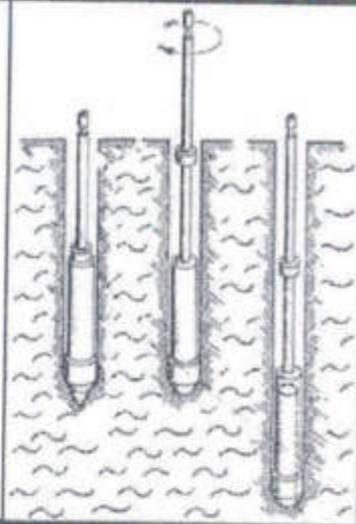


STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott. Geol. Salvatore Lo Verme

Corso Garibaldi N° 304
92029 RAVANUSA (AG)
Cell. 328/3885128

URL: www.geologoverme.it
E-Mail: salvatore.loverme@gmail.com



RELAZIONE GEOLOGICA REDATTA AI SENSI DEL D.M. 14 GENNAIO 2008

OGGETTO:

LAVORI DI ADEGUAMENTO E CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE DELLA SCUOLA
ELEMENTARE "M. RAPISARDI" SITA NEL CENTRO ABITATO DI CANICATTI IN VIA
ROSOLINO PILO.

COMMITTENTE: Comune di Canicatti, Corso Umberto I° - 92024 Canicatti (Ag) - P.Iva: 00179660840

ALLEGATI:

1. Corografia in scala 1:25.000;
2. Carta dei dissesti (P.A.I.) in scala 1:10.000;
3. Carta della Per. e del Rischio (P.A.I.) scala 1:10.000;
4. Carta geologica in scala 1:2.000;
5. Stralcio planimetrico in scala 1:500;
6. Sezioni geologiche in scala 1:250;
7. Relazione indagini geofisiche e geotecniche.

IL GEOLOGO


Dott. Salvatore Lo Verme

CITTA' di CANICATTI'

Atto del Consiglio Comunale di Approvazione

UFFICIO TECNICO

PARERE TECNICO FAVOREVOLE n. 15 del 2020
ai sensi dell'art. 5 della L.R. n. 12/2011
che rivisita il parere tecnico n. 09 dell'11.02.2020.

adott. 28.4.2020

IL RUP

Il Geom. Antonio La Vecchia





CITTA' DI CANICATTI'
UFFICIO TECNICO

Parere Tecnico n. 09 del
2020

Visto si esprime parere favorevole all'approvazione
del PROGETTO ai sensi dell'art. 5 della L.R.
12/07/2011 n. 12 e dell'art. 24 della L.R. n. 8 del
2016 di recepimento del D.L. 18/04/2016 n. 50 e
successive modifiche ed integrazioni per l'importo
complessivo di **€ 1.860.000,00**

Canicatti li 17 FEB. 2020

Il R.U.P.
Geom. Antonio La Vecchia





PREMESSA

Su incarico del Comune di Canicattì, giusta Determina Dirigenziale n° 1589 del 14/11/2017 inerente i lavori di consolidamento e adeguamento strutturale della Scuola “M. Rapisardi” sita a Canicattì in Via Rosolino Pilo, è stato eseguito uno studio geologico che ha previsto l'esecuzione di numero sei prove penetrometriche dinamiche e di una indagine sismica di tipo Masw.

Scopo del presente studio è stato di accertare e ricostruire la successione litostratigrafica della zona, verificare l'assetto geologico strutturale dell'area, determinare le condizioni di stabilità generali e verificare l'interazione della struttura con il regime idrogeologico presente. In tal senso sono stati eseguiti dei sopralluoghi nella circostante area ove è realizzata la struttura che hanno permesso di rilevare tutte le caratteristiche peculiari che hanno attinenza con quanto sui luoghi.

Pertanto le indagini e le ricognizioni hanno permesso di determinare:

1. Caratteristiche geolitologiche dei terreni e mappatura degli stessi;
2. Analisi dell'assetto geomorfologico, al fine di valutare la presenza di eventuali fenomeni di dissesto;
3. Valutazione delle caratteristiche fisico meccaniche dei terreni di fondazione.

Lo studio è stato condotto mediante rilevamento geologico e geomorfologico di superficie, studiando le caratteristiche giaciture in sezioni artificiali della roccia create dall'uomo.

