In riferimento alla tabella e data la morfologia della zona, ai fini della classificazione sismica, **per il sito si può adottare una categoria topografica T1.**

8. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI TERRENI

Sulla base dell'elaborazione dei risultati delle prove penetrometriche e delle prove di laboratorio eseguite su campioni di terreni litologicamente simili prelevati in aree limitrofe, è stato possibile assegnare ai termini stratigrafici precedentemente descritti (**vedi All.8 – Sezione geologica Modello geotecnico**), le seguenti caratteristiche meccaniche:

UNITA' LITOTECNICA "A"

STRATO II° (da m 0,50 a m 16,0 in media dal piano campagna) :

Coltre colluviale costituita da alternanze di limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi, asciutto e mediamente consistente.

γ = peso di volume = 1,9 t/m³

ϕ = angolo d'attrito interno = 28° - 30°

c_u = coesione non drenata = 1,5 kg/cm²

N_{SPT} = 18 colpi per 30 cm di avanzamento nella prova S.P.T.

k = coefficiente di Winkler = 4 kg/m³

UNITA' LITOTECNICA "B"

STRATO III° (da m 16,0 a m 35,0 in media dal piano campagna) :

Ghiaie eterometriche ed eteroclastiche in abbondante matrice limoso-sabbiosa di colore nocciola chiara.

γ = peso di volume = 2,1 t/m³;

ϕ = angolo di attrito interno = 30 ÷ 32°

D_r = densità relativa = 50% ;

UNITA' LITOTECNICA "C"

STRATO IV° (da m 35,0 in poi dal piano campagna) :

Formazione della Laga costituita da arenarie e marne stratificate

γ = peso di volume = 2,2 t/m³

φ = angolo di attrito interno tra i giunti di strato = 28°

7. INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA

A seguito degli eventi sismici del 24 agosto 2016 e successivi, **l'Amministrazione Comunale di Folignano ha ottenuto la possibilità di "Realizzare il Nuovo Plesso scolastico Primaria e Infanzia di Piane di Morro", previa demolizione della struttura esistente.**

A tal fine, per consentire la realizzazione della nuova struttura e garantire la continuità scolastica, saranno utilizzate strutture provvisorie definite "moduli", da ubicare in un'area individuata dall'Amministrazione in via Verona a Piane di Morro.

I moduli per le attività scolastiche saranno ubicati sopra una fondazione adeguatamente progettata, avente una superficie complessiva di circa 800 mq.

Il progetto prevede n.5 aule, i servizi igienici per gli alunni e per il personale docente, un servizio igienico per disabili, n.1 aula informatica, la biblioteca, n.1 aula per attività libere, n.1 aula professori e n.1 aula per ragazzi con disabilità.

Le indagini eseguite e quelle reperite hanno permesso di ricostruire la successione litostratigrafica del sito caratterizzata dalla **presenza di una spessa coltre colluviale di limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi (UNITA' LITOTECNICA**

“A”) aventi discrete caratteristiche meccaniche (**vedi All.5 Sezione terreno struttura**).

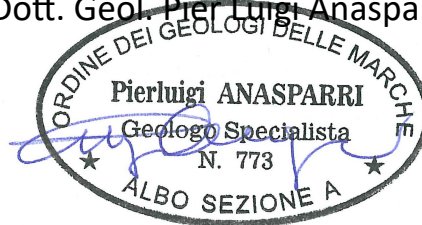
Pertanto, data le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni interessati dall'intervento, **si consiglia l'adozione di una fondazione superficiale “tipo platea” da realizzare direttamente sull'Unità Litotecnica “A”.**

Laddove, per via dell'andamento della superficie topografica e dei vincoli imposti dalla sovrintendenza, la quota di imposta della struttura di fondazione risulti superiore a quella topografica, **sarà necessario raggiungere il terreno di fondazione superando lo strato di terreno vegetale, attraverso la posa in opera o di calcestruzzo magro o attraverso l'ispessimento della fondazione stessa.**

Inoltre, si consiglia la **realizzazione di idonee opere di regimazione idraulica per l'allontanamento delle acque di diretta precipitazione meteorica dalle strutture fondali (es. cunetta di raccordo e smaltimento acque).**

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA

(Dott. Geol. Pier Luigi Anasparri)



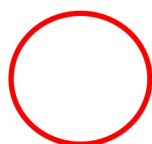
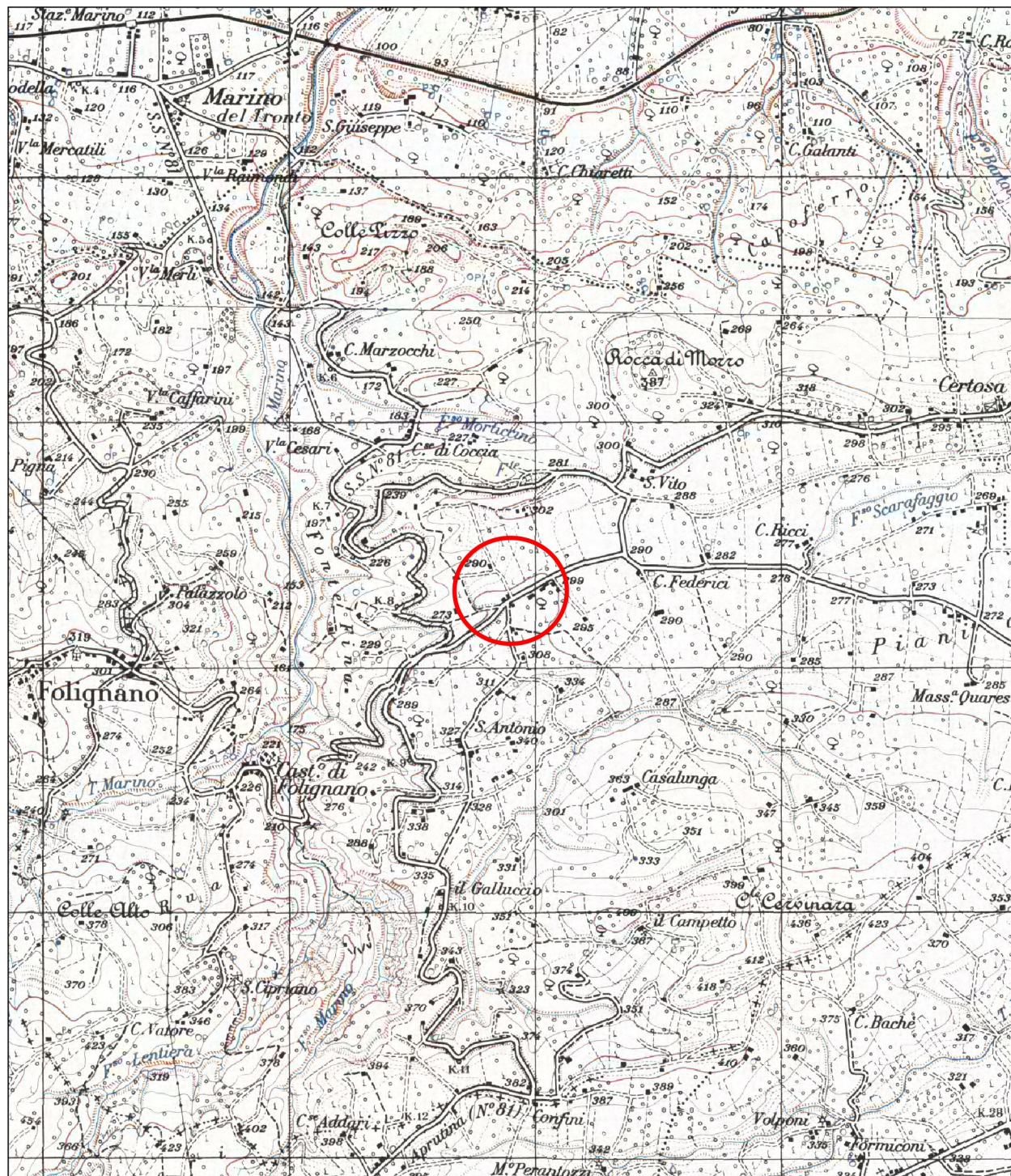
Folignano, giugno 2018



CARTA COROGRAFICA

1:25.000

Base cartografica: Tav. "Civitella del Tronto" III°quadrante N.E. del foglio 133 della Carta d'Italia



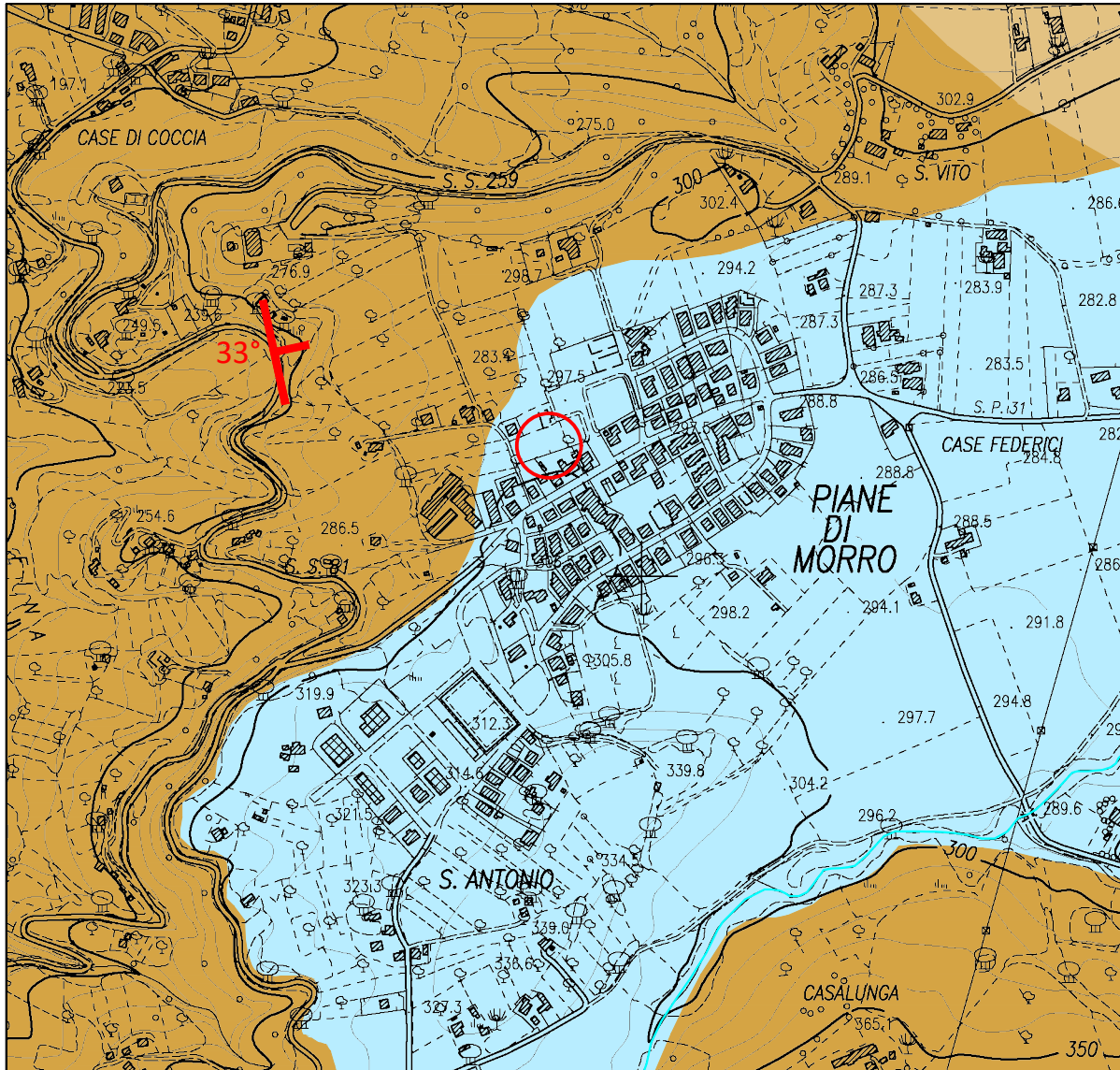
Area in oggetto



CARTA GEOLOGICA

Scala 1 : 10.000

Base topografica: Nuova Carta Tecnica Regionale, sezione 32616



Alluvioni terrazzate del III° ordine.
(PLEISTOCENE SUPERIORE)



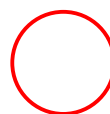
Argille e marne con frequenti
intercalazioni di sottili strati arenacei.
(PLIOCENE INFERIORE)



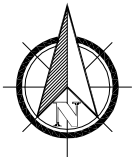
Arenarie ben stratificate, alternate
ad argille e marne sabbiose.
(MESSINIANO)



Giacitura degli strati



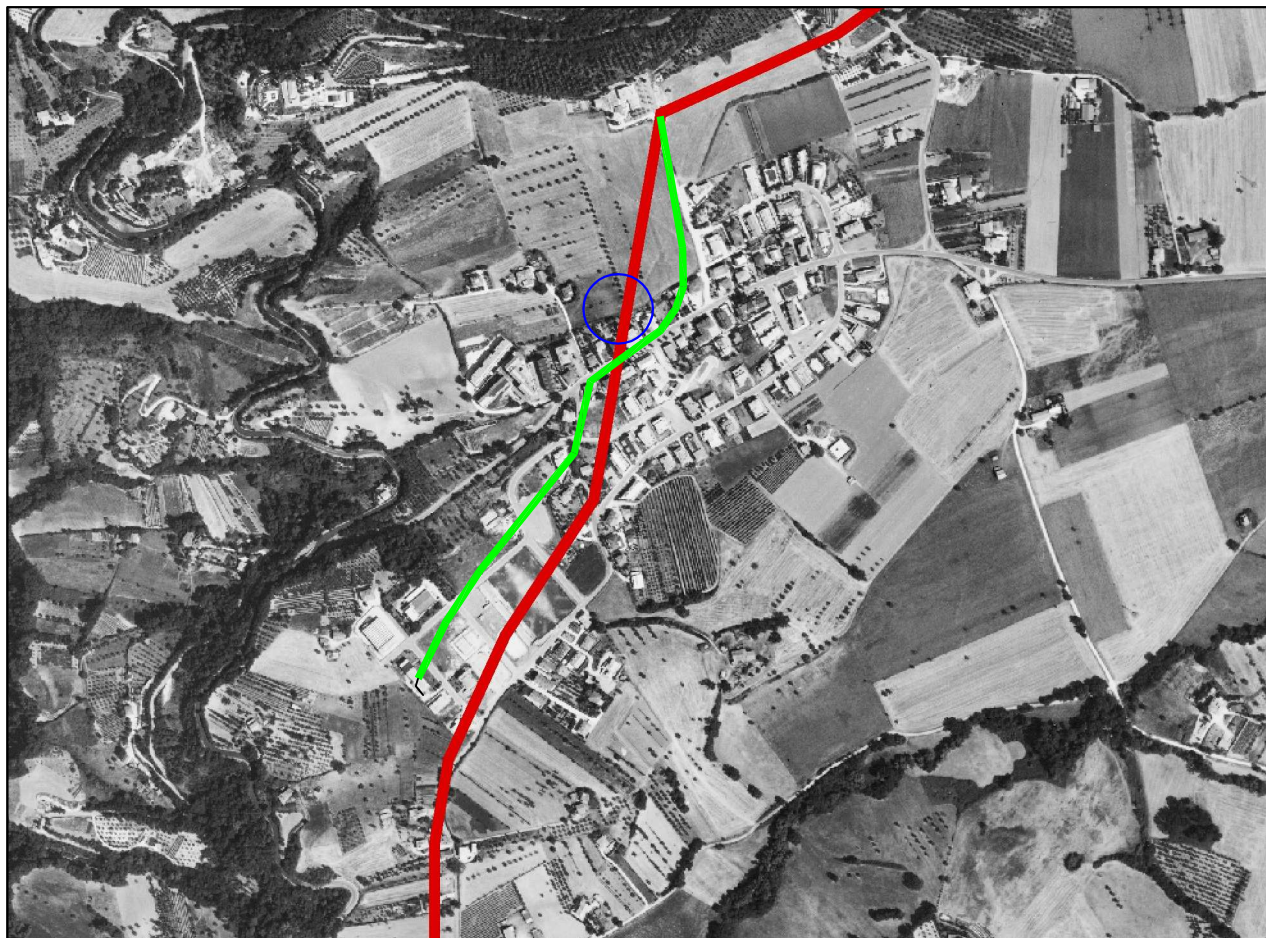
Area in oggetto





STRALCIO PAI VIGENTE

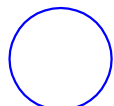
Scala 1 : 10.000

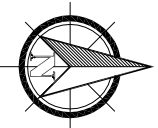
Cartografia: P.A.I. Autorità di Bacino del Tronto - Tav.10 sez. 23



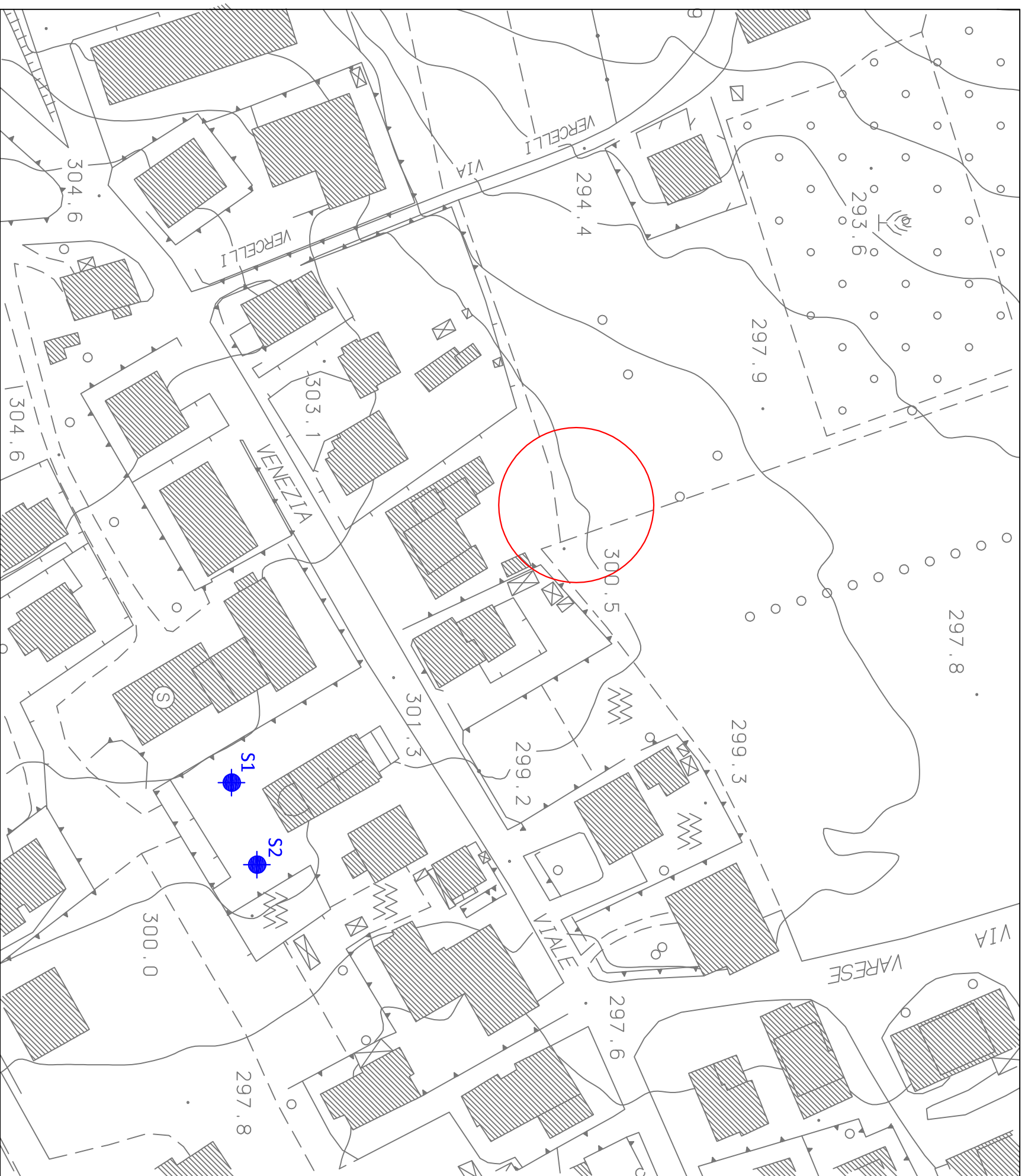
 Limite spartiacque tra il bacino del F.Tronto e quello del T.Vibrata come da cartografia ufficiale PAI


 Limite spartiacque reale tra il bacino del F.Tronto e quello del T.Vibrata

 Area in oggetto

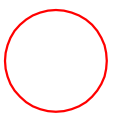


**PLANIMETRIA GENERALE CON UBICAZIONE
INDAGINI REPERITE**
Scala 1 : 1.000

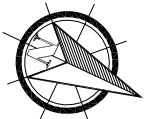




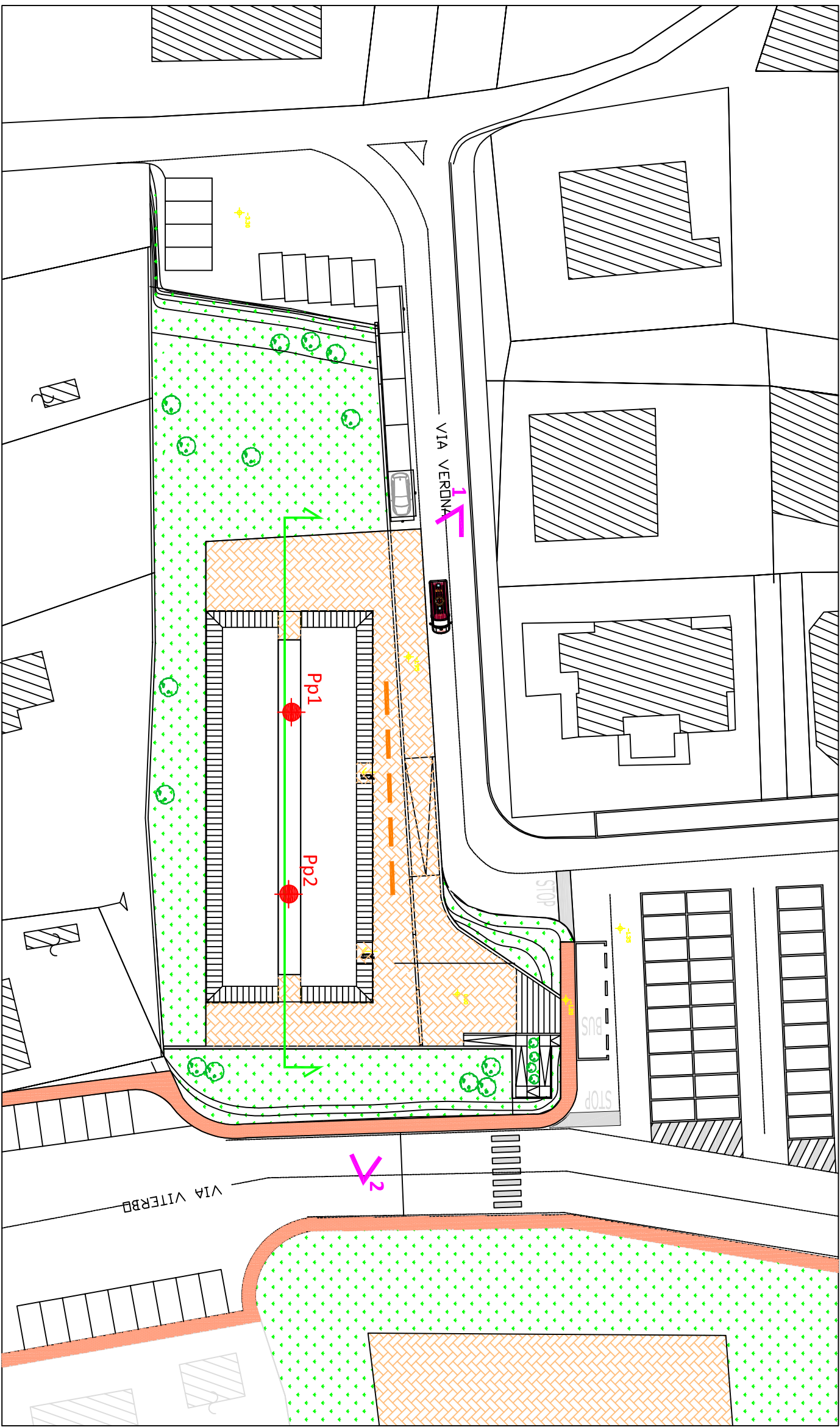
Ubicazione sondaggio
geognostico e suo numero reperito



Area in oggetto



**PLANIMETRIA DI PROGETTO CON UBICAZIONE
INDAGINI EFFETTUATE**
Scala 1 : 200



RISULTATI DELLE INDAGINI EFFETTUATE

- Prove penetrometriche
- Prova sismica MASW



INGEO SAS di D'Ambrosio Roberto & C.

Via Marche 1/a 64014 Martinsicuro (TE)

ingeosas@tiscali.it ingeosas@pec.it

3401798332 / 3401798333

Committente: Geol. Pieluigi Anasparri

Cantiere: Prova DPSH e MASW

Località: Piane di Morro (AP)

Riferimento: Plesso scolastico provvisorio

Data: 21.05.2018

INGEO S.A.S.
di D'Ambrosio Roberto & C.
Via Marche, 1/A - 64014 MARTINSICURO (TE)
Part. IVA: 0157770878
Cod. Fisc.: 91026850878

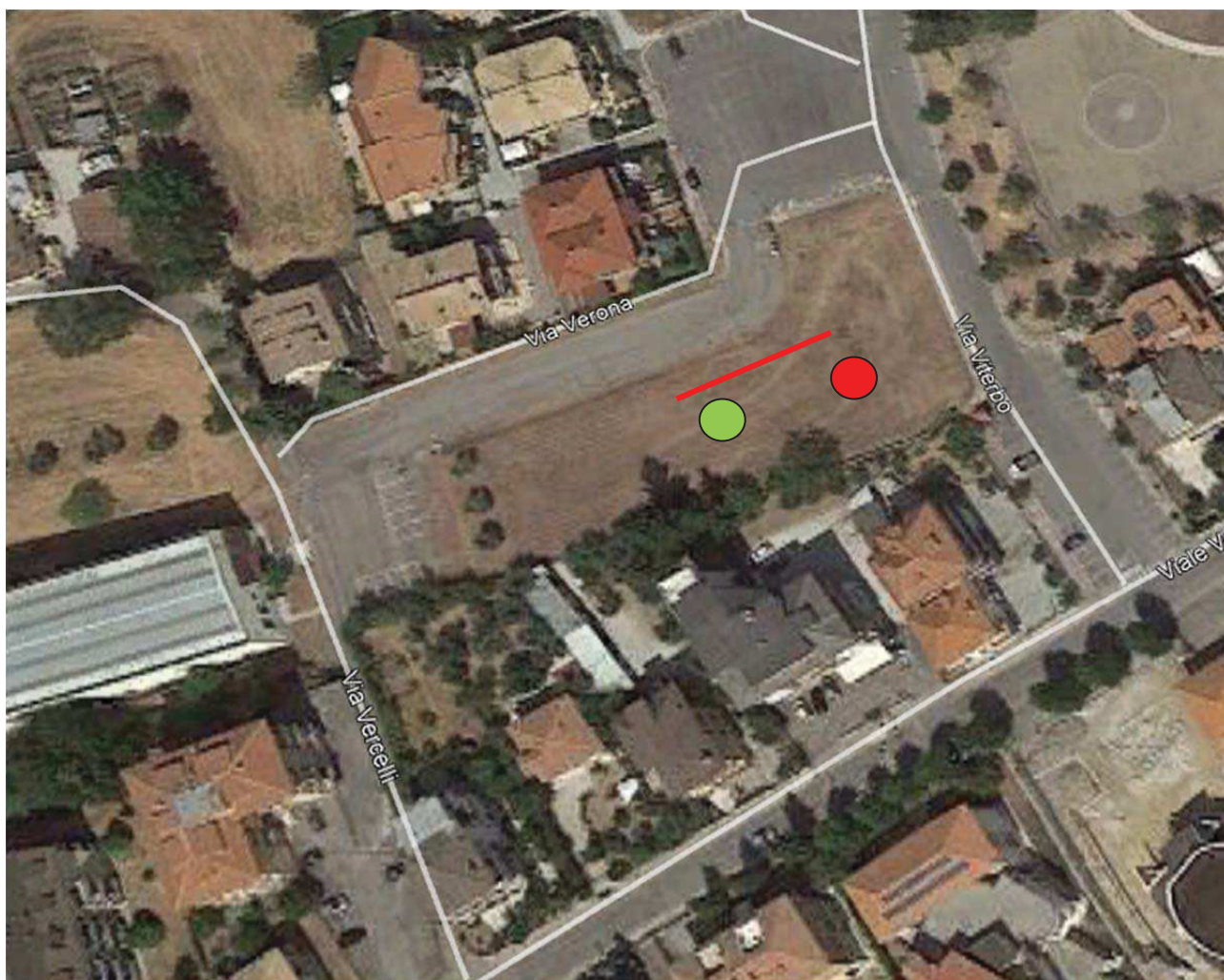
CARTA DELLE INDAGINI

In data 21.05.2018 sono state realizzate n°2 prove penetrometriche dinamiche super pesante DPSH ed una prova geofisica tipo MASW

PROVA DPSH 1 

PROVA DPSH 2 

PROVA MASW 



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura 1 - Ubicazione prova penetrometrica dinamica DPSH 1



Figura 2 - Ubicazione prova penetrometrica dinamica DPSH 2

DPSH TG 63-200 PAGANI



Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda:

DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,47
Angolo di apertura punta	90 °


BUREAU VERITAS

BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. Via Miramare, 15 – 20126 Milano

ATTESTATO DI ESAME DELLA CONFORMITA'
Direttiva Macchine 2006/42/CE
CONFORMITY EXAMINATION CERTIFICATE
Machinery Directive 2006/42/EC
N° CV 005-07-2015

BUREAU VERITAS ITALIA a seguito di verifica volontaria, attesta che il modello di seguito identificato, è stato esaminato secondo quanto previsto dalla Direttiva Macchine 2006/42/CE, e ne risulta conforme

Following the voluntary examination, Bureau Veritas Italia attests that type identified hereunder has been examined against the provisions of the Machinery Directive 2006/42/EC, and found to satisfy the provisions of the directive

Macchina/Machine: PENETROMETRO / PENETROMETER

Fabbricante
manufacturer

PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT S.r.l.

Modello
type

TG63

Caratteristiche della macchina /Machinery parameters: Penetrometro serie TG63

Questo certificato perde la sua validità, in caso di modifiche alla macchina che possano influire sulla conformità ai requisiti essenziali di sicurezza o sulle condizioni d'uso previste dalla Direttiva 2006/42/CE del 9 giugno 2006 così come trasposto nelle leggi nazionali applicabili.
This certificate shall be deemed to be void, in case of modification to the machinery where this may affect conformity with the essential safety requirements or the prescribed conditions of use of the machinery directive nr 2006/42/EC of 9 June 2006 as transposed in the applicable law(s)

Luogo: Milano
Place

Data: 31/08/2015
Date

Firmato da: Felice Cammarà
Signed by

Firma:
Signature



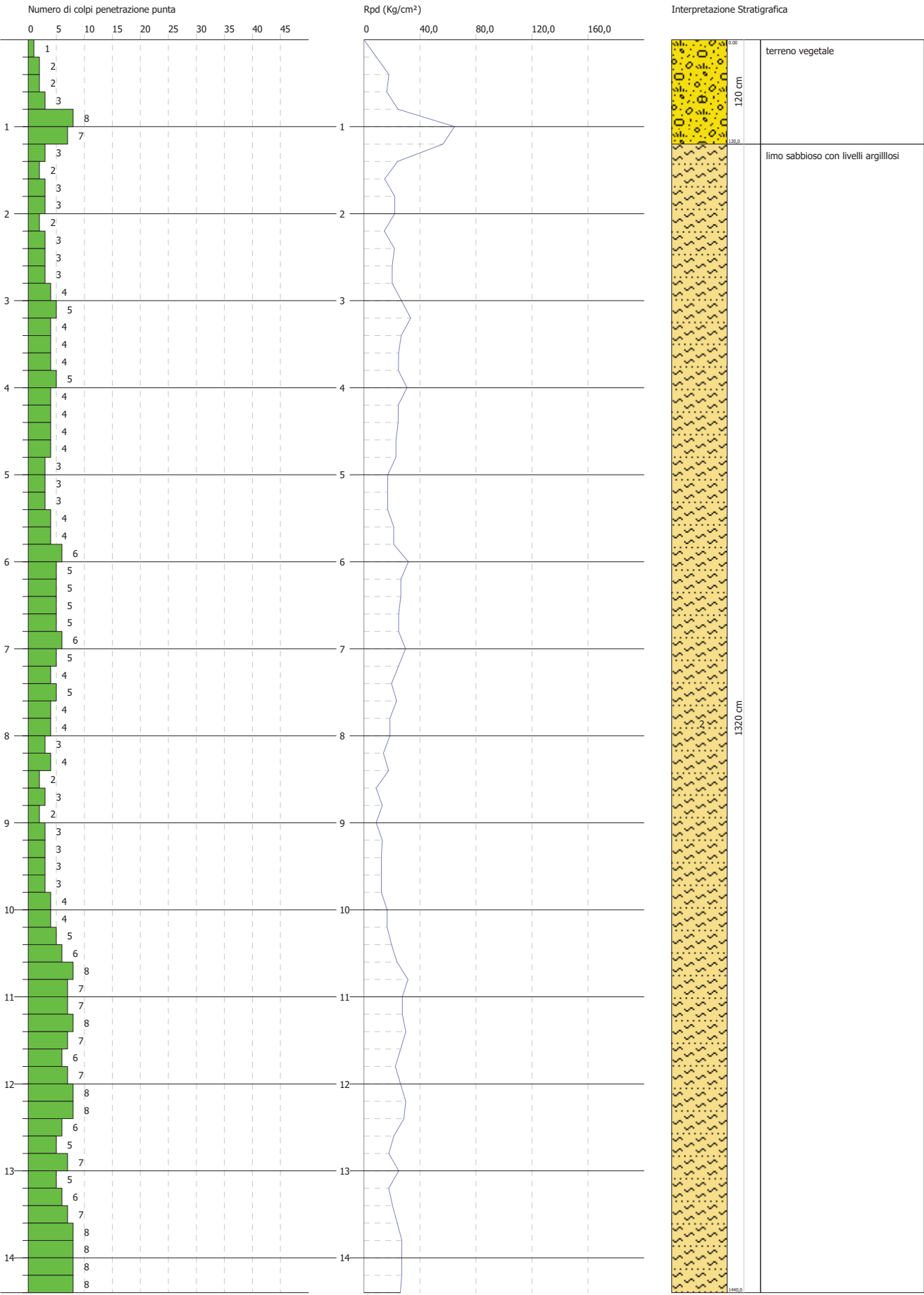

© BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. Via Miramare, 15 – 20126 Milano.
CHRONO G12627/14/GT/1c rev. 3 IT FILE 14.1884705.138
- 1 -

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Geol.Pierluigi Anasparri
Descrizione: Realizzazione plesso scolastico provvisorio
Località: Piane di Morro (AP)

Data: 22/05/2018

Scala 1:63



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

PRESSIONE AMMISSIBILE DPSH 1

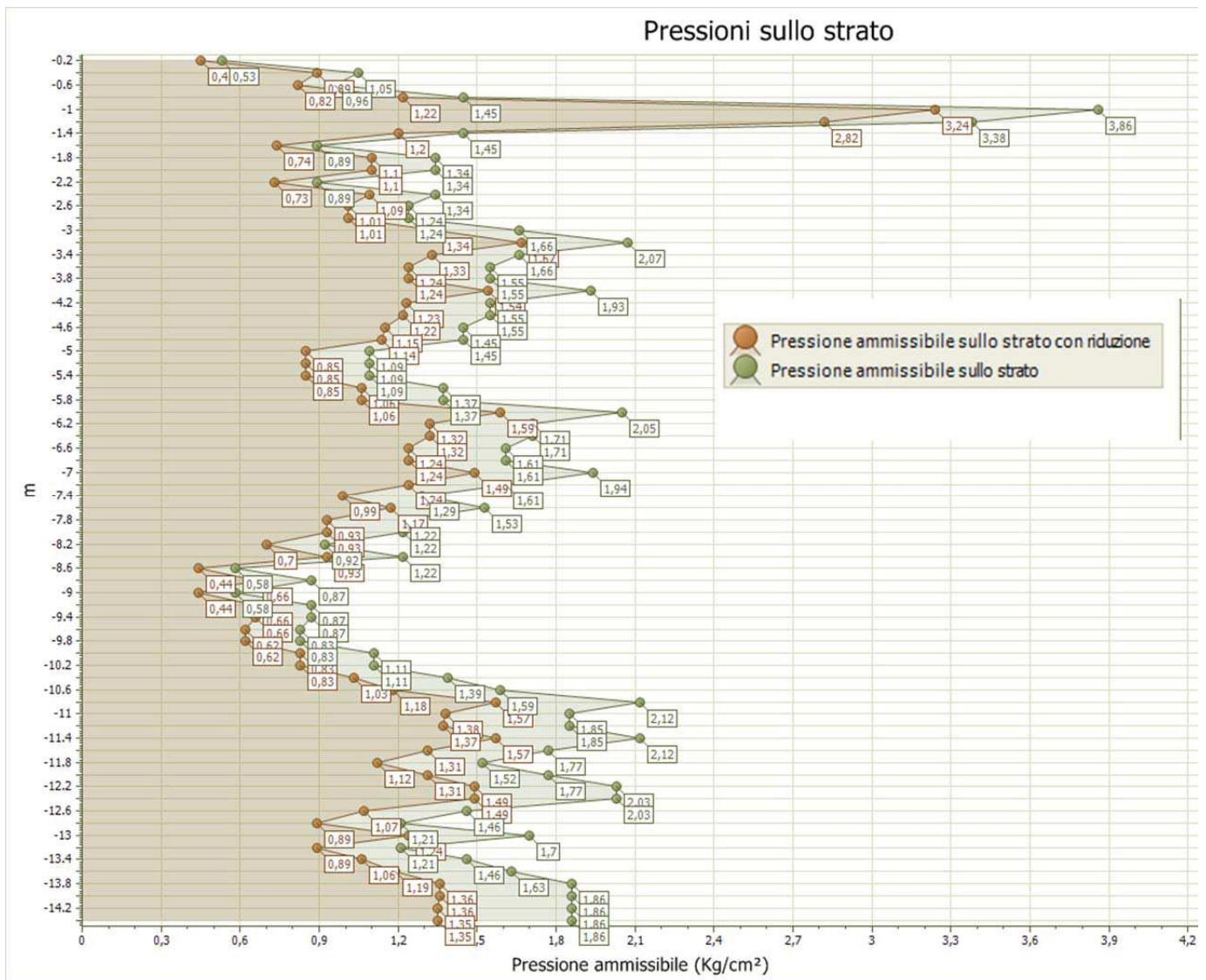


Figura - Pressione ammissibile specifica sull'interstrato calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione $d = 1$ m.

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 22/05/2018
 Profondità prova 14,40 mt
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	2	0,851	17,88	21,01	0,89	1,05
0,60	2	0,847	16,34	19,29	0,82	0,96
0,80	3	0,843	24,40	28,93	1,22	1,45
1,00	8	0,840	64,78	77,15	3,24	3,86
1,20	7	0,836	56,45	67,50	2,82	3,38
1,40	3	0,833	24,10	28,93	1,20	1,45
1,60	2	0,830	14,78	17,82	0,74	0,89
1,80	3	0,826	22,09	26,73	1,10	1,34
2,00	3	0,823	22,01	26,73	1,10	1,34
2,20	2	0,820	14,62	17,82	0,73	0,89
2,40	3	0,817	21,84	26,73	1,09	1,34
2,60	3	0,814	20,23	24,85	1,01	1,24
2,80	3	0,811	20,16	24,85	1,01	1,24
3,00	4	0,809	26,79	33,13	1,34	1,66
3,20	5	0,806	33,38	41,41	1,67	2,07
3,40	4	0,803	26,61	33,13	1,33	1,66
3,60	4	0,801	24,78	30,94	1,24	1,55
3,80	4	0,798	24,70	30,94	1,24	1,55
4,00	5	0,796	30,79	38,68	1,54	1,93
4,20	4	0,794	24,56	30,94	1,23	1,55
4,40	4	0,791	24,49	30,94	1,22	1,55
4,60	4	0,789	22,91	29,03	1,15	1,45
4,80	4	0,787	22,85	29,03	1,14	1,45
5,00	3	0,785	17,09	21,77	0,85	1,09
5,20	3	0,783	17,05	21,77	0,85	1,09
5,40	3	0,781	17,00	21,77	0,85	1,09
5,60	4	0,779	21,30	27,34	1,06	1,37
5,80	4	0,777	21,25	27,34	1,06	1,37
6,00	6	0,775	31,80	41,00	1,59	2,05
6,20	5	0,774	26,44	34,17	1,32	1,71
6,40	5	0,772	26,38	34,17	1,32	1,71
6,60	5	0,770	24,87	32,29	1,24	1,61
6,80	5	0,769	24,82	32,29	1,24	1,61
7,00	6	0,767	29,73	38,75	1,49	1,94
7,20	5	0,766	24,72	32,29	1,24	1,61
7,40	4	0,764	19,74	25,83	0,99	1,29
7,60	5	0,763	23,34	30,60	1,17	1,53
7,80	4	0,761	18,64	24,48	0,93	1,22
8,00	4	0,760	18,61	24,48	0,93	1,22
8,20	3	0,759	13,93	18,36	0,70	0,92
8,40	4	0,757	18,54	24,48	0,93	1,22
8,60	2	0,756	8,80	11,63	0,44	0,58
8,80	3	0,755	13,17	17,45	0,66	0,87
9,00	2	0,753	8,77	11,63	0,44	0,58

9,20	3	0,752	13,13	17,45	0,66	0,87
9,40	3	0,751	13,11	17,45	0,66	0,87
9,60	3	0,750	12,47	16,63	0,62	0,83
9,80	3	0,749	12,45	16,63	0,62	0,83
10,00	4	0,748	16,58	22,17	0,83	1,11
10,20	4	0,747	16,55	22,17	0,83	1,11
10,40	5	0,746	20,66	27,71	1,03	1,39
10,60	6	0,744	23,64	31,75	1,18	1,59
10,80	8	0,743	31,47	42,34	1,57	2,12
11,00	7	0,742	27,50	37,05	1,38	1,85
11,20	7	0,741	27,46	37,05	1,37	1,85
11,40	8	0,740	31,34	42,34	1,57	2,12
11,60	7	0,739	26,20	35,45	1,31	1,77
11,80	6	0,738	22,43	30,38	1,12	1,52
12,00	7	0,737	26,13	35,45	1,31	1,77
12,20	8	0,736	29,82	40,51	1,49	2,03
12,40	8	0,735	29,78	40,51	1,49	2,03
12,60	6	0,734	21,38	29,13	1,07	1,46
12,80	5	0,733	17,79	24,27	0,89	1,21
13,00	7	0,732	24,88	33,98	1,24	1,70
13,20	5	0,731	17,74	24,27	0,89	1,21
13,40	6	0,730	21,26	29,13	1,06	1,46
13,60	7	0,729	23,79	32,63	1,19	1,63
13,80	8	0,728	27,14	37,29	1,36	1,86
14,00	8	0,727	27,10	37,29	1,36	1,86
14,20	8	0,726	27,06	37,29	1,35	1,86
14,40	8	0,725	27,02	37,29	1,35	1,86

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1,2	3,83	37,4	Incoerent e - coesivo	1,79	1,88	0,11	1,47	5,63	terreno vegetale
14,4	4,76	28,97	Incoerent e - coesivo	1,86	1,9	1,44	1,47	7	limo sabbioso con livelli argillosi

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1) terreno vegetale	5,63	0.00-1,20	Terzaghi-Peck	0,35
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	7	1,20-14,40	Terzaghi-Peck	0,44

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) terreno vegetale	5,63	0.00-1,20	Robertson (1983)	11,26
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	7	1,20-14,40	Robertson (1983)	14,00

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (1) terreno vegetale	5,63	0.00-1,20	Vesic (1970)	84,45
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	7	1,20-14,40	Vesic (1970)	---

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (1) terreno vegetale	5,63	0.00-1,20	Apollonia	56,30
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	7	1,20-14,40	Apollonia	70,00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) terreno vegetale	5,63	0.00-1,20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	7	1,20-14,40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (1) terreno vegetale	5,63	0.00-1,20	Meyerhof	1,79
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	7	1,20-14,40	Meyerhof	1,86

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato (1) terreno vegetale	5,63	0.00-1,20	Meyerhof	1,88
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	7	1,20-14,40	Meyerhof	1,90

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) terreno vegetale	5,63	0.00-1,20	5,63	Meyerhof 1957	55,45
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	7	1,20-14,40	7	Meyerhof 1957	37,96

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) terreno vegetale	5,63	0.00-1,20	5,63	Meyerhof (1965)	31,93
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	7	1,20-14,40	7	Meyerhof (1965)	32,49

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1) terreno vegetale	5,63	0.00-1,20	5,63	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	7	1,20-14,40	7	Bowles (1982) Sabbia Media	---

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) terreno vegetale	5,63	0.00-1,20	5,63	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	39,03
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	7	1,20-14,40	7	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	41,84

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) terreno vegetale	5,63	0.00-1,20	5,63	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	7	1,20-14,40	7	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) terreno vegetale	5,63	0.00-1,20	5,63	Meyerhof et al.	1,57
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	7	1,20-14,40	7	Meyerhof et al.	1,62

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
Strato (1) terreno vegetale	5,63	0.00-1,20	5,63	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	7	1,20-14,40	7	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) terreno vegetale	5,63	0.00-1,20	5,63	(A.G.I.)	0,34
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	7	1,20-14,40	7	(A.G.I.)	0,34

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato (1) terreno vegetale	5,63	0.00-1,20	5,63	Ohsaki (Sabbie pulite)	329,91
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	7	1,20-14,40	7	Ohsaki (Sabbie pulite)	404,86

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) terreno vegetale	5,63	0.00-1,20	5,63	Ohta & Goto (1978) Limi	83,59
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	7	1,20-14,40	7	Ohta & Goto (1978) Limi	142,4

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K_0
Strato (1) terreno vegetale	5,63	0.00-1,20	5,63	Navfac 1971-1982	1,13
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	7	1,20-14,40	7	Navfac 1971-1982	1,44

Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

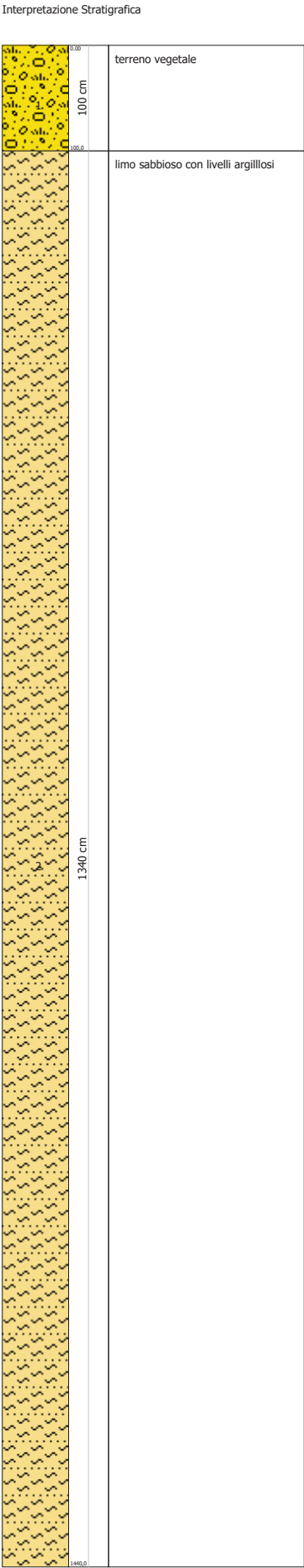
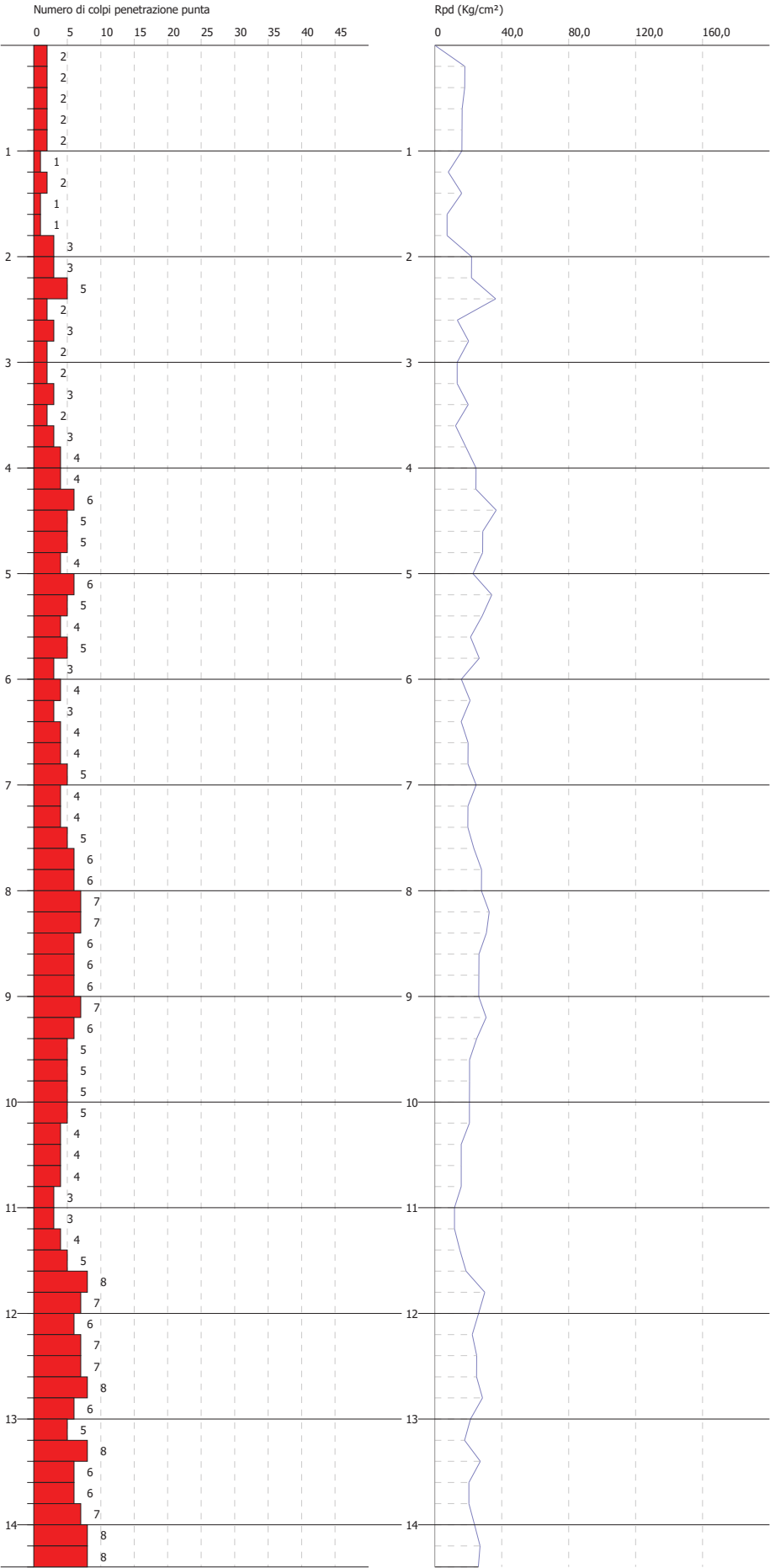
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Q_c (Kg/cm²)
Strato (1) terreno vegetale	5,63	0.00-1,20	5,63	Robertson 1983	11,26
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	7	1,20-14,40	7	Robertson 1983	14,00

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Geol.Pierluigi Anasparri
Descrizione: Realizzazione plesso scolastico provvisorio
Località: Piane di Morro (AP)

Data: 22/05/2018

Scala 1:62



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

PRESSIONE AMMISSIBILE DPSH 2

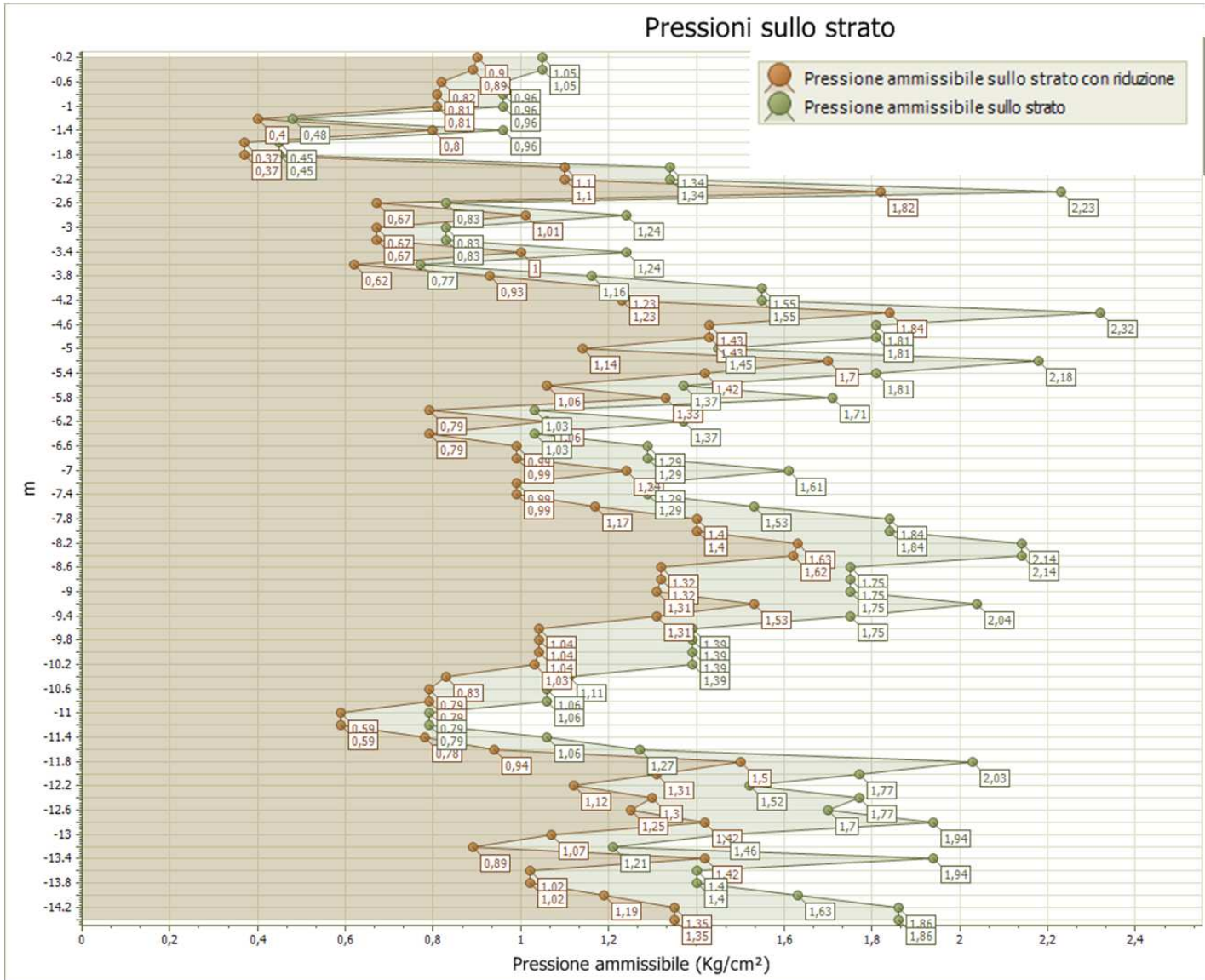


Figura - Pressione ammissibile specifica sull'interstrato calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione $d = 1$ m.

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...

DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data

22/05/2018

Profondità prova

14,40 mt

Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	2	0,855	17,96	21,01	0,90	1,05
0,40	2	0,851	17,88	21,01	0,89	1,05
0,60	2	0,847	16,34	19,29	0,82	0,96
0,80	2	0,843	16,27	19,29	0,81	0,96
1,00	2	0,840	16,20	19,29	0,81	0,96
1,20	1	0,836	8,06	9,64	0,40	0,48
1,40	2	0,833	16,06	19,29	0,80	0,96
1,60	1	0,830	7,39	8,91	0,37	0,45
1,80	1	0,826	7,36	8,91	0,37	0,45
2,00	3	0,823	22,01	26,73	1,10	1,34
2,20	3	0,820	21,92	26,73	1,10	1,34
2,40	5	0,817	36,41	44,55	1,82	2,23
2,60	2	0,814	13,49	16,56	0,67	0,83
2,80	3	0,811	20,16	24,85	1,01	1,24
3,00	2	0,809	13,39	16,56	0,67	0,83
3,20	2	0,806	13,35	16,56	0,67	0,83
3,40	3	0,803	19,96	24,85	1,00	1,24
3,60	2	0,801	12,39	15,47	0,62	0,77
3,80	3	0,798	18,53	23,21	0,93	1,16
4,00	4	0,796	24,63	30,94	1,23	1,55
4,20	4	0,794	24,56	30,94	1,23	1,55
4,40	6	0,791	36,73	46,41	1,84	2,32
4,60	5	0,789	28,64	36,28	1,43	1,81
4,80	5	0,787	28,56	36,28	1,43	1,81
5,00	4	0,785	22,79	29,03	1,14	1,45
5,20	6	0,783	34,09	43,54	1,70	2,18
5,40	5	0,781	28,34	36,28	1,42	1,81
5,60	4	0,779	21,30	27,34	1,06	1,37
5,80	5	0,777	26,56	34,17	1,33	1,71
6,00	3	0,775	15,90	20,50	0,79	1,03
6,20	4	0,774	21,15	27,34	1,06	1,37
6,40	3	0,772	15,83	20,50	0,79	1,03
6,60	4	0,770	19,90	25,83	0,99	1,29
6,80	4	0,769	19,86	25,83	0,99	1,29
7,00	5	0,767	24,77	32,29	1,24	1,61
7,20	4	0,766	19,78	25,83	0,99	1,29
7,40	4	0,764	19,74	25,83	0,99	1,29
7,60	5	0,763	23,34	30,60	1,17	1,53
7,80	6	0,761	27,96	36,73	1,40	1,84
8,00	6	0,760	27,91	36,73	1,40	1,84
8,20	7	0,759	32,50	42,85	1,63	2,14
8,40	7	0,757	32,45	42,85	1,62	2,14
8,60	6	0,756	26,39	34,90	1,32	1,75
8,80	6	0,755	26,34	34,90	1,32	1,75
9,00	6	0,753	26,30	34,90	1,31	1,75
9,20	7	0,752	30,63	40,72	1,53	2,04
9,40	6	0,751	26,22	34,90	1,31	1,75

9,60	5	0,750	20,78	27,71	1,04	1,39
9,80	5	0,749	20,75	27,71	1,04	1,39
10,00	5	0,748	20,72	27,71	1,04	1,39
10,20	5	0,747	20,69	27,71	1,03	1,39
10,40	4	0,746	16,53	22,17	0,83	1,11
10,60	4	0,744	15,76	21,17	0,79	1,06
10,80	4	0,743	15,74	21,17	0,79	1,06
11,00	3	0,742	11,79	15,88	0,59	0,79
11,20	3	0,741	11,77	15,88	0,59	0,79
11,40	4	0,740	15,67	21,17	0,78	1,06
11,60	5	0,739	18,72	25,32	0,94	1,27
11,80	8	0,738	29,91	40,51	1,50	2,03
12,00	7	0,737	26,13	35,45	1,31	1,77
12,20	6	0,736	22,37	30,38	1,12	1,52
12,40	7	0,735	26,06	35,45	1,30	1,77
12,60	7	0,734	24,95	33,98	1,25	1,70
12,80	8	0,733	28,47	38,83	1,42	1,94
13,00	6	0,732	21,32	29,13	1,07	1,46
13,20	5	0,731	17,74	24,27	0,89	1,21
13,40	8	0,730	28,35	38,83	1,42	1,94
13,60	6	0,729	20,39	27,97	1,02	1,40
13,80	6	0,728	20,36	27,97	1,02	1,40
14,00	7	0,727	23,72	32,63	1,19	1,63
14,20	8	0,726	27,06	37,29	1,35	1,86
14,40	8	0,725	27,02	37,29	1,35	1,86

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1	2	19,98	Incoerente - coesivo	1,63	1,86	0,08	1,47	2,94	terreno vegetale
14,4	4,75	28,83	Incoerente - coesivo	1,86	1,9	1,41	1,47	6,98	limo sabbioso con livelli argillosi

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1) terreno vegetale	2,94	0.00-1,00	Terzaghi-Peck	0,18
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	6,98	1,00-14,40	Terzaghi-Peck	0,44

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) terreno vegetale	2,94	0.00-1,00	Robertson (1983)	5,88
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	6,98	1,00-14,40	Robertson (1983)	13,96

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (1) terreno vegetale	2,94	0.00-1,00	Vesic (1970)	44,10
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	6,98	1,00-14,40	Vesic (1970)	---

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (1) terreno vegetale	2,94	0.00-1,00	Apollonia	29,40
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	6,98	1,00-14,40	Apollonia	69,80

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) terreno vegetale	2,94	0.00-1,00	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	6,98	1,00-14,40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (1) terreno vegetale	2,94	0.00-1,00	Meyerhof	1,63
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	6,98	1,00-14,40	Meyerhof	1,86

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato (1) terreno vegetale	2,94	0.00-1,00	Meyerhof	1,86
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	6,98	1,00-14,40	Meyerhof	1,90

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) terreno vegetale	2,94	0.00-1,00	2,94	Meyerhof 1957	40,73
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	6,98	1,00-14,40	6,98	Meyerhof 1957	38,2

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) terreno vegetale	2,94	0.00-1,00	2,94	Meyerhof (1965)	30,79
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	6,98	1,00-14,40	6,98	Meyerhof (1965)	32,49

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1) terreno vegetale	2,94	0.00-1,00	2,94	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	6,98	1,00-14,40	6,98	Bowles (1982) Sabbia Media	---

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) terreno vegetale	2,94	0.00-1,00	2,94	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	33,50
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	6,98	1,00-14,40	6,98	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	41,80

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) terreno vegetale	2,94	0.00-1,00	2,94	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	6,98	1,00-14,40	6,98	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) terreno vegetale	2,94	0.00-1,00	2,94	Meyerhof et al.	1,45
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	6,98	1,00-14,40	6,98	Meyerhof et al.	1,62

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
Strato (1) terreno vegetale	2,94	0.00-1,00	2,94	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	6,98	1,00-14,40	6,98	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) terreno vegetale	2,94	0.00-1,00	2,94	(A.G.I.)	0,35
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	6,98	1,00-14,40	6,98	(A.G.I.)	0,34

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato (1) terreno vegetale	2,94	0.00-1,00	2,94	Ohsaki (Sabbie pulite)	179,13
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	6,98	1,00-14,40	6,98	Ohsaki (Sabbie pulite)	403,77

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) terreno vegetale	2,94	0.00-1,00	2,94	Ohta & Goto (1978) Limi	72,12
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	6,98	1,00-14,40	6,98	Ohta & Goto (1978) Limi	141,97

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_{H0} / \sigma_{V0}$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K_0
Strato (1) terreno vegetale	2,94	0.00-1,00	2,94	Navfac 1971-1982	0,50
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	6,98	1,00-14,40	6,98	Navfac 1971-1982	1,44

Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Q_c (Kg/cm²)
Strato (1) terreno vegetale	2,94	0.00-1,00	2,94	Robertson 1983	5,88
Strato (2) limo sabbioso con livelli argillosi	6,98	1,00-14,40	6,98	Robertson 1983	13,96



RISULTATI PROSPEZIONE SISMICA MASW

Committente: Geol. Pieluigi Anasparri

Cantiere: Prova DPSH e MASW

Località: Piane di Morro (AP)

Riferimento: Plesso scolastico provvisorio

Data: 21.05.2018



Introduzione

Al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame è stata effettuata un'acquisizione MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva - e.g. Park et al., 1999) utile a definire il profilo verticale della V_s (velocità di propagazione delle onde di taglio).

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo al Decreto 17 Gennaio 2018 in aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni e pubblicato sul Supplemento Ordinario n° 8 alla G.U. n° 47 del 20 febbraio 2018.

Queste, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (V_s).

La classificazione dei terreni è stata quindi svolta sulla base del valore della velocità equivalente (V_{sE}).

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

L'indagine è stata condotta sul sito ubicato nel comune di Folignano (AP) -Loc. Piane di Morro (fig. 1) – in data 21.05.2018.

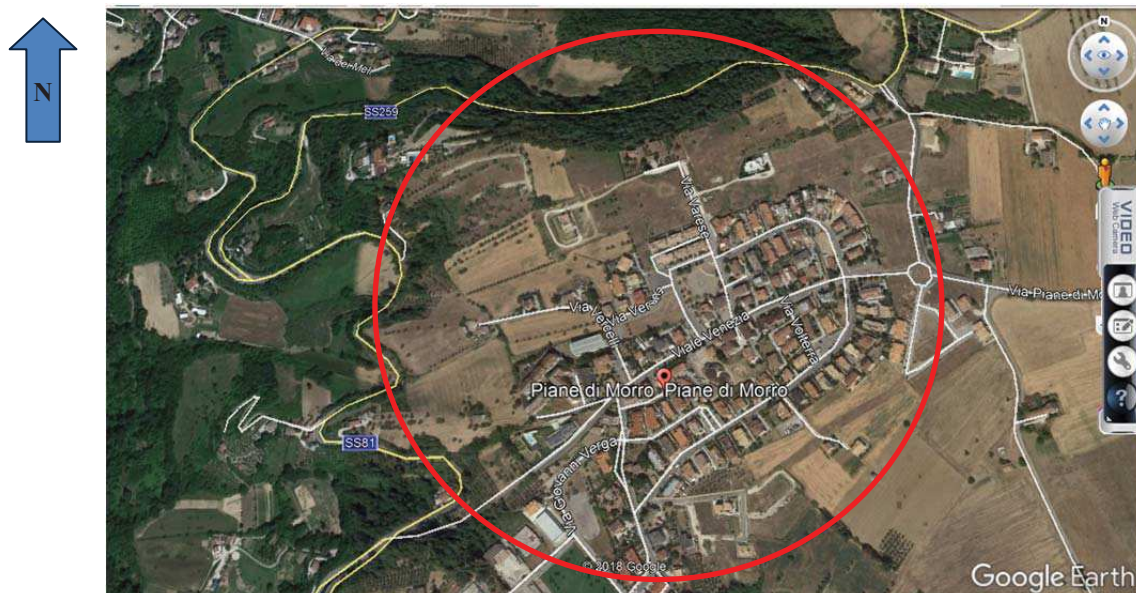


Fig. 1 - Immagine da satellite dell'area di studio.

Acquisizione dati

- **Strumentazione impiegata**

Hardware

L'acquisizione è avvenuta tramite sismografo a 24 canali (mod. PASI 16SG24 24 canali) collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5 Hz.

Stendimento sismico (fig. 2).

Utilizzando una sorgente ad impatto verticale e geofoni a componente verticale, si acquisiscono dati utili all'analisi delle onde di Rayleigh.

Software

Per le analisi dei dati acquisiti si è adottato il software *winMASW* (www.eliosoft.it).

- **Elaborazione**

I dati *MASW* sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (V_s).



Fig. 2 - Ubicazione dello stendimento sismico nell'area di studio.

Indagine eseguita

Al fine di caratterizzare sismicamente il suolo in area progettuale, è stata eseguita una prospezione sismica MASW, con uno stendimento geofonico di 23,00 m. Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da 24 geofoni verticali da 4,5 Hz posizionati lungo il profilo di indagine, con distanza intergeofonica di 1,0 m (figg. 3 - 4).



Fig. 3 - Prospezione sismica MASW effettuata sul sito oggetto di studio: sono visibili lo stendimento di geofoni e la piastra di battuta.



Fig. 4 - Sismografo PASI per la registrazione dei segnali sismici.

Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale a 10 Hz, posto in prossimità della piastra, alla distanza di 1,0 m dal primo geofono. La lunghezza complessiva dello stendimento è stata sufficiente a determinare la sismostratigrafia 2D dei terreni di sedime fino alla profondità di circa 30 m. dal p.c.. Nelle figure 5 e 6 viene riportata una rappresentazione schematica dello stendimento sismico per la prova MASW eseguita.

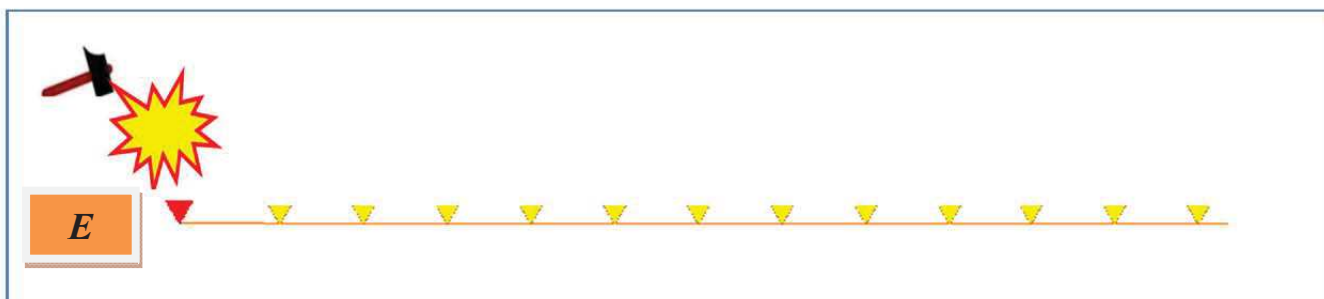


Fig. 5 - Stendimento sismico per i primi 12 geofoni, rappresentati in giallo e posti a distanza costante di 1,0 m, la stessa del trigger, in rosso. A sinistra del trigger è posta la massa battente che costituisce la sorgente di energizzazione; a destra è collocato il sismografo per la registrazione dei segnali sismici.

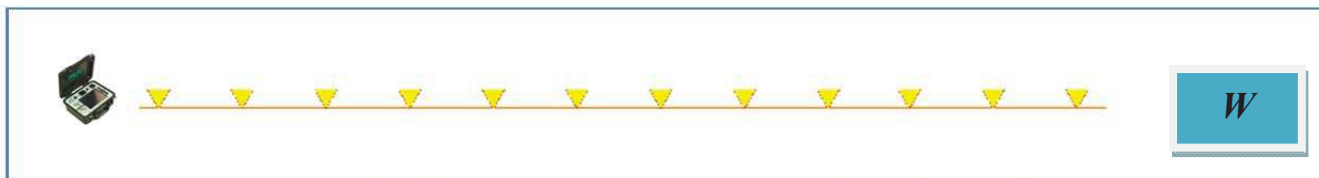


Fig. 6 - Porzione terminale dello stendimento sismico (speculare all'array di 12 geofoni della fig. precedente).

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di sismografo PASI 16SG24 24 canali, strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) e non convenzionali [Re.Mi. (*Refraction Microtremor*) - M.A.S.W. (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) -]

L'elevata dinamica (24 bit di risoluzione) unita alla notevole memoria per l'acquisizione, ne consente l'utilizzo per tecniche di indagine di tipo non convenzionale. Tali indagini risultano particolarmente adatte in aree fortemente antropizzate (aree urbane e industriali) con notevole presenza di rumore di fondo.

La sorgente sismica è costituita da un impatto transiente verticale (maglio dal peso di 8 kg che batte su una piastra in alluminio).

Quando la battuta sulla superficie della piastra non risultava netta o veniva colpita erroneamente, la prova veniva ripetuta.

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma *win MASW* (www.eliosoft.it) per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.

Elaborazione dati

Le acquisizioni dei segnali migliori, di lunghezza temporale $T = 520 \text{ ms}$, sono state effettuate con passo di campionamento $dt = 250 \text{ }\mu\text{s}$

L'elaborazione dei dati e l'inversione delle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh sono state effettuate con il programma *winMASW* (www.eliosoft.it) che ha permesso di eseguire l'intero processo di elaborazione di una sezione sismostratigrafica 2D delle V_s . Gli elaborati relativi alla prova effettuata sono riportati in allegato.

Conclusioni

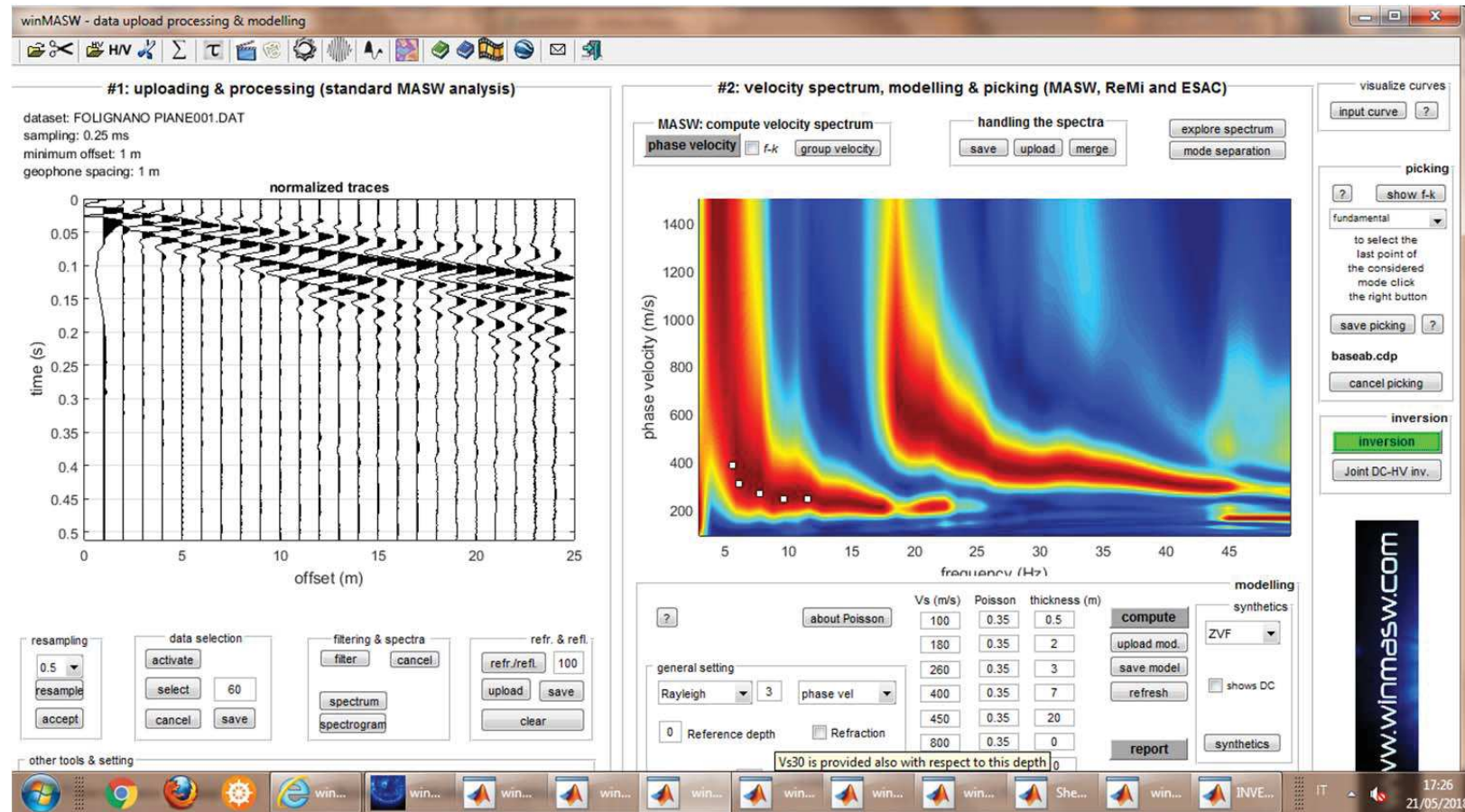
L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (*MASW*) ha consentito di determinare il profilo verticale della V_s (e del modulo di taglio) e, di conseguenza, del valore della velocità equivalente (V_{sE}), risultato per il modello medio pari a **321 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna).

Rispetto alle Norme Tecniche per le Costruzioni e pubblicato sul Supplemento Ordinario n° 8 alla G.U. n° 47 del 20 febbraio 2018 il sito in esame rientra quindi nella **categoria Tipo C** : *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti*, con profondità del substrato superiore 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.

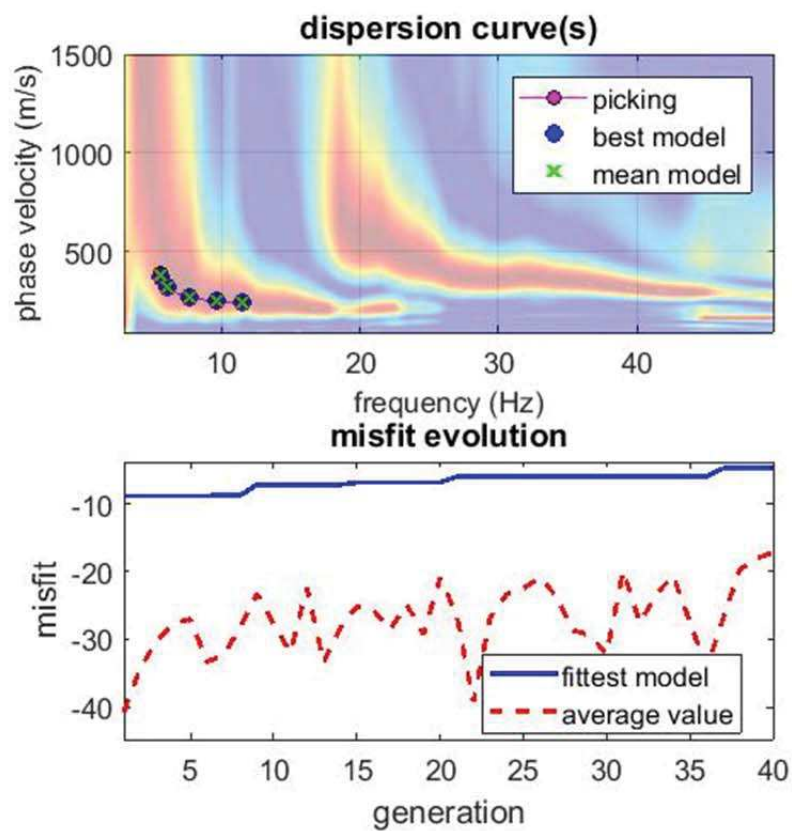
Riferimenti

- Dal Moro G., Pipan M. & Gabrielli P., 2007, *Rayleigh Wave Dispersion Curve Inversion via Genetic Algorithms and Posterior Probability Density Evaluation*, *J. Appl. Geophysics*, 61, 39-55
- Park C. B., Miller R. D., & Xia J., 1999, *Multichannel analysis of surface waves*, *Geophysics*, 64, 3; 800–808

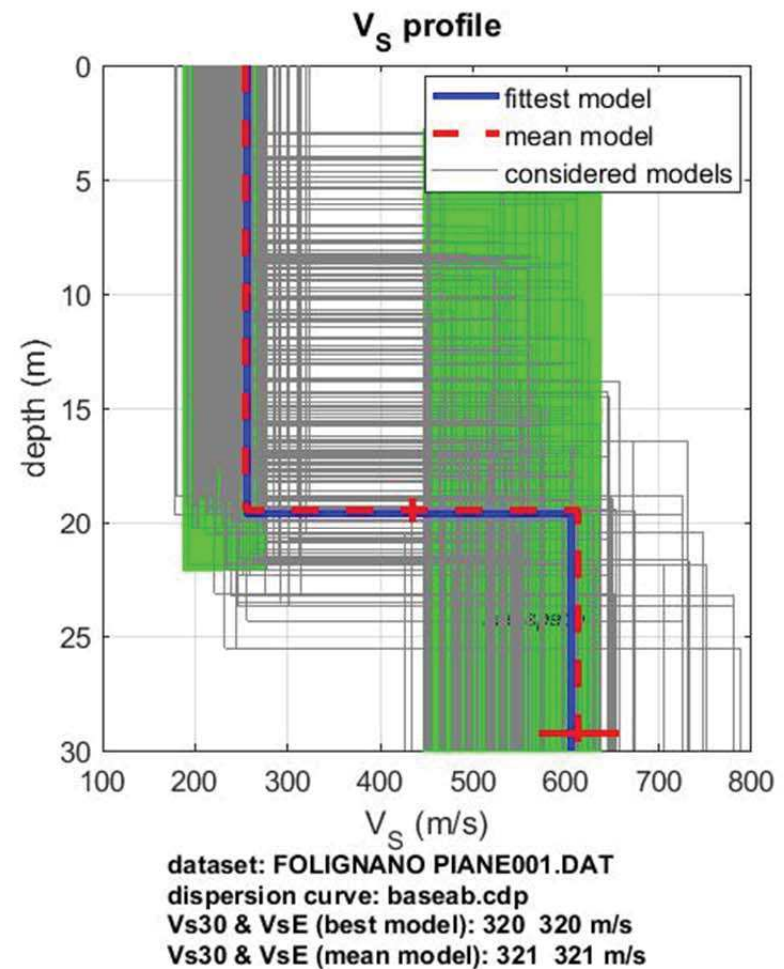
Allegati



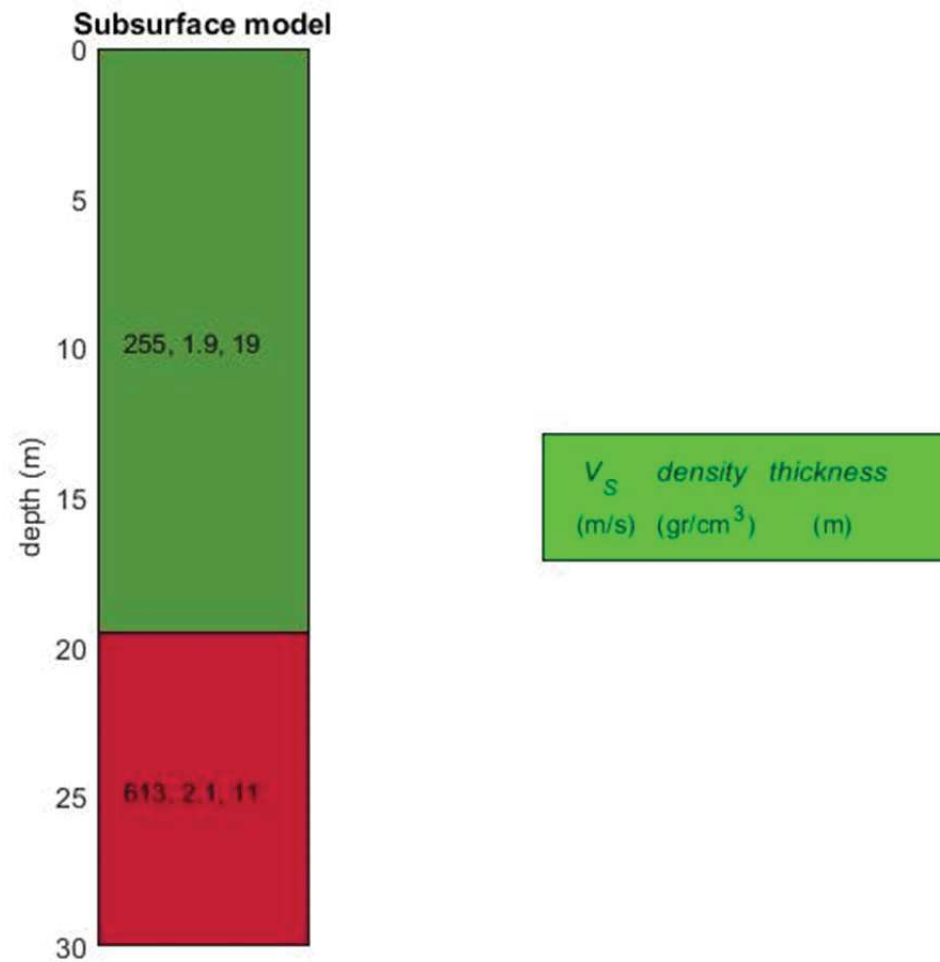
A - Schermata del software di elaborazione winMASW: a sinistra vengono riportati i dati di campagna; a destra lo spettro di velocità calcolato.



www.winmasw.com



B - Risultati dell'inversione della curva di dispersione. In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione “piccate” e curve del modello individuato dall'inversione. A destra il profilo verticale V_s identificato. In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle “generazioni” (l'algoritmo utilizzato per l'inversione delle curve di dispersione appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici - Dal Moro et al. 2007).



C - Profilo verticale della Vs sino alla profondità di 30 m dal piano campagna.

Appendice: tipo di suolo - NTC 2018-

Tipo A: *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.

Tipo B: *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 .

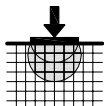
Tipo C : *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti*, con profondità del substrato superiore a 30 m caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360.

Tipo D: *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con profondità del substrato superiore 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.

Tipo E: *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.

Martinsicuro, maggio 2018

**COLONNE LITOSTRATIGRAFICHE DEI
SONDAGGI GEOGNOSTICI REPERITI**



Studio Tecnico di Geologia
dott. Pier Luigi Anasparri
Via Genova, 35 - 63040 Follignano (AP)
Cell.: 393/4606599 E-Mail: pierluigi.anasparri@gmail.com

SONDAGGIO N°: 1







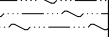
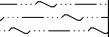






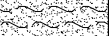





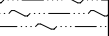
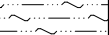
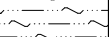
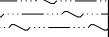





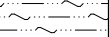
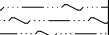
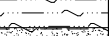


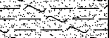







Profondità mt: 20,0

COMMITTENTE : **SONDAGGIO REPERITO**

PROGETTO : **Realizzazione nuova chiesa parrocchiale Santa Lucia**

LOCALITA' : **Plane di Morro, Follignano (AP)**

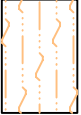
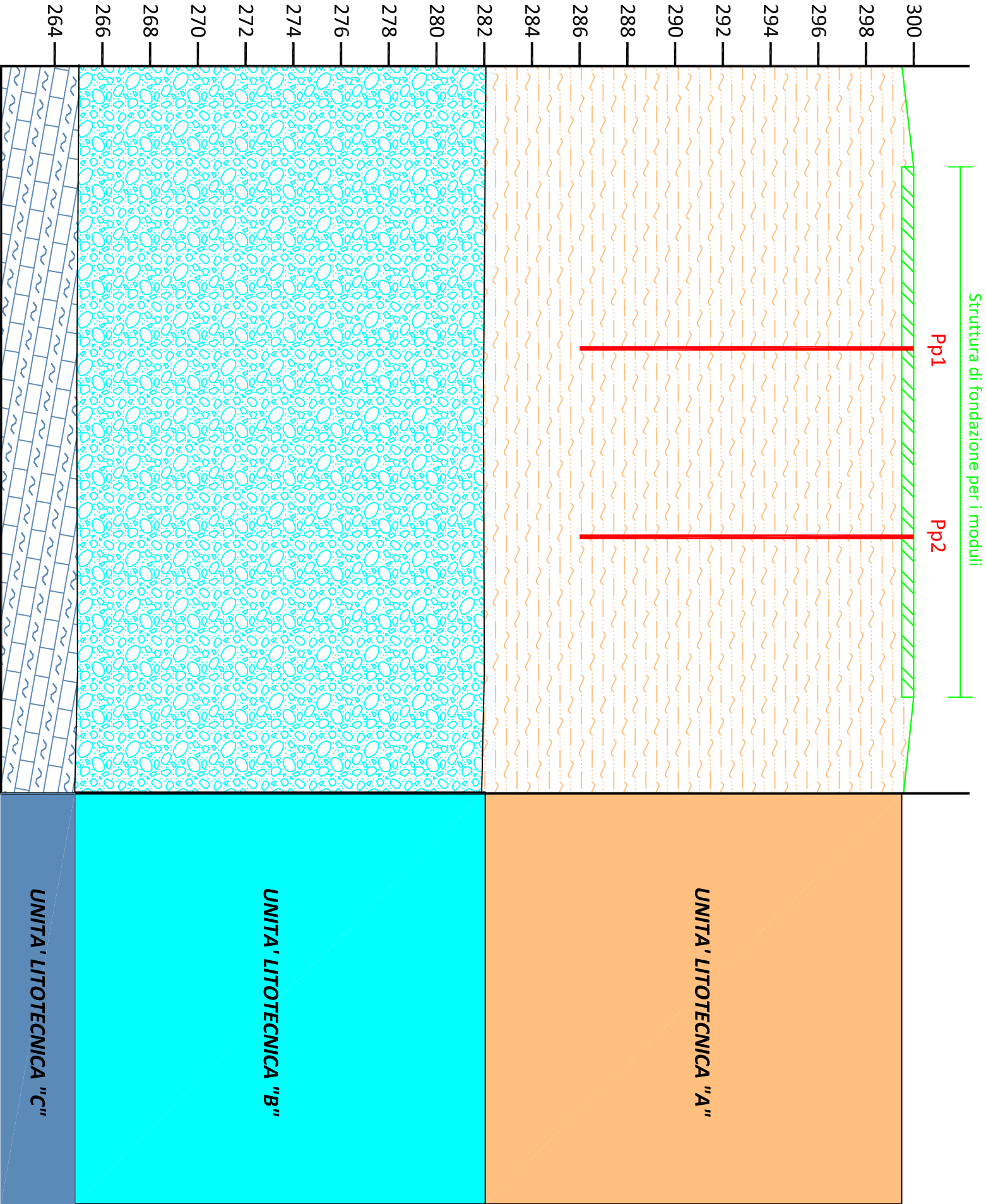
DATA : **25 Settembre 2007**

QUOTA RELATIVA	SIMBOLOGIA	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI	CARATTERISTICHE MECCANICHE										FALDA	PERFORAZIONE						
		Classificazione e condizioni fisiche	POKET (Qu in kg/cm²)	S.P.T (Standard Penetration Test)																
				5	10	15	20	25	30	35	40	45								
0.50		Terreno vegetale																		
		Limo sabbioso debolmente argilloso con ghiaietto disperso, di colore nocciola ed asciutto	fs																	
2.50		Limo sabbioso-argilloso di color marrone scuro, normalmente addensato, asciutto.	2.6																	
			5.3																	
3.70		Limo sabbioso-argilloso di color marrone scuro, normalmente addensato, asciutto.	3.0																	
			4.0																	
5.30		Limo sabbioso debolmente argilloso, di color nocciola. Asciutto e con presenza di concrezioni calcaree.	fs																	
			4.7																	
			4.0																	
			3.5																	
			2.5																	
			5.5																	
		Limo sabbioso di color nocciola chiaro, mediamente addensato ed asciutto. Umido da 8,50 m	5.8																	
			0.8																	
			0.8																	
			0.8																	
			5.0																	
			5.7																	
			3.0																	
			1.0																	
9.00		Limo sabbioso-argilloso di color nocciola scuro, debolmente umido.	0.8																	
			1.2																	
			1.2																	
			fs																	
			4.0																	
			1.8																	
11.2		Limo sabbioso-argilloso con ghiaie eterometriche ed eteroclastiche e detrito calcareo	3.2																	
11.5			2.7																	
		Limo sabbioso, debolmente argilloso, color nocciola, mediamente addensato ed asciutto	2.5																	
12.6																				
13.0		Limo sabbioso color nocciola, con ghiaie arrotondate e detrito calcareo.	1.0																	
			1.8																	
		Limo sabbioso-argilloso di color nocciola scuro, umido.	1.8																	
14.6			2.0																	
		Limo argilloso-sabbioso color marrone scuro, asciutto e consistente	4.6																	
																				
16.2		Ghiaie eterometriche ed eteroclastiche in abbondante matrice limoso-sabbiosa di color nocciola chiaro.																		
																				
17.5		Limo sabbioso di color nocciola con ghiaietto disperso	1.0																	
18.2																				
		Ghiaie eterometriche ed eteroclastiche in abbondante matrice limoso-sabbiosa di color nocciola chiaro.																		
20.0																				

ASSENTE

CAROTAGGIO CONTINUO ϕ 110 mm

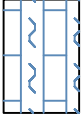
SEZIONE GEOLOGICA MODELLO GEOTECNICO
Scala 1 : 100



UNITA' LITOTECNICA "A"
Coltre colluviale costituita da alternanze di limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi.



UNITA' LITOTECNICA "B"
Ghiaie eterometriche ed eteroclastiche in abbondante matrice limoso-sabbiosa di colore nocciola chiaro.



UNITA' LITOTECNICA "C"
Formazione della Laga costituita da arenarie e marne stratificate



Prova Penetrometrica e suo numero

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto n°1: La foto presa da Nord-Ovest mostra l'area individuata per la realizzazione dell'opera



Foto n°2: La foto presa da Est mostra l'area individuata per la realizzazione dell'opera