



COMUNE DI AGIRA
PROVINCIA DI ENNA



PROGETTO ESECUTIVO

**Lavori per la realizzazione di un Centro Comunale di Raccolta
CCR nell'ARO del Comune di AGIRA (EN). Via Sandro Pertini**

A.23

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

SCALA:

DATA: novembre 2023

AGGIORNATO:

IL SINDACO

On. avv. Maria Gaetana Greco

IL DIRIGENTE UTC

Dott. Ing. Gaetano Mineo

Il Dirigente IV Settore Tecnico
Ing. Gaetano Mineo



IL PROGETTISTA

Arch. Cataldo Annibale Ramoscello



IL RUP

Geom. Orazio Fontana

Il Responsabile Unico del Procedimento
Geom. Orazio Fontana



Studio Geologico Associato "S.G.A."

Via S. Lo Giudice n° 5 - 94010 Centuripe (EN)
P.IVA e C.F.: 01045030861
e-mail: studiosga@hotmail.com
PEC: alessandro.gulisano@epap.sicurezzapostale.it
Tel. mob. 338/5297050 347/3225348

COMUNE DI AGIRA (Provincia di Enna)

*LAVORI PER LA REALIZZAZIONE DI UN CENTRO COMUNALE DI RACCOLTA
CCR NELL'ARO DEL COMUNE DI AGIRA (EN) IN VIA SANDRO PERTINI*

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMITTENTE: Comune di Agira

IL GEOLOGO
Dott. Alessandro Giuseppe Gulisano


OGGETTO: *LAVORI PER LA REALIZZAZIONE DI UN CENTRO COMUNALE DI RACCOLTA CCR NELL'ARO DEL COMUNE DI AGIRA (EN) IN VIA SANDRO PERTINI.*

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. UBICAZIONE	2
3. GEOMORFOLOGIA ED IDROLOGIA.....	2
4. GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA.....	3
5. INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	5
6. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SITO	7
7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	8
8. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.....	8
9. CONCLUSIONI.....	10

ALLEGATI:

- 1. Corografia I.G.M. - scala 1:25.000*
- 2. Corografia C.T.R. - scala 1:10.000*
- 3. Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico - scala 1:10.000*
- 4. Carta geologica - scala 1:10.000*
- 5. Planimetria con ubicazione delle indagini eseguite - scala 1:2.000/1:500*
- 6. Indagine sismica Masw*
- 7. Sezione litostratigrafica "A-B" stato di progetto - scala 1:200*
- 8. Indagine ed analisi e prove di laboratorio geotecnico da studio geologico precedente*

1. PREMESSA

La presente relazione espone i risultati emersi dai rilievi e studi di carattere geomorfologico, geologico, idrogeologico, geotecnico e geosismico di un'area, sita nel comune di Agira (EN), interessata dai lavori di realizzazione di un centro comunale di raccolta (CCR) differenziata di rifiuti.

In particolare, per l'elaborazione del presente studio geologico sono state svolte le seguenti fasi di acquisizione dati:

- 1) raccolta bibliografica dalla letteratura geologica;
- 2) raccolta dati da studio geologico precedente;
- 3) rilevamento geologico e morfologico;
- 4) esecuzione di n.2 pozzetti geognostici
- 5) esecuzione di n.1 indagine sismica Masw;
- 6) elaborazione finale dei dati emersi.

2. UBICAZIONE

L'area in esame è situata nella periferia settentrionale dell'abitato di Agira, in c.da Timpuni, ad una quota altimetrica di circa 620 metri s.l.m..

Cartograficamente, rientra nella tavoletta I.G.M. (*Atl. 1*), in scala 1:25.000, denominata "Agira", Foglio n° 269, IV Quadrante, Orientamento N.O. e nella C.T.R. (*Atl. 2*) della Regione Siciliana, in scala 1:10.000, denominata "Agira", Sez. n. 623110.

3. GEOMORFOLOGIA ED IDROLOGIA

Le caratteristiche geomorfologiche di tutta l'area sono strettamente legate alla natura litologica dei terreni, all'attività antropica esercitata ed all'erosione superficiale da parte degli agenti esogeni che danno luogo ad una modellazione disomogenea del paesaggio.

Il sito oggetto di studio è posto in prossimità di un rilievo, a morfologia collinare, i cui fianchi degradano con pendenze comprese tra $8\div 12^\circ$ circa. In direzione nord i litotipi affioranti sono prevalentemente di natura pelitica e l'aspetto fisigrafico si presenta blando e ondulato. Verso sud il versante, costituito da termini sabbioso-calcarenitici, passa da un profilo poco acclive, in corrispondenza dell'abitato di Agira, ad un aspetto morfologico aspro e ripido con scarpate talvolta sub-verticali.

Per la definizione dal punto di vista geomorfologico del livello di rischio e di pericolosità dell'area in esame, si è fatto riferimento al Piano Stralcio di Bacino per l'assetto idrogeologico (P.A.I.) della Regione Siciliana (*All. 3*). A tal fine è stato preso in considerazione l'elaborato cartografico n. **49** (*cartografia della pericolosità e del rischio geomorfologico*), in scala 1:10.000, del Bacino Idrografico del Fiume Simeto. Dall'analisi di tale elaborato cartografico, si evince che il sito oggetto di studio ricade all'interno di un'area non soggetta a vincoli di rischio e pericolosità. Inoltre, da rilievi eseguiti in luogo non sono stati rilevati fenomeni franosi.

La rete idrografia superficiale del comprensorio è rappresentata da incisioni torrentizie che si originano dalle pendici dell'abitato di Agira. Tali impluvi raccolgono, nel corso degli eventi piovosi, tutte le acque di precipitazione convogliandole rispettivamente in direzione nord, all'interno del bacino del fiume Salso e verso sud, nel bacino del fiume Dittaino. In definitiva, il sito in esame non è interessato da alcuna linea di impluvio pertanto, l'opera in progetto non determinerà alcuna alterazione del deflusso delle acque superficiali.

4. GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA

La geologia, ricostruibile attraverso l'analisi degli affioramenti osservabili lungo le scarpate naturali e artificiali, nonché mediante i dati desunti dalla letteratura specialistica, indica che l'area oggetto di studio si trova nella parte centro-orientale della

Sicilia all'interno del bacino evaporitico di Caltanissetta. Tale bacino è la parte estrema della dorsale denominata Catena Appenninico–Maghrebide, principale dominio dell'orogene che domina la regione del Mediterraneo Centrale. Questa struttura si è originata dall'Oligocene Superiore, dalle convergenze tra Africa ed Europa e coinvolge le successioni sedimentarie mesocenozoiche riferibili ai diversi domini paleogeografici originariamente posti tra i due continenti.

In dettaglio, la geologia locale è rappresentata da terreni a genesi sedimentaria costituiti da Argille Scagliose databili Cretaceo Sup.-Eocene Inf. (*All. 4*). Tali termini si mostrano di colore variabile dal grigio al verde, al rosso vinaccio con struttura fittamente scagliettata, stratificazione indistinta e giacitura molto caotica a causa dell'intensa attività tettonica a cui sono state sottoposte. Dall'indagini eseguite nell'area in studio, le argille si mostrano inizialmente alterate, plastiche e di colore bruno-giallastre con sfumature grigiastre. Nei livelli più profondi, invece, si presentano da medio-plastiche a compatte e di colore grigio-azzurro. Lo spessore medio di tali termini, desunto sia dalla bibliografia specialistica che dagli affioramenti visibili, supera abbondantemente i centinaia di metri.

Le argille, in sito, sono rinvenibili al di sotto di uno strato di materiale di riporto, a matrice limo-argillosa, di colore brunastro e di spessore medio di circa 1,00÷1,50 metri.

Le Argille Scagliose, a nord dell'area in esame, sono in contatto tettonico con i termini litologici del Flysch Numidico (argille e quarzoareniti), dell'Oligocene Sup.-Langhiano Inf., nonché in discordanza stratigrafica, ad ovest ed a sud del sito di intervento, con i Trubi del Pliocene Inf. e con l'alternanza sabbioso-calcarenitica del Pliocene Inf.-Medio. Infine, sono stati cartografati, termini attuali costituiti da coltri eluviali e depositi colluviali.

Dal punto di vista idrogeologico, i terreni presenti nell'area in esame possono essere raggruppati in base al loro grado di permeabilità:

✓ *Terreni a permeabilità da media ad elevata:*

fanno parte di questo gruppo l'altrenanza sabbioso-calcarenitica, le quazoareniti numidiche, le coltri eluviali ed i depositi colluviali, caratterizzati da una permeabilità per porosità e fratturazione; tali terreni, come desunto dalla bibliografia specialistica, presentano valori di permeabilità $K = 10^{-3} \div 10^{-5}$ cm/sec.

Terreni a permeabilità bassa (impermeabili)

- appartengono a questo gruppo le argille scagliose, le argille numidiche ed i trubi, all'interno delle quali non avviene alcuna circolazione idrica degna di nota. Come dedotto dalla letteratura geologica, hanno valori di permeabilità di $10^{-5} \div 10^{-7}$ cm/sec.

In riferimento alla natura litologica dei terreni di substrato, alle indagini eseguite in sito ed ai rilievi condotti all'interno dell'area oggetto di intervento, si esclude l'esistenza di falde freatiche sotterranee.

5. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Al fine di rilevare la locale situazione litostratigrafia e geosismica, all'interno dell'area in esame sono state eseguite le seguenti indagini:

- n. 2 pozzetti geognostici;
- n. 1 indagine sismica Masw.

Altresì, sono state prese in considerazione le risultanze stratigrafiche del sondaggio geognostico "S1", eseguito in prossimità dell'area oggetto di intervento ed in terreni litologicamente simili, per lo studio geologico a supporto del progetto di "*Sistemazione area Centro Esposizione Prodotti Tipici – Committente: Comune di Agira*". L'ubicazione di suddette indagini sono riportate nell'allegata planimetria in scala 1:2.000/1:500 (*All. 7*).

POZZETTI GEOGNOSTICI

Tali indagini, eseguite con m/escavatore, hanno permesso di individuare la seguente successione stratigrafia:

Pozzetto geognostico T1

Quota (metri)	Descrizione
0,00 ÷ 0,80	Terreno di riporto a matrice limo-argillosa di colore brunastro.
0,80 ÷ 1,00	Argilla alterata plastica di colore bruno-giallastra con sfumature grigiastre.
1,00 ÷ 3,00	Argilla da mediamente plastica a compatta di colore grigio-azzurro.
<i>Note: acqua assente.</i>	

Pozzetto geognostico T2

Quota (metri)	Descrizione
0,00 ÷ 1,50	Terreno di riporto a matrice limo-argillosa di colore brunastro.
1,50 ÷ 2,50	Argilla alterata plastica di colore bruno-giallastra con sfumature grigiastre.
2,50 ÷ 3,50	Argilla da mediamente plastica a compatta di colore grigio-azzurro.
<i>Note: acqua assente.</i>	

INDAGINE GEOFISICA

Per la caratterizzazione geosismica dei terreni presenti nell'area in esame, è stata eseguita n. 1 stesa sismica con stendimento pari a 30,00 metri. Il rilievo sismico è stato compiuto mediante sismografo MAE A3000S, gestito da un microprocessore matematico, con sedici canali di acquisizione simultanea, a risoluzione 1000 microsec., 16 bits, scale dei tempi ed incremento di segnale variabile per ogni canale. I geofoni utilizzati sono stati del tipo verticale a 4,5 Hz, posti ogni 2,00 metri; l'energizzazione è stata ottenuta tramite una mazza di 9 kg battente su un piattello in alluminio, collocato ad un offset di 4 metri dal primo ricevitore, vicino al quale è stato posizionato il geofono starter.

L'elaborazione dei dati, effettuata a posteriori in studio, è stata svolta attraverso l'elaboratore elettronico ed il programma interpretativo "EASY MASW" della Geostru, le cui risultanze sono riportate integralmente nell'*Allegato 6*.

L'interpretazione dei dati misurati in sito ha permesso di stimare i seguenti parametri:

MWI

Sismostrati n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]
1	1,00	1,00	183,24	381,45	1800,00	0,35	60,44	261,91	181,32	163,19
2	2,97	1,97	196,15	461,91	1970,00	0,39	75,80	420,32	319,26	210,71
3	7,50	4,53	325,94	798,39	2010,00	0,40	213,54	1281,23	996,51	597,91
4	14,58	7,08	383,51	981,92	2050,00	0,41	301,51	1976,56	1574,55	850,25
5	31,11	16,53	418,61	1127,14	2070,00	0,42	362,73	2629,81	2146,17	1030,16
6	oo	oo	427,86	1220,91	2100,00	0,43	384,43	3130,33	2617,76	1099,46

Go: Modulo di deformazione al taglio dinamico; Ed: Modulo edometrico dinamico; M0: Modulo di compressibilità volumetrica dinamico; Ey: Modulo di Young dinamico.

SONDAGGIO GEOGNOSTICO

Tale indagine è stata eseguita attraverso perforazione verticale a carotaggio continuo, mediante sonda oleodinamica a rotazione.

Le risultanze della perforazione, integralmente allegate in calce alla presente (*All. 8*), vengono di seguito illustrate:

Sondaggio S1

Quota (metri)	Descrizione
0,00 ÷ 0,80	Terreno di riporto.
0,80 ÷ 3,80	Argilla alterata plastica.
3,80 ÷ 5,20	Argilla azzurra mediamente plastica.
5,20 ÷ 10,00	Argilla azzurra compatta.
<i>Note: prelevati campioni alle quote 0,80÷1,40 metri dal p.c. (C1) e 3,80÷4,30 metri dal p.c. (C2); acqua assente.</i>	

6. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SITO

Da quanto rilevato dalle indagini eseguiti in sito, dagli affioramenti visibili e dalla letteratura geologica specialistica, dal punto di vista stratigrafico nell'area oggetto di studio sono presenti, dall'alto verso il basso, i seguenti termini:

- terreno di riporto a matrice limo-argillosa di colore brunastro;

- argille scagliose: argilla alterata plastica di colore bruno-giallastra con sfumature grigiastre passante in profondità ad argilla da mediamente plastica a compatta di colore grigio-azzurro – spessore > 30 metri.

Attraverso le risultanze delle indagini geognostiche-geofisiche ed dal rilevamento geologico di superficie, al fine di ricostruire l'andamento geolitologico del sottosuolo, è stata elaborata la sezione litostratigrafica "A-B" (*All. 7*), stato di progetto, in scala 1:200.

7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Al fine di definire i parametri fisico-meccanici dei terreni presenti nell'area in esame (*Argille Scagliose*), si è fatto riferimento alle prove di laboratorio geotecnico effettuate sui campioni prelevati nel corso del sondaggio geognostico "S1" eseguito per lo studio geologico di supporto ai lavori di "*Sistemazione area Centro Esposizione Prodotti Tipici – Committente: Comune di Agira*", già citato nel capitolo 5. In particolare, sono stati in considerazione le risultanze emerse dall'analisi (*All. 8*) dei campioni C1 (quota prelievo 0,80÷1,40 metri dal .p.c.) e C2 (quota prelievo 3,80÷4,30 metri dal .p.c.), di seguito indicati:

ARGILLE SCAGLIOSE	
Peso di volume (γ)	1.970÷2.010 Kg/m ³
Coesione - sforzi efficaci - (c')	0,14÷0,18 Kg/cm ²
Angolo di attrito - sforzi efficaci - (ϕ')	16,6÷18°
Coefficiente di Poisson σ	0,39÷0,43 (-/-)

8. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Con riferimento al Decreto 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti), pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 42 del 20.02.2018 - Suppl. Ordinario n. 8, ai fini

della definizione dell'azione sismica di progetto vengono stabilite, in funzione del profilo stratigrafico, le seguenti categorie di sottosuolo:

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</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.

La determinazione della categoria di sottosuolo è stata eseguita in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori di velocità equivalente di propagazione la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ definita dalla seguente espressione

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

dove:

h_i = spessore (m) dello strato i-esimo - $V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio (m/sec) nello strato i-esimo - N = numero di strati - H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per la definizione del suolo di fondazione è stata eseguita n.1 prova sismica, ubicata nell'allegata planimetria (*All. 5*), interpretata con il metodo MASW. Dall'analisi ed

elaborazione dei dati misurati in sito, riportati integralmente nel rapporto di prova (**All. 6**), il valore medio di $V_{s,eq}$ risulta:

$$V_{s,eq} = 354,21 \text{ m/sec}$$

In definitiva, in funzione del valore $V_{s,eq}$ il suolo di fondazione in esame viene identificato nella categoria “C”.

Dal punto di vista topografico, infine, il sito oggetto di studio essendo caratterizzato da una inclinazione media $\leq 15^\circ$ può essere incluso nella categoria “T1”, come riportato nella tabella 3.2 IV delle NTC:

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

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 $i > 30^\circ$

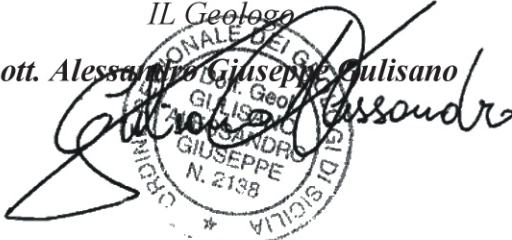
9. CONCLUSIONI

Da quando emerso nei capitoli precedenti è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive:

- l’area oggetto di studio si trova nel territorio amministrativo del Comune di Agira (EN), in contrada Timpuni, ad una quota altimetrica di circa 620 metri s.l.m.;
 - dal punto di vista geomorfologico, il sito in esame è posto in prossimità di un rilievo, a morfologia collinare, i cui fianchi degradano in direzione valle con pendenze comprese tra $8 \div 12^\circ$ circa;
 - da un rilievo morfologico non stati rilevati fenomeni franosi nonché, dalla carta P.A.I. si evince che il sito in esame ricade all’interno di un’area non soggetta a nessun vincolo di rischio e pericolosità;
- nell’area in esame non sono presenti incisioni torrentizie pertanto, è da escludere qualsiasi tipo di alterazione del reticolo idrografico superficiale;

- dal punto di vista geologico, i terreni presenti nell'area in esame sono costituiti da Argille Scagliose Sup.-Eocene Inf.;
- dal punto di vista idrogeologico i terreni di sedime sono caratterizzati da una permeabilità bassa (impermeabili);
- dal punto di vista litostratigrafico, l'area in esame risulta costituita dai seguenti termini litologici: terreno di riporto a matrice limo-argillosa di colore brunastro; argille scagliose - argilla alterata plastica di colore bruno-giallastra con sfumature grigiastre passante in profondità ad argilla da mediamente plastica a compatta di colore grigio-azzurro;
- il suolo di fondazione della realizzante struttura, ai sensi del Decreto 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni", viene identificato nella categoria "C";
- dal punto di vista topografico il sito in esame, ai sensi del Decreto 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni", viene classificato nella categoria "T1".

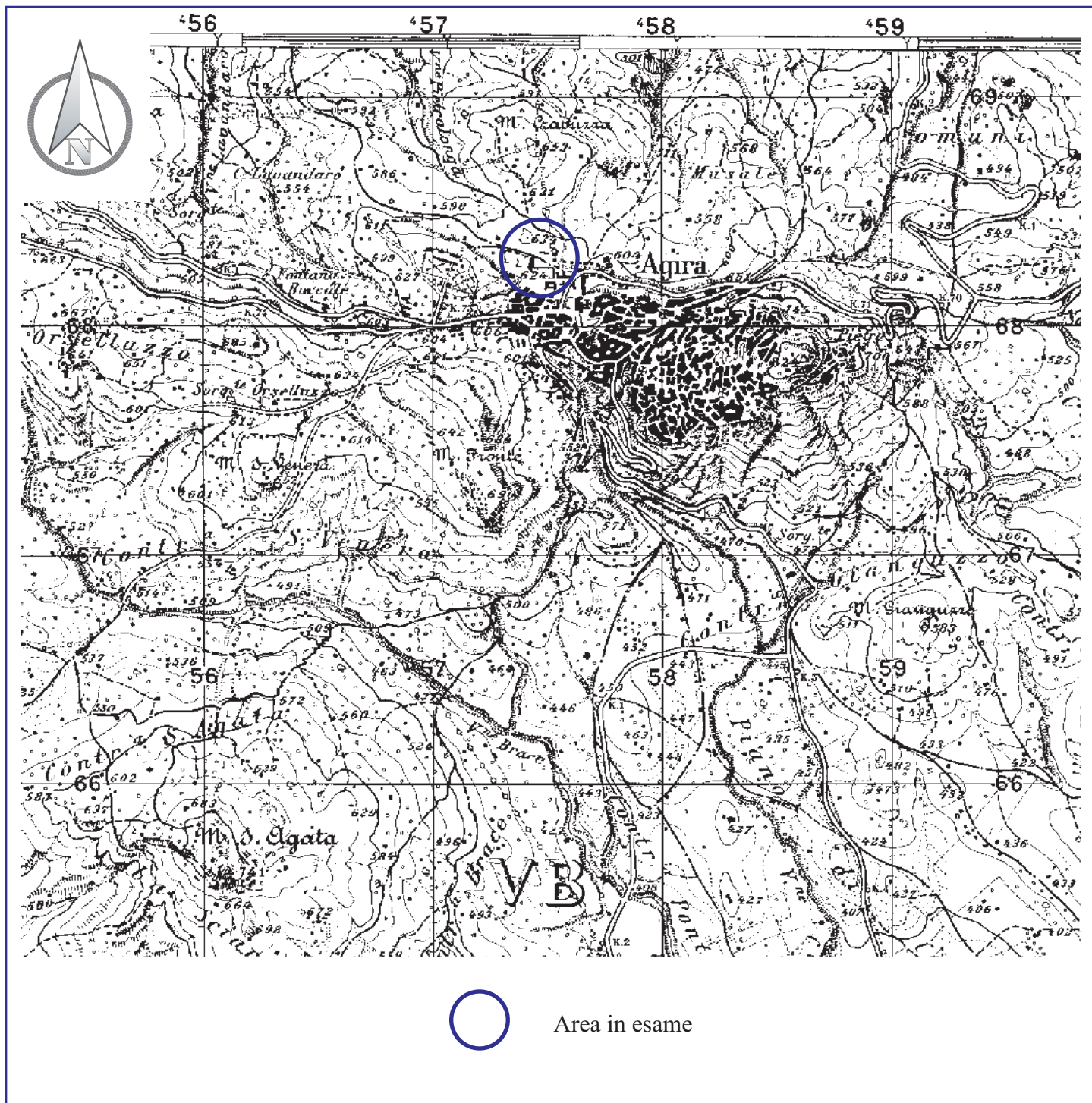
Centuripe, ottobre 2019

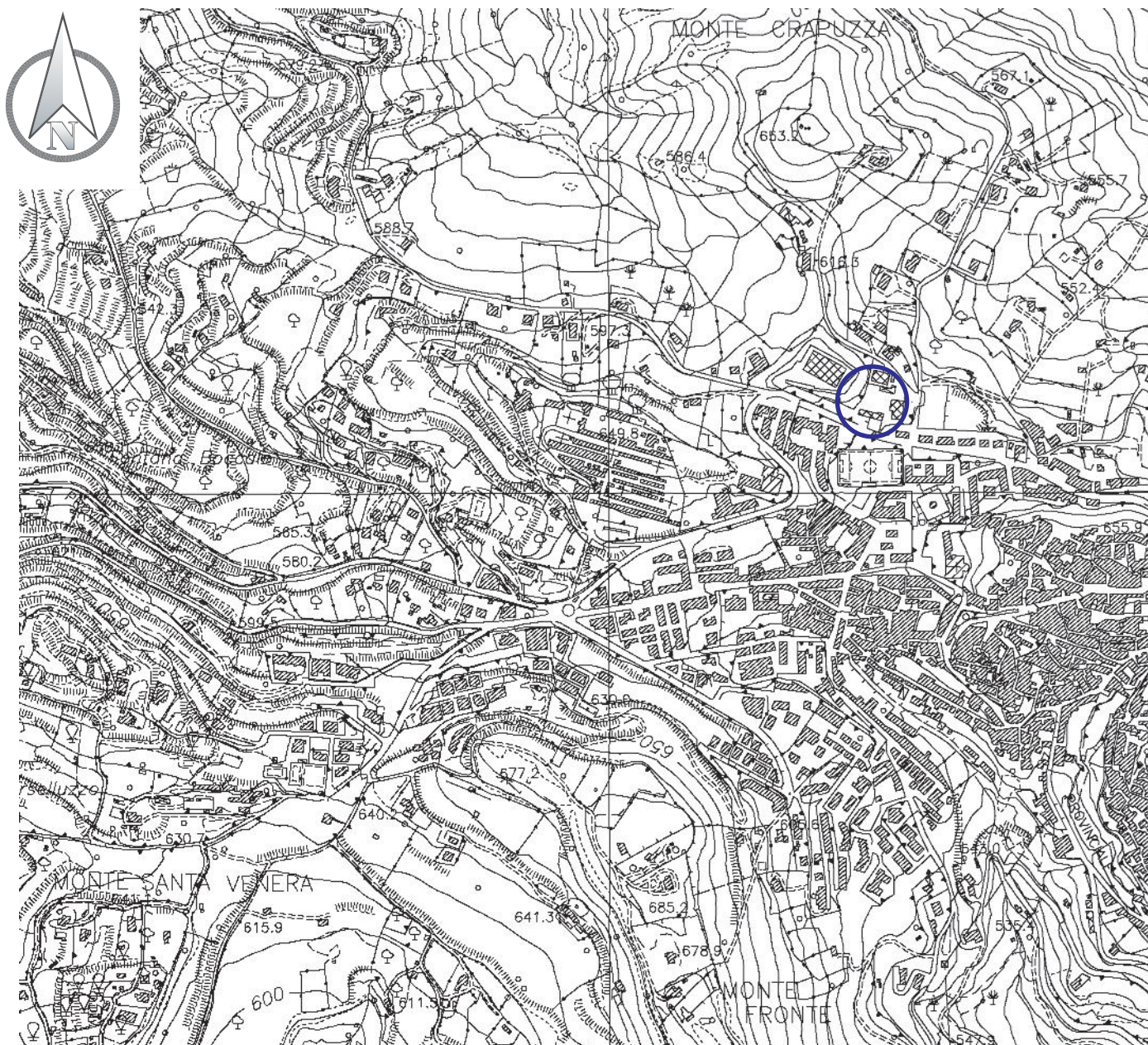
IL Geologo
 Dott. Alessandro Giuseppe Gulisano


ALLEGATI

COROGRAFIA - SCALA 1:25.000

(stralcio estratto dalla tavoletta I.G.M. "Agira" - Fg. n° 269, IV Quadrante, Orientamento N.O.)

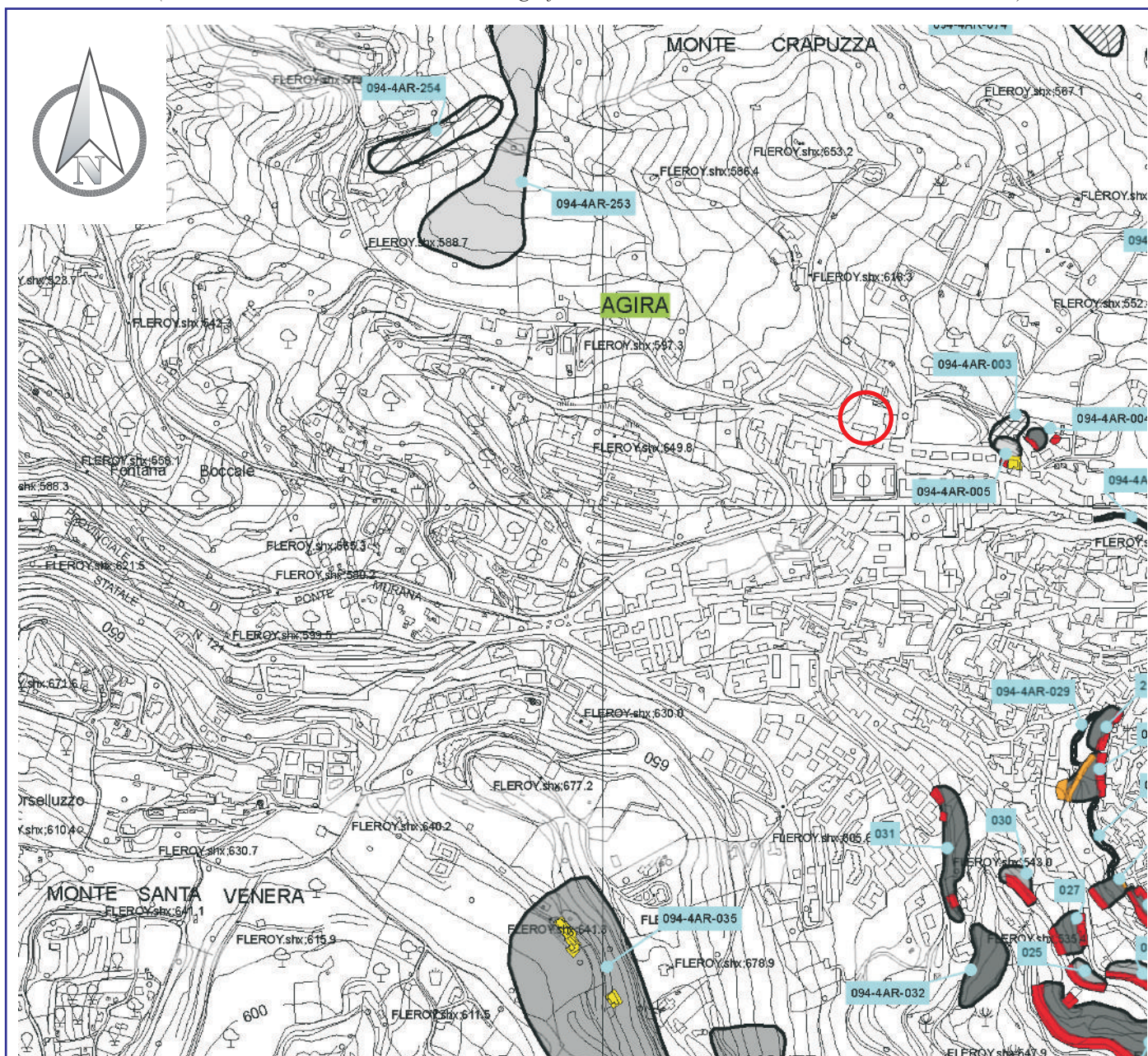




Area in esame

CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO - SCALA 1:10.000

(stralcio estratto dal P.A.I. - Bacino Idrografico Fiume Simeto-carta n. 49 - C.T.R. Sez. n. 623110)



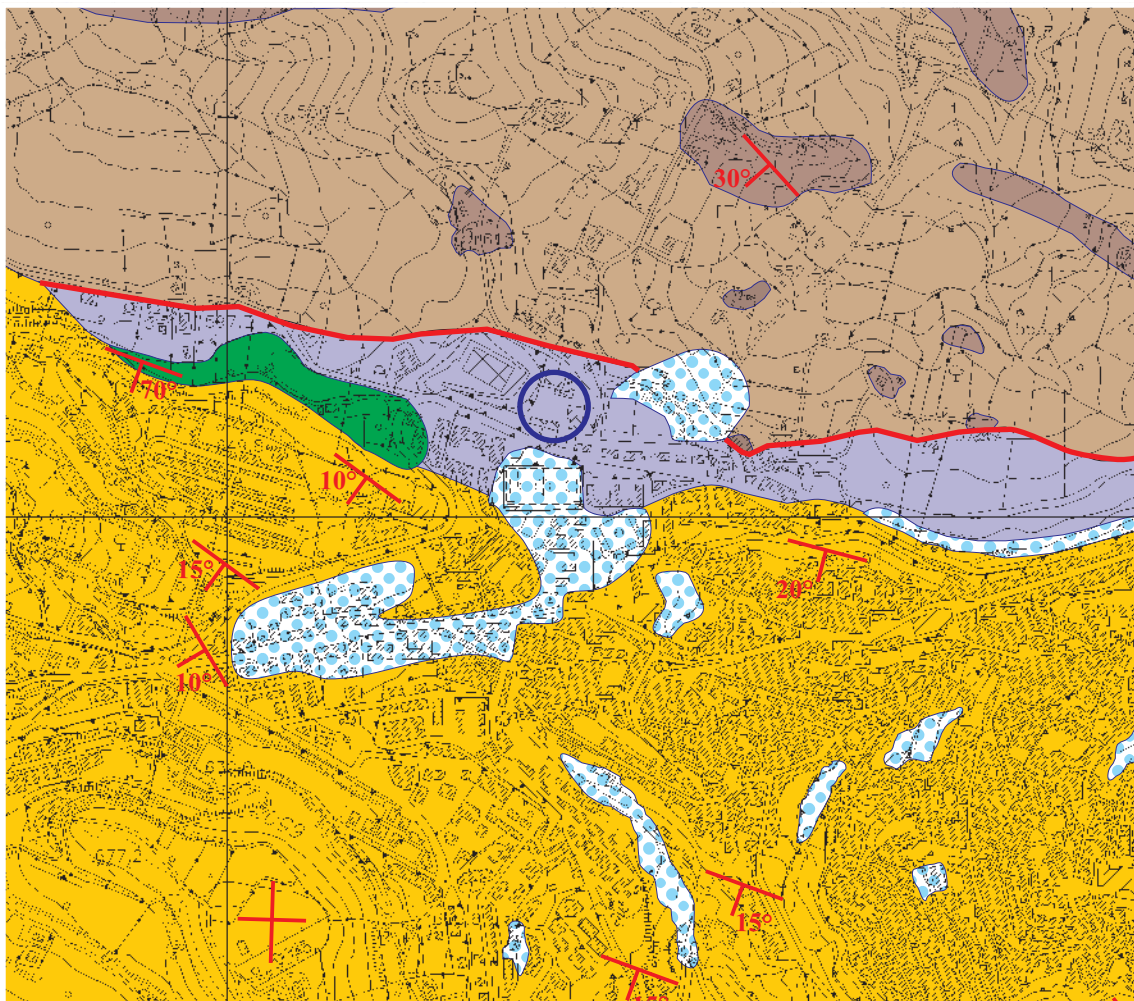
LEGENDA:

LIVELLI DI PERICOLOSITÀ

	P0 basso
	P1 moderato
	P2 medio
	P3 elevato
	P4 molto elevato
	Sito d'attenzione; fascia di rispetto per probabile evoluzione del dissesto

LIVELLI DI RISCHIO

	R1 moderato
	R2 medio
	R3 elevato
	R4 molto elevato
	Area in esame



LEGENDA



Coltri eluviali e depositi colluviali.
ATTUALE



Sabbie e Calcareni giallastre bioclastiche.
PLIOCENE INF.-MEDIO



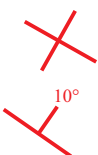
Trubi.
PLIOCENE INF.



Flysch Numidico: argille bruno-grigiastre con
Intercalazioni di quarzoareniti giallo-grigiastre (a).
OLIGOCENE SUP.-LANGHIANO INF.

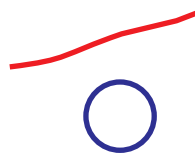


Argille Scagliose.
CRETACEO SUP.-EOCENE INF.



stratificazione orizzontale

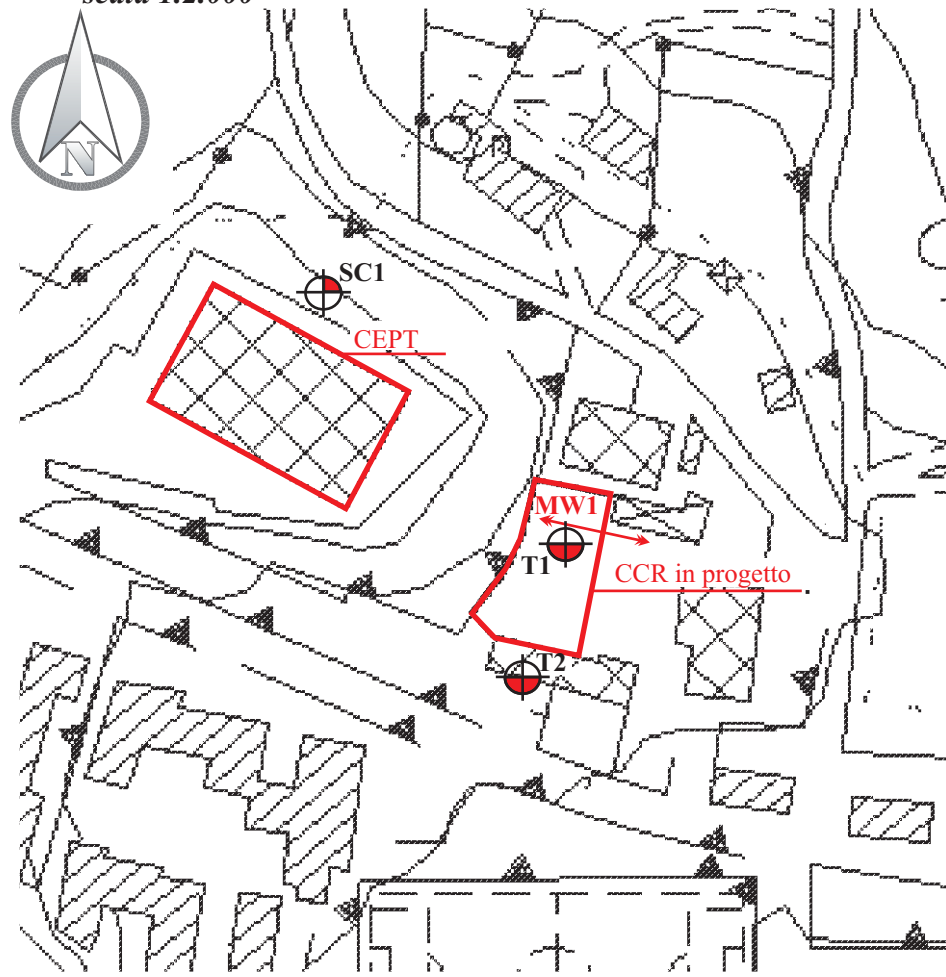
giacitura di elemento planare



Contatto tettonico (ricoprimento)

Area in esame

Planimetria dell'area
scala 1.2.000




LEGENDA

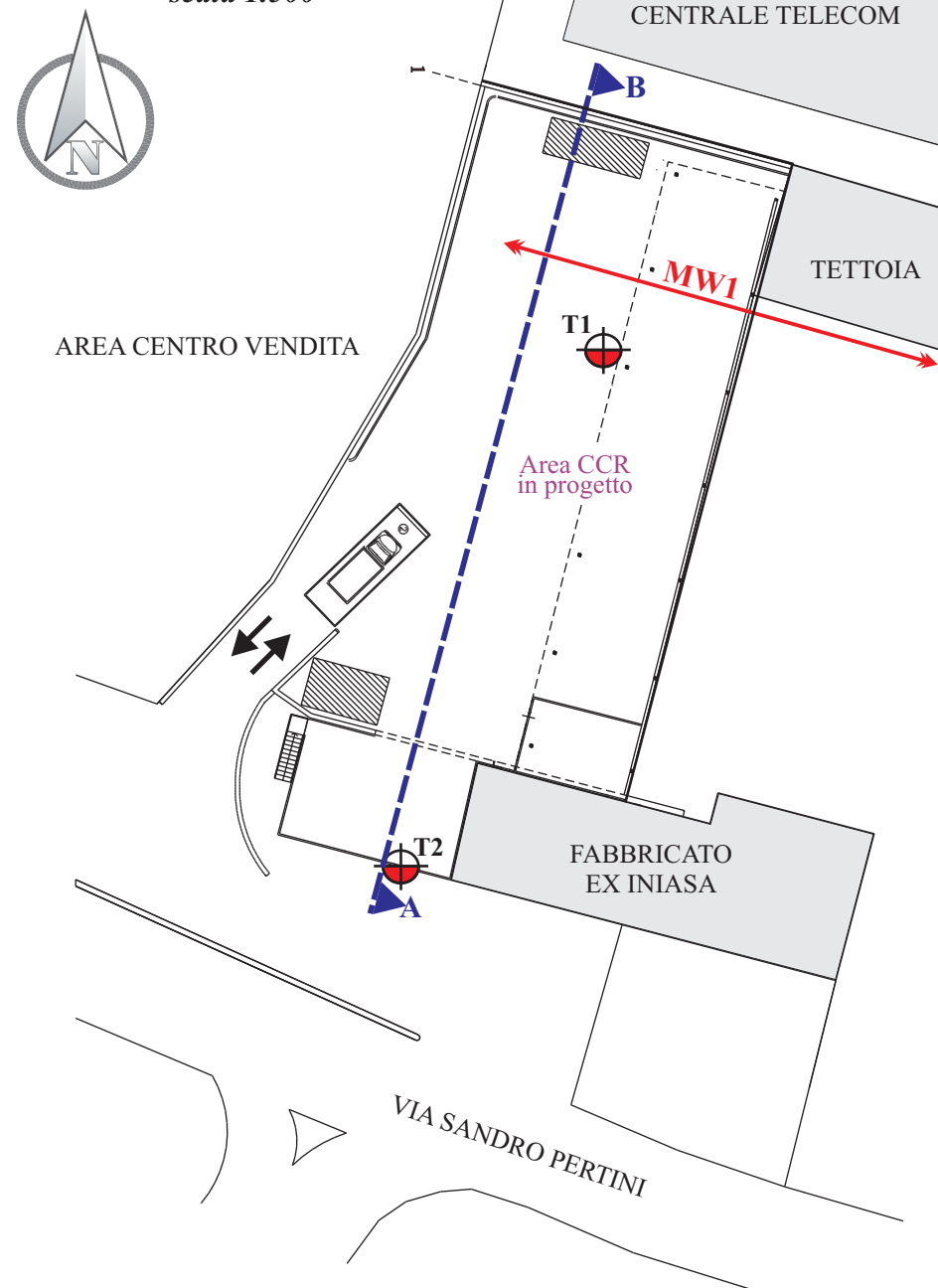
 S1 Sondaggio geognostico (indagine studio geologico precedente)

 T2 Pozzetto geognostico

 MW1 Indagine sismica Masw

 A B Traccia sezione litostratigrafica

Planimetria del C.C.R. in progetto
scala 1.500



INDAGINE SISMICA MASW

INDAGINE GEOFISICA TRAMITE TECNICA MASW

Apparecchiatura e configurazione di indagine

- sismografo MAE A3000S gestito da un microprocessore matematico, con sedici canali di acquisizione simultanea, a risoluzione 1000 microsec., 16 bits;
- n. 16 geofoni del tipo verticale a 4,5 Hz con interspazio di 2,00 m;
- stendimento stesa sismica 30,00 m;
- energizzazione mediante mazza di 9 kg battente su un piattello in alluminio
- geofono starter posto in prossimità del punto di battuta;
- offset sorgente scoppio sismico primo ricevitore 4 m.



Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P-Longitudinale:** onda profonda di compressione;
- **S-Trasversale:** onda profonda di taglio;
- **L-Love:** onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R-Rayleigh:** onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo

indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times v$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

Data esecuzione indagine

Luglio 2017

Elaborazione dati

L'analisi dei dataset ottenuti dalla prova MASW sono state svolte adoperando il software *EasyMASW* della *Geostru*.

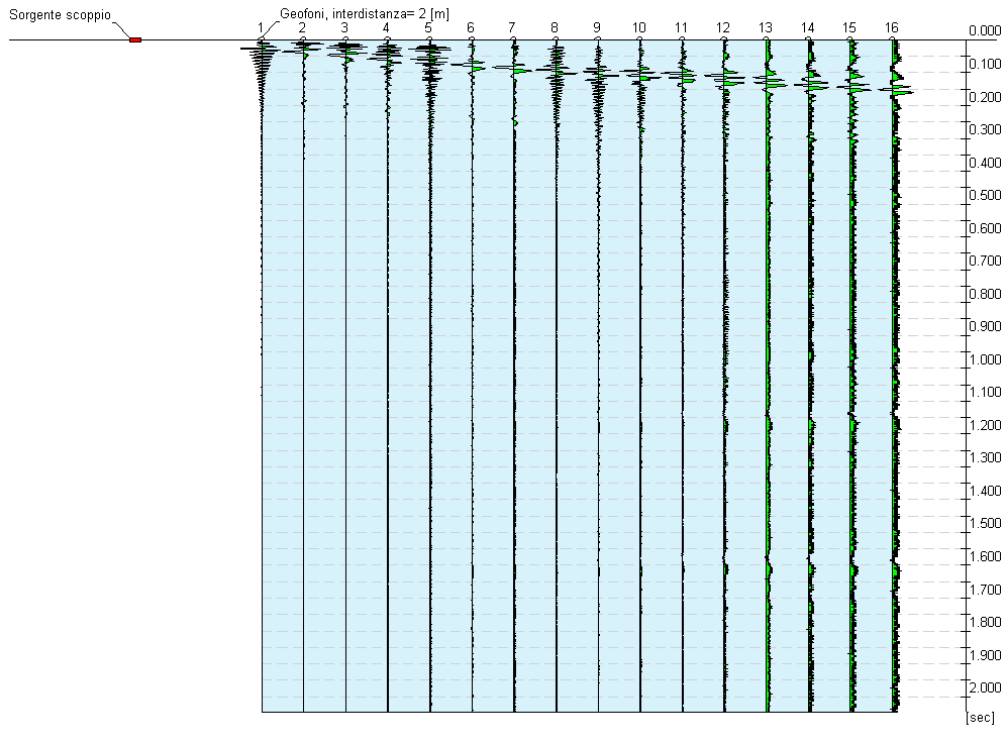
Tracce

N. tracce: 16

Durata acquisizione [msec]: 2048,00

Interdistanza geofoni [m]: 2,00

Periodo di campionamento [msec]: 1,00



Analisi spettrale

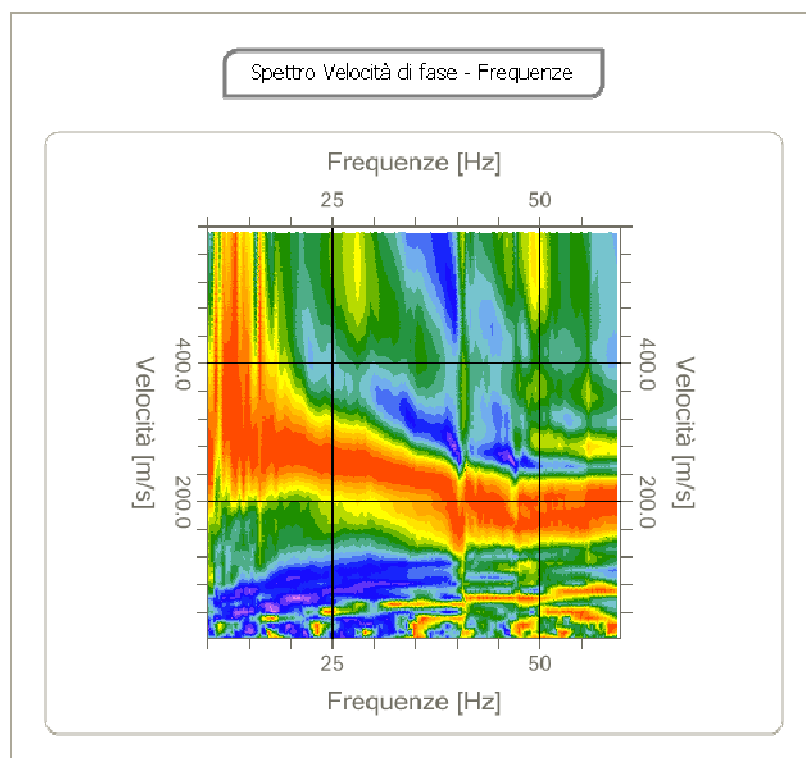
Frequenza minima di elaborazione [Hz]: 10

Frequenza massima di elaborazione [Hz]: 60

Velocità minima di elaborazione [m/sec]: 1

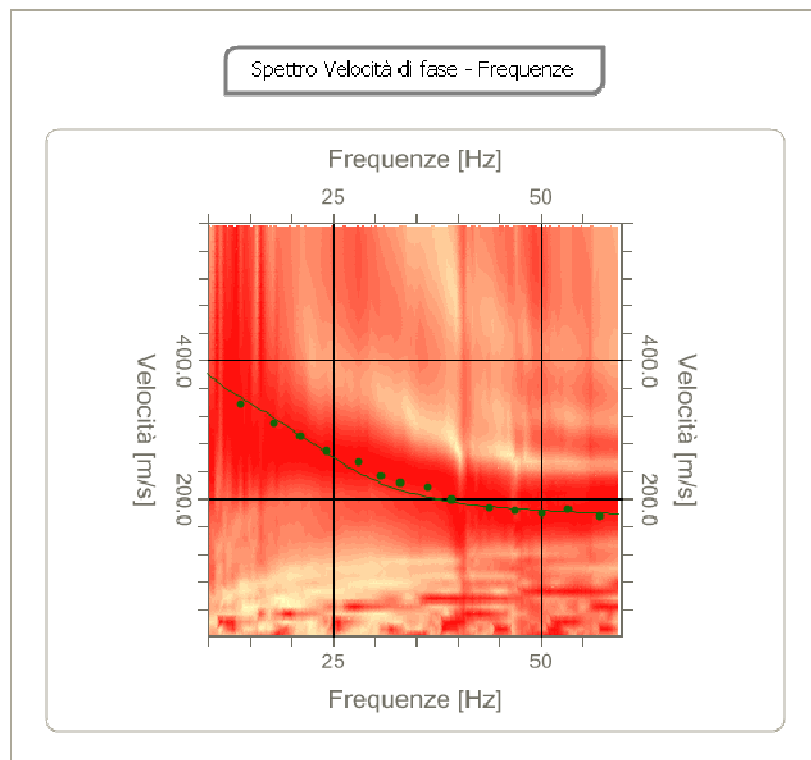
Velocità massima di elaborazione [m/sec]: 600

Intervallo velocità [m/sec]: 1



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	13,9	337,8	0
2	18,0	310,1	0
3	21,2	290,9	0
4	24,4	269,6	0
5	28,1	252,5	0
6	30,7	233,4	0
7	33,2	222,7	0
8	36,4	216,3	0
9	39,2	199,2	0
10	43,9	186,5	0
11	47,0	182,2	0
12	50,2	180,1	0
13	53,2	184,3	0
14	57,1	175,8	0

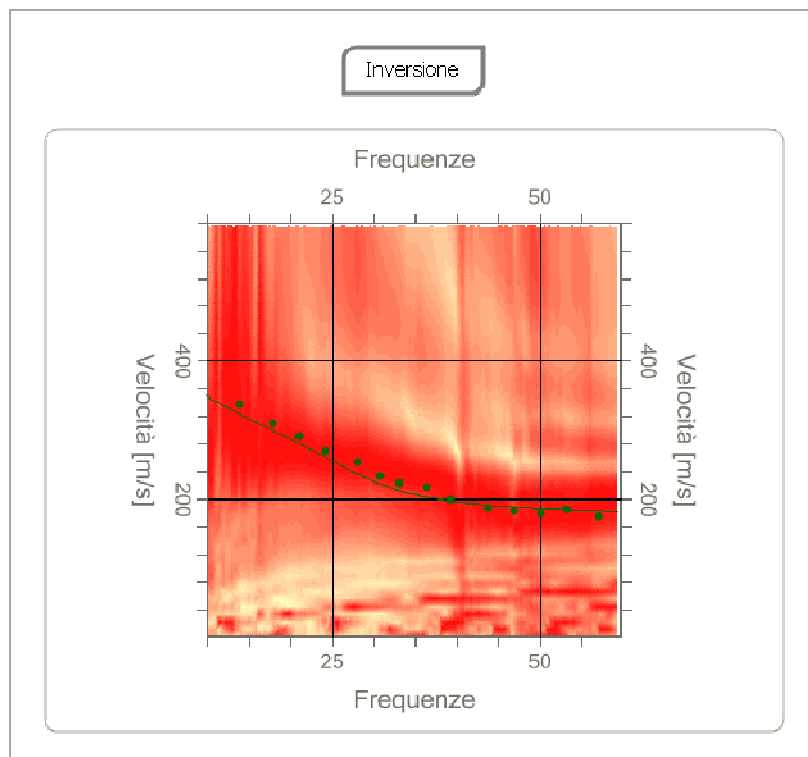


Inversione

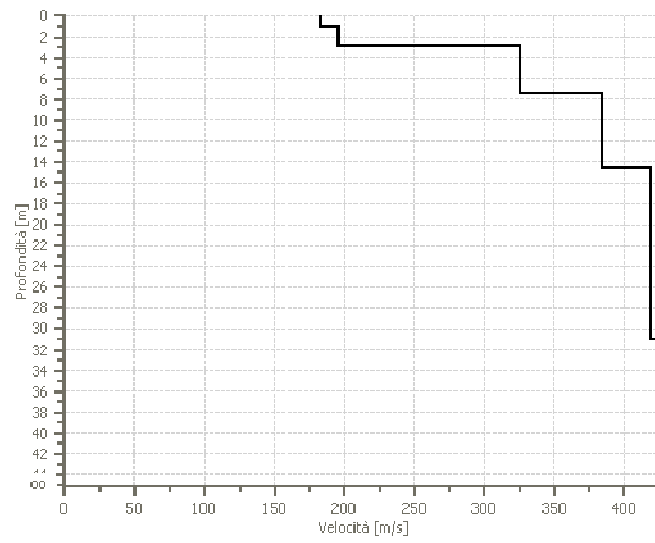
Sismostrati n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1,00	1,00	1800,00	0,35	381,4	183,2
2	2,97	1,97	1970,00	0,39	461,9	196,1
3	7,50	4,53	2010,00	0,40	798,4	325,9
4	14,58	7,08	2050,00	0,41	981,9	383,5
5	31,11	16,53	2070,00	0,42	1127,1	418,6
6	oo	oo	2100,00	0,43	1220,9	427,9

Percentuale di errore: 0,163 %

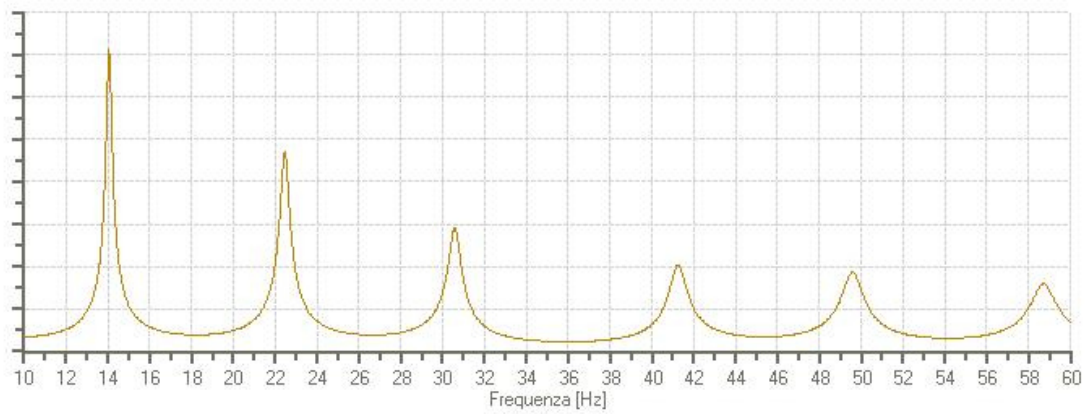
Fattore di disadattamento della soluzione: 0,039

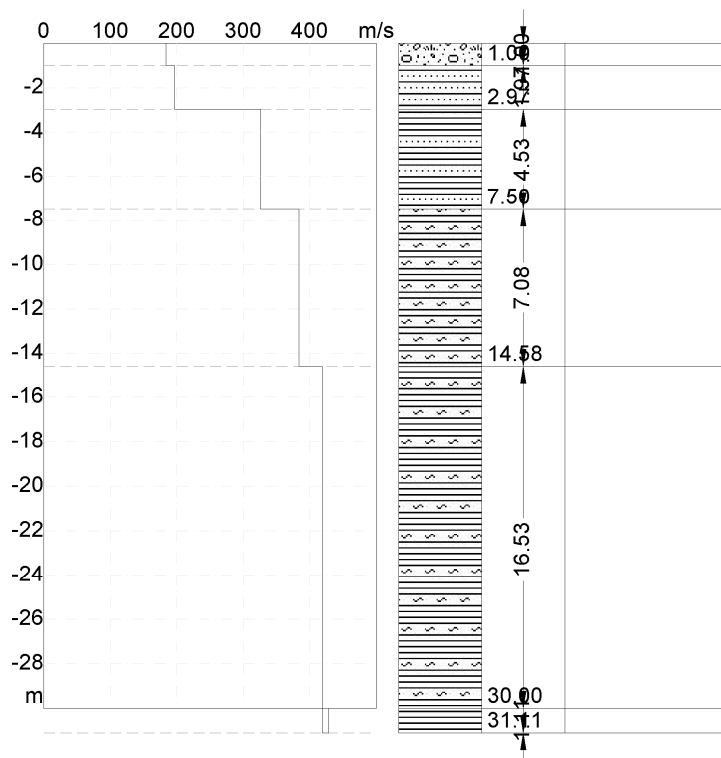


Profilo di velocità



Funzione di trasferimento





Risultati

Profondità piano di posa [m]: 0,00

$V_{s,eq}$ [m/sec]: 354,21

($H=30,00$ m)

Categoria del suolo ai sensi del Decreto 17 gennaio 2018: **C**

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

Altri parametri geotecnici

Sismostrati n.	Profondità [m]	Spessore [m]	V_s [m/s]	V_p [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G_0 [MPa]	E_d [MPa]	M_0 [MPa]	E_y [MPa]
1	1,00	1,00	183,24	381,45	1800,00	0,35	60,44	261,91	181,32	163,19
2	2,97	1,97	196,15	461,91	1970,00	0,39	75,80	420,32	319,26	210,71
3	7,50	4,53	325,94	798,39	2010,00	0,40	213,54	1281,23	996,51	597,91
4	14,58	7,08	383,51	981,92	2050,00	0,41	301,51	1976,56	1574,55	850,25
5	31,11	16,53	418,61	1127,14	2070,00	0,42	362,73	2629,81	2146,17	1030,16
6	oo	oo	427,86	1220,91	2100,00	0,43	384,43	3130,33	2617,76	1099,46

Moduli elastici dinamici:

G_0 : Modulo di deformazione al taglio;

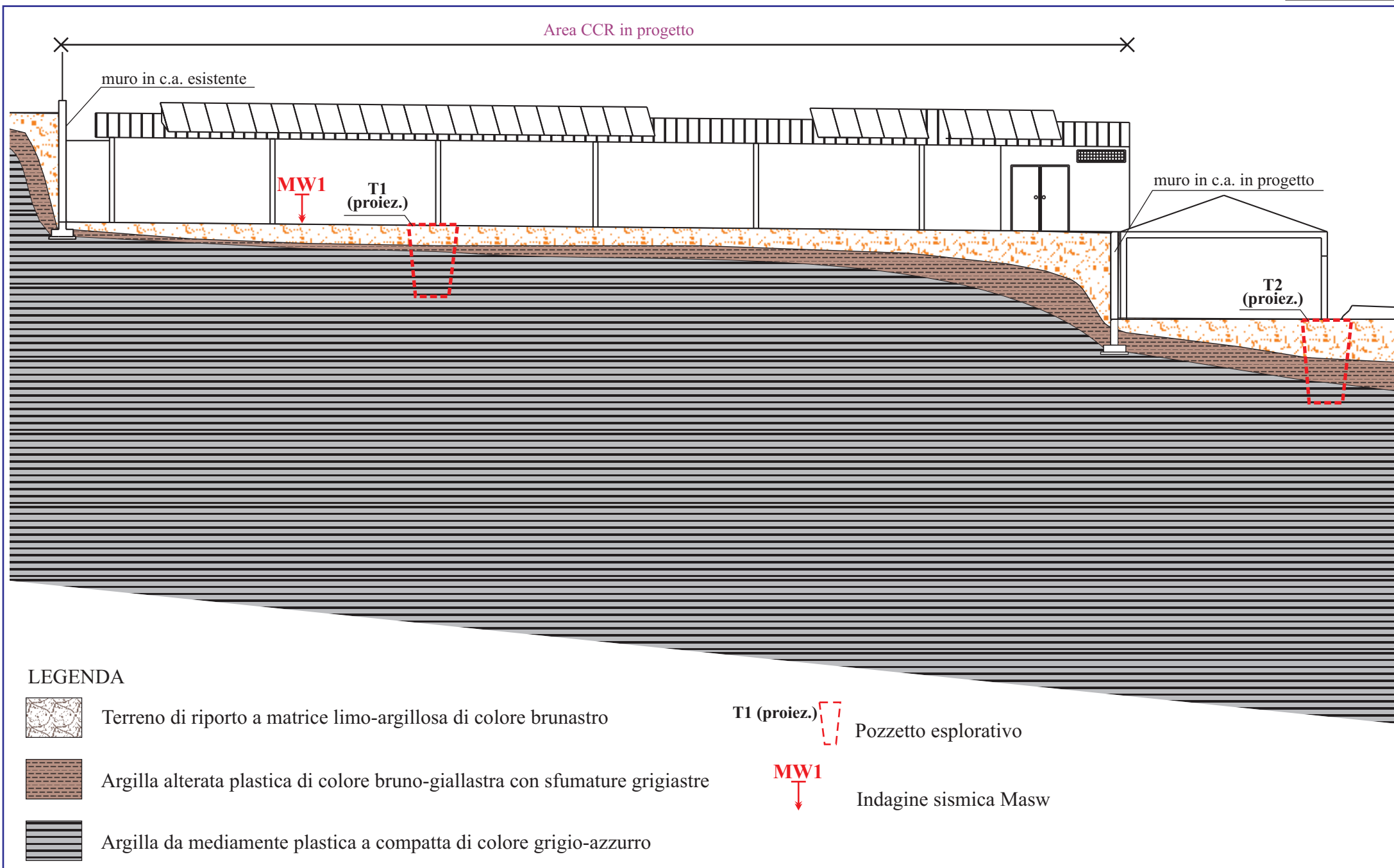
E_d : Modulo edometrico;

M_0 : Modulo di compressibilità volumetrica;

E_y : Modulo di Young;

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA "A-B" STATO DI PROGETTO - SCALA 1:200

All. 7

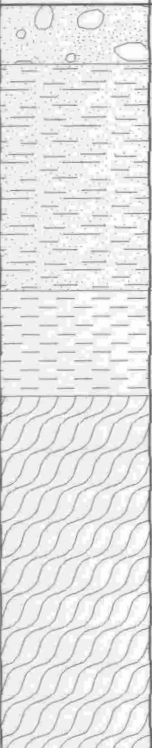


***INDAGINE ED ANALISI E PROVE DI
LABORATORIO GEOTECNICO DA STUDIO
GEOLOGICO PRECEDENTE***

Oggetto: Sistemazione area Centro Esposizione Prodotti Tipici
Committente: Comune di Agira

- *Stratigrafia Sondaggio geognostico S1*
- *Certificati di laboratorio campioni S1C1 e S1C2*

Cantiere C.da Timpuni - Agira	N. sondaggio 1
Committente COMUNE DI AGIRA	Scala sondaggio 1/100
Perforatore	Geologo GIOVANNI ENSABELLA
Coord.	Quota (p.c.)
Metodo perf. ROTAZIONE	Data ultimazione SETTEMBRE 2000

Profondità	Stratigrafia	Potenza	Descrizione	Campioni	Peso di volume	Angolo d'attrito) gradi	Coesione (c')	S.P.T. 10 20 30 40	N. Colpi	Coesione (cu)
2.80		0.80	TERRENO DI RIPORTO	0.80						
			ARGILLA ALTERATA PLASTICA	C1 1.40	1.40 1.97 gr/cmc	1.40 18 Gradi	1.40 0.1437 Kg/cmc			
3.80		3.00								
5.20		1.40	ARGILLA AZZURRA MEDIA- MENTE PLASTICA	C2 4.30	4.30 2.01 gr/cmc	4.30 16.6 Gradi	4.30 0.18 Kg/cmc			
7.00		4.80	ARGILLA AZZURRA COMPATTA					6 6.45	23.00	6.45 1.52 Kg/cmc

COMMITTENTE: Dott. geol. Giovanni Ensabella

LOCALITA': C.da Timpuni - Agira (EN)

CANTIERE: sistemazione area per vendita di prodotti tipici

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA', m: 0,80-1,40

**DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA
E ALTRE PROPRIETA' DEL SUOLO**

CONTENUTO IN ACQUA, % = 28.53

DENSITA' NATURALE, t/m³ = 1.97

DENSITA' SECCA, t/m³ = 1.53



NOTA: Argilla limosa, a tratti sabbiosa, di colore bruno a sfumature grigio e gialle a cons. medio-plastica

DATA: 11/10/00

FIRMA:

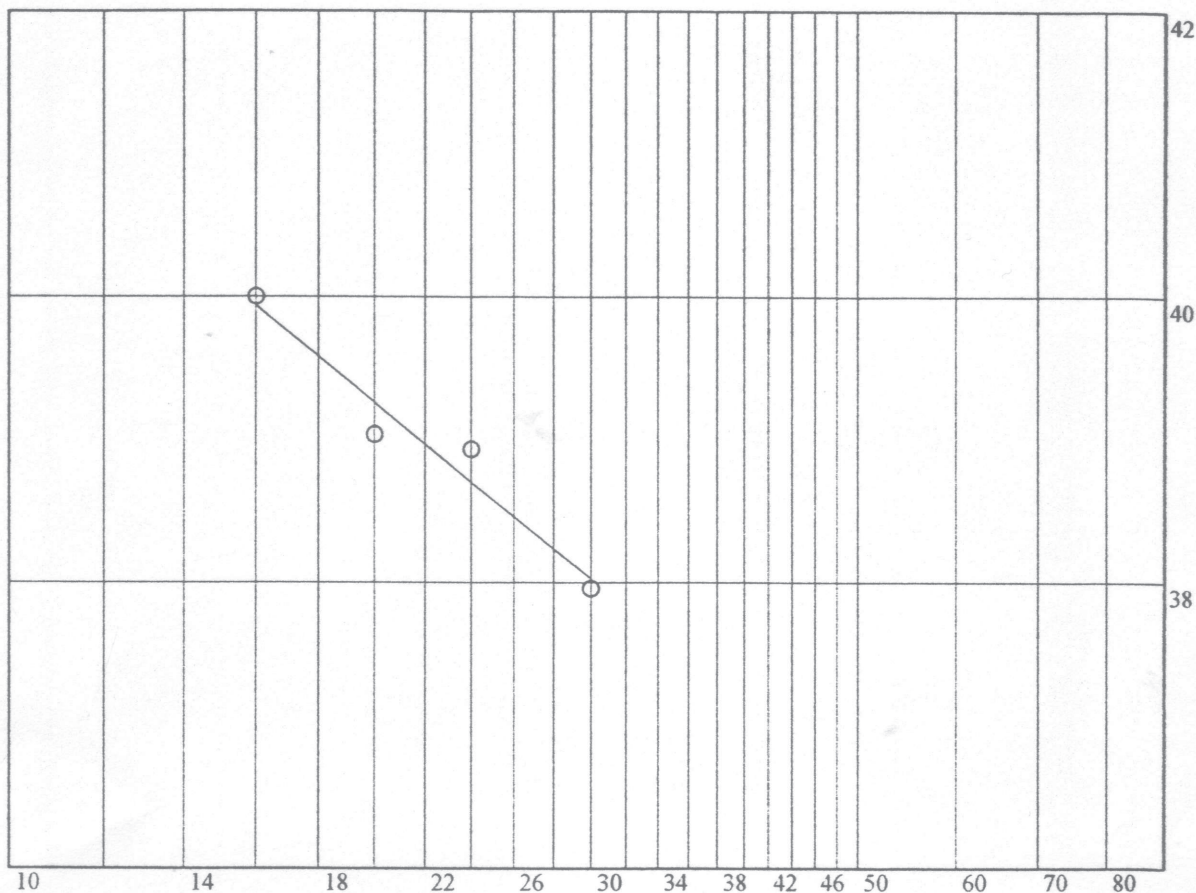
M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. Filippo Furia

COMMITTENTE: Dott. geol. Giovanni Ensabella
LOCALITA': C.da Timpuni - Agira (EN)
CANTIERE: sistemazione area per vendita di prodotti tipici

SONDAGGIO: S1
CAMPIONE: C1
PROFONDITA', m: 0,80-1,40

LIMITI DI ATTERBERG

NUMERO DEI COLPI-CONTENUTO IN ACQUA, %



LIMITE LIQUIDO (%) = 39
LIMITE PLASTICO (%) = 26
INDICE PLASTICO = 13

UMIDITA' NATURALE, % = 28.53
INDICE DI CONSISTENZA = .8

SETACCIO PASSANTE

10 ASTM	100
40 ASTM	100
200 ASTM	100



DATA: 11/10/00

FIRMA:

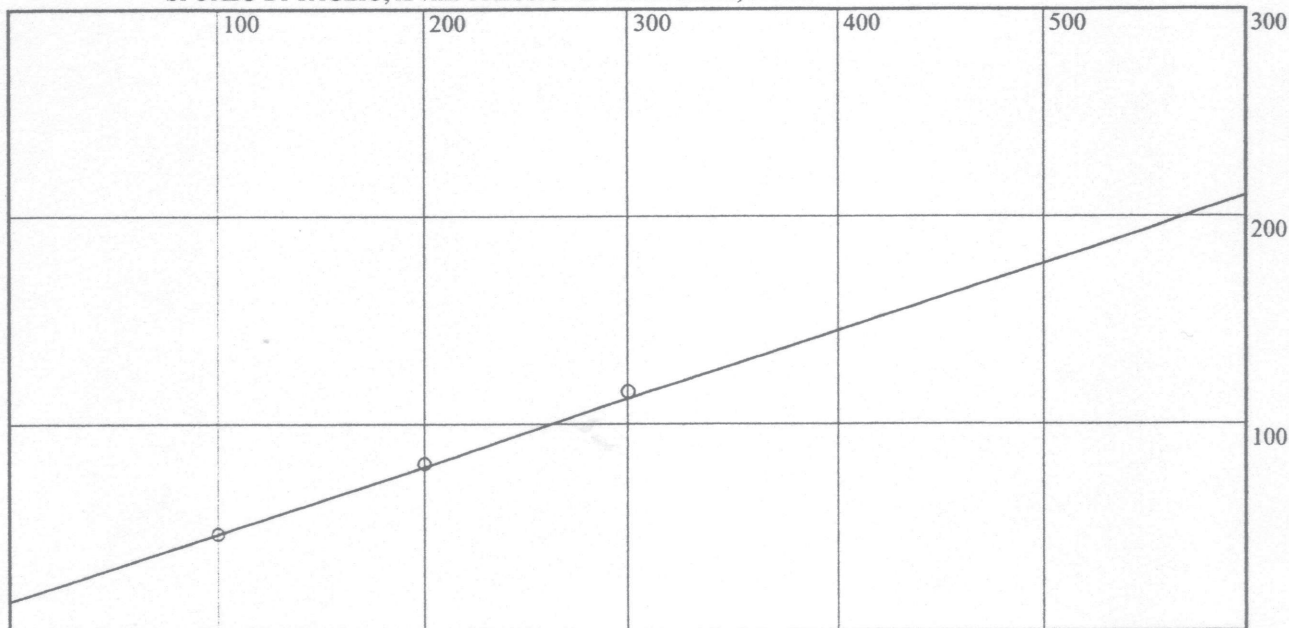
M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. Filippo Furia

COMMITTENTE: Dott. geol. Giovanni Ensabella
LOCALITA': C.da Timpuni - Agira (EN)
CANTIERE: sistemazione area per vendita di prodotti tipici

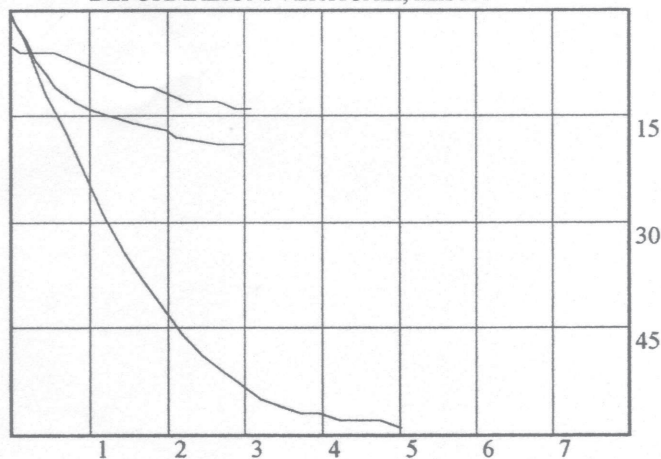
SONDAGGIO: S1
CAMPIONE: C1
PROFONDITA', m: 0,80-1,40

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

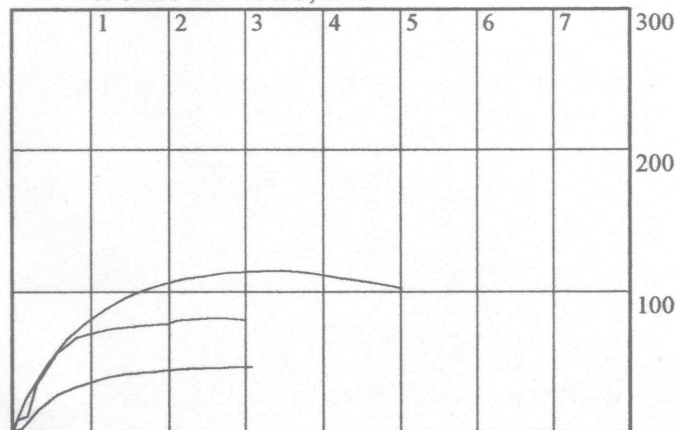
SFORZO DI TAGLIO, kN/m²-PRESSIONE VERTICALE, kN/m²



DEFORMAZIONI VERTICALI, mm/100



SFORZO DI TAGLIO, kN/m²



AVANZAMENTO, mm

PRESSIONE kN/m ²	VALORI A ROTTURA		
	SFORZI kN/m ²	AVANZ. mm	CEDIM. mm
100	47.14	2.88	.14
200	81.34	2.65	.19
300	115.62	3.46	.56



AREA SCATOLA DI TAGLIO, cm²= 32

Velocità di avanz., mm/min= .007

TIPO DI PROVA: consolidata drenata

TIPO DI CAMPIONE: argilla limosa sabbiosa

COESIONE, kN/m²= 14.37

ANGOLO DI ATTRITO= 18

DATA: 11/10/00

FIRMA:

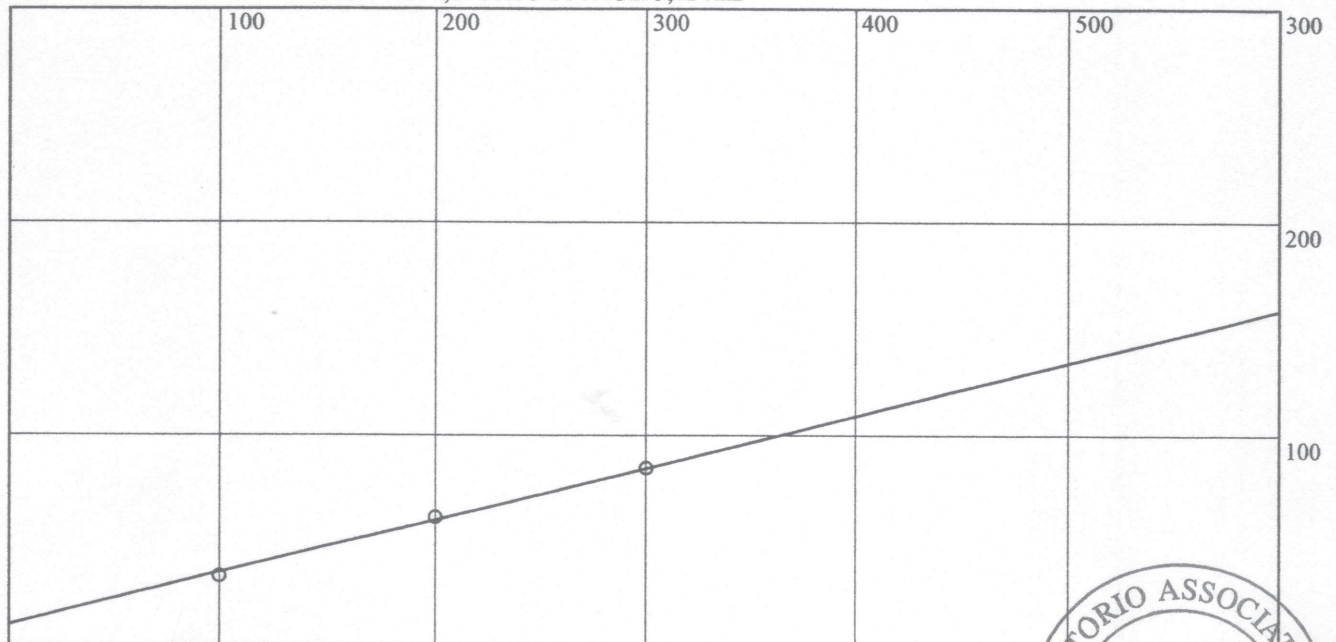
M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. Filippo Furia

COMMITTENTE: Dott. geol. Giovanni Ensabella
LOCALITA': C.da Timpuni - Agira (EN)
CANTIERE: Sistemazione area per vendita di prodotti tipici

SONDAGGIO: S1
CAMPIONE: C1
PROFONDITA', m: 0,80-1,40

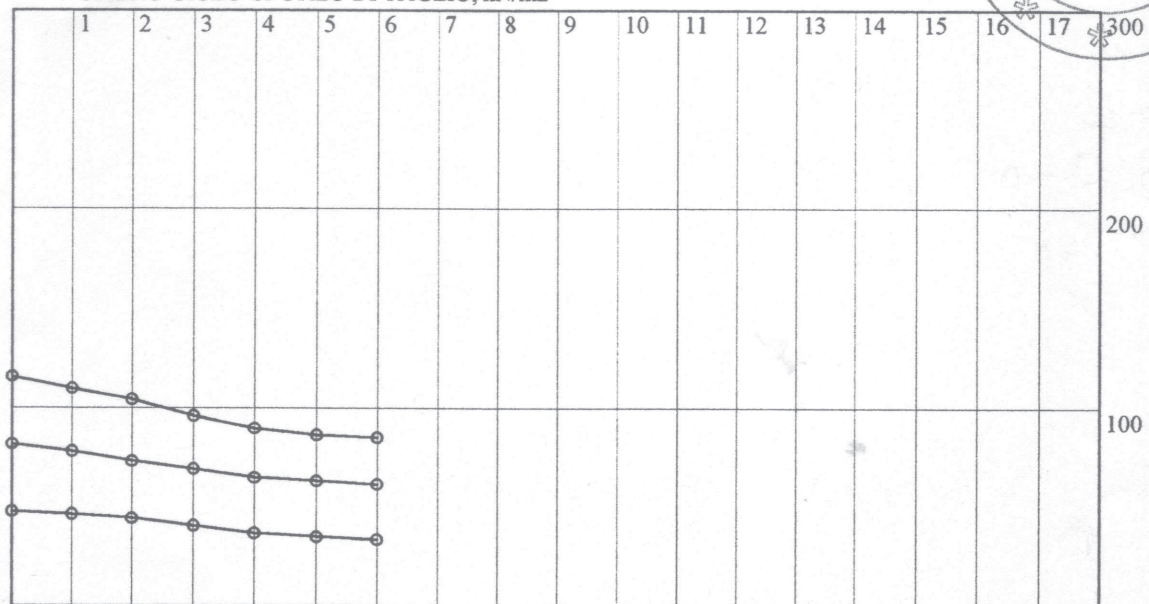
DETERMINAZIONE VALORI RESIDUI

PRESSIONI, SFORZO DI TAGLIO, kN/m^2



ANDAMENTO DEI CICLI

NUMERO CICLO-SFORZO DI TAGLIO, kN/m^2



PRESS. NORMALE, kN/m^2

100
200
300

RESIST. AL TAGLIO
VALORI RESIDUI, kN/m^2

33.33
61.11
84.72

AREA SCATOLA TAGLIO, $\text{cm}^2 = 36$

Vel. avanz. $\text{mm/min} = .007$

TIPO DI PROVA: consolidata drenata

TIPO DI CAMPIONE: argilla limosa sabbiosa

COESIONE, $\text{kN/m}^2 = 10.33$

ANGOLO DI ATTRITO = 13.8

DATA: 11/10/00

FIRMA:

M.T.R.
DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. Filippo Furia

COMMITTENTE: Dott. geol. Giovanni Ensabella

LOCALITA': C.da Timpuni - Agira (EN)

CANTIERE: sistemazione area per vendita di prodotti tipici

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA', m: 3,80-4,30

**DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA
E ALTRE PROPRIETA' DEL SUOLO**

CONTENUTO IN ACQUA, %= 24.76

DENSITA' NATURALE, t/m³= 2.01

DENSITA' SECCA, t/m³= 1.61



NOTA: Argilla limosa di colore grigio a leggere sfumature beige a tratti leggermente sabbiosa, a cons. medio-plastica

DATA: 11/10/00

FIRMA:

M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. Filippo Furia

COMMITTENTE: Dott. geol. Giovanni Ensabella

LOCALITA': C.da Timpuni - Agira (EN)

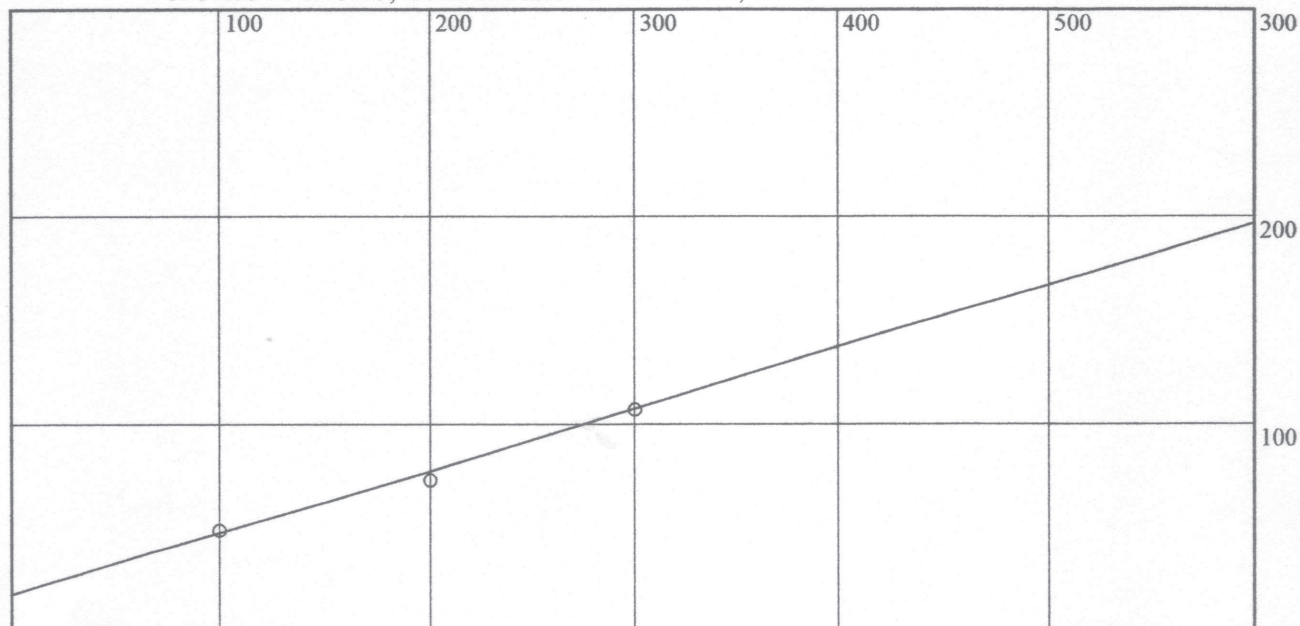
CANTIERE: sistemazione area per vendita di prodotti tipici

SONDAGGIO: S1

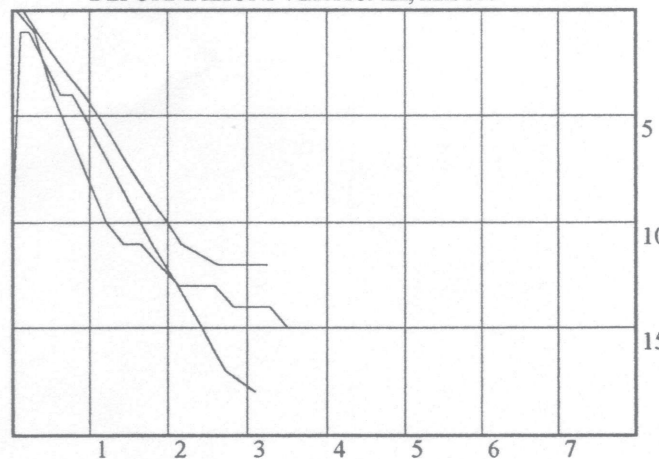
CAMPIONE: C2

PROFONDITA', m: 3,80-4,30

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

SFORZO DI TAGLIO, kN/m²-PRESSIONE VERTICALE, kN/m²

DEFORMAZIONI VERTICALI, mm/100

SFORZO DI TAGLIO, kN/m²

AVANZAMENTO, mm

PRESSIONE kN/m ²	VALORI A ROTTURA		
	SFORZI kN/m ²	AVANZ. mm	CEDIM. mm
100	49.16	2.64	.12
200	73.33	2.73	.17
300	107.24	2.37	.13

AREA SCATOLA DI TAGLIO, cm²= 36

Velocità di avanz., mm/min= 0

TIPO DI PROVA: consolidata drenata

TIPO DI CAMPIONE: argilla limosa

COESIONE, kN/m²= 18

ANGOLO DI ATTRITO= 16.6

DATA: 11/10/00

FIRMA:

M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. Filippo Furia