La caratterizzazione geotecnica dei litotipi fondali è stata eseguita avvalendosi di sei prove penetrometriche dislocate come da planimetria allegata. Quattro delle sei prove eseguite sono state effettuate nel piano seminterrato mentre le restanti sono state eseguite all'esterno della struttura nelle aree adibite ad aiuole.

Inoltre è stata eseguita una indagine sismica di tipo “Masw” che ha permesso di ottenere i dati necessari per la ricostruzione della categoria di suolo di fondazione.

Si è fatto riferimento anche a dei sondaggi spinti fino a 10 metri di profondità, eseguiti dal Dott. Carlino Geol. Giuseppe il 22/12/1969 (allegati alla presente), che hanno permesso di identificare nel dettaglio le litologie attraversate e di ricostruire l'andamento degli strati.

UBICAZIONE E GEOMORFOLOGIA

L'area oggetto di indagine ricade nel Foglio n° 267, II quadrante, Tavoletta S.E. “Canicattì” della Carta d'Italia in scala 1:25.000 redatta dall'I.G.M.I.. Essa si trova alla zona orientale dell'agglomerato urbano di Canicattì.

I lineamenti morfologici dell'area circostante sono tipicamente collinari, caratterizzati da affioramenti di tipo calcareo e trubacei sovrastati talora da una coltre di detriti eluvio-colluviali.

La struttura è edificata esattamente alla periferia est dell'abitato di Canicattì, ai piedi di un versante, a quota 460 m. circa slm..

Valutate le caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area oggetto di studio, considerata la morfologia pianeggiante nonché l'integrità strutturale della struttura e dei fabbricati limitrofi, non si ravvisano pericoli derivanti da fenomeni franosi in atto, quiescenti o fossili.

In tutta l'area su cui è stata realizzata la struttura e nella circostante non sono stati riscontrati movimenti di massa riconducibili a frane attive o inattive e da un raffronto con le cartografie del P.A.I. risulta che nell'area in esame non insistono dissesti né aree censite a vario grado di pericolosità e rischio (vedasi planimetrie allegate).

Pertanto valutato tutto ciò, risulta che nell'area di studio non esistono spostamenti di massa che possano in qualche modo determinare danni alla struttura edificata, quindi è espresso un giudizio favorevole circa la stabilità del sistema area-struttura.

CATEGORIA TOPOGRAFICA

Dall'analisi della morfologia dell'area circostante il sito e dalle verifiche eseguite risulta che la pendenza media dell'area sulla quale ricade il sito in esame è $\leq 15^\circ$ e pertanto la categoria topografica del sito in esame è T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

GEOLOGIA

Lo studio geologico dell'area di pertinenza della struttura ha evidenziato la presenza di litotipi che si sono depositi in periodo compreso tra il Messiniano ed il Pliocene Inferiore. Questi termini affiorano estesamente nel bacino centrale siciliano, noto come Fossa di Caltanissetta, che è allungato da NE a SW per circa 140 km ed ha una larghezza che si aggira sugli 80 km. Il Graben è riempito da un pacco di sedimenti prevalentemente plastici e da colate gravitative per uno spessore che si ritiene raggiunga un massimo di 7.500 m. tra Agrigento e Licata. Tale processo di messa in posto ha determinato la formazione di numerose pieghe che caratterizzano in modo determinante l'area considerata. Nell'area esaminata i litotipi affioranti sono essenzialmente riconducibili ai Calcari della Serie Gessoso Solfifera, ai Trubi ed ai depositi eluvio-colluviali. Vengono di seguito descritte le unità litologiche riscontrate durante il rilievo di campagna:

Serie Gessoso Solfifera

Tale Serie è una successione stratigrafica in continuità di sedimentazione con la "Formazione Cozzo Terravecchia", che vede la presenza di tre termini peculiari che la caratterizzano il tripoli, il calcare ed i gessi. Tali termini si sono depositi in un bacino di sedimentazione le cui caratteristiche sono quelle di un mare chiuso. Tale evento, noto in letteratura come "*crisi di salinità del Messiniano*", instauratosi a seguito della chiusura dello soglia di Gibilterra, determinò l'isolamento del mare mediterraneo e di conseguenza l'instaurarsi di un ambiente euxinico cui seguì l'aumento continuo della concentrazione dei sali disciolti nelle acque e la loro successiva deposizione.

➤ Tripoli

Il tripoli rappresenta il primo termine della serie e si formò durante l'instaurarsi dell'ambiente euxinico che portò alla morte di numerose specie animali presenti nel mare. Difatti il tripoli è una diatomite

candida ricca di resti di pesce con marne calcaree a globigerine e calcari più o meno dolomitici. *Tale litotipo si formò in un ambiente più lagunare che marino* (Ogniben 1967).

Il tripoli non affiora nell'area cartografata ma è presente sotto la struttura sotto forma di marne tripolacee biancastre. La roccia è datata come afferente al Messiniano Inferiore.

➤ **Calcare**

Seguono in successione verso l'alto i calcari di base o solfiferi, tali litotipi si sono depositati nel periodo successivo alla deposizione del tripoli con passaggi gradualmente ed alternanze calcari, marne tripoli.

Il calcare presenta caratteristiche composizionali che oscillano tra quelle della dolomia e quelle del calcare d'aspetto travertinoide con passaggi talora verso il calcare marnoso compatto. Esso si presenta talora detritico con inclusi lapidei di dimensioni variabili da qualche decimetro a qualche metro. In altri casi la roccia è ben stratificata, talvolta in modo molto netto evidenziato da livelli di spessore variabile dal centimetro a qualche decimetro mal cementati ed a matrice argillosa; gli strati hanno uno spessore che raggiunge spesso i 2-3 metri e si presentano in grossi banchi con grande omogeneità e continuità laterale. Gli affioramenti sono in ogni caso intensamente fratturati a causa degli stress tettonici a cui il calcare è stato sottoposto in passato. La giacitura risulta irregolare e sono presenti diverse fratture diversamente orientate caratterizzate a volte da pieghe sinformi e antiformi. Quando il deposito affiorante è lapideo, gli ammassi in superficie si presentano lisci e ricchi di vacuoli a causa delle acque acide che danno vita a fenomeni di dissoluzione del carbonato. Tutti gli Autori che hanno studiato tale litotipo sono concordi nell'interpretare il Calcare di base come un sedimento di acque basse. La roccia è datata come afferente al Messiniano Inferiore.

➤ **GESSI**

Sovrapposti ai calcari ci sono i gessi con intercalazioni argillose (A.B. 3) che non sono presenti nell'area rilevata. Il litotipo in affioramento si presenta di colore grigio scuro ed è molto alterato a causa delle reazioni di idratazione a cui va incontro. La roccia risulta costituita da due tipi di gesso, il balatino ed il selenitico. La roccia è datata come afferente al Messiniano Superiore.

TRUBI

I Trubi affiorano nelle porzioni orientali dell'area rilevata e sono caratterizzati da alternanze quasi cicliche di straterelli decimetrici di argille marnose, marne argillose e calcari marnosi di colore bianco latte a frattura concoide, costituiti essenzialmente da foraminiferi. Tali sedimenti d'origine pelagica troncano, secondo gli studiosi "A.DECIMA F.C.WEZEL", in modo netto la successione evaporitica siciliana. Sempre secondo i due Autori si tratta di un deposito potente fino a 200 m. di colore bianco crema, con frequentissimi foraminiferi pelagici (fino a 2.300 foraminiferi per grammo di roccia di cui il 97-99% planctonici). La roccia si presenta fratturata, di colore bianco latte con straterelli molto friabili che si alternano ad altri più compatti, a causa del diverso contenuto in carbonato di calcio presente nella roccia. All'interno è possibile trovare degli inclusi di colore più scuro, probabilmente ossidati, nettamente distinti dal resto della roccia. In affioramento laddove la roccia è più consistente è possibile notare come le acque abbiano levigato le superfici rendendole perfettamente lisce. Tale deposito si suole attribuirlo ad un ambiente pelagico, si presenta calcareo, scheggiato ed è caratterizzato dal generare delle fratture concoide se sottoposto a sforzi di

taglio. I Calcari marnosi sono stratificati (spessore medio di ogni singolo strato 20 cm) e sono alternati a marna argillosa grigiastra a frattura concoide, pure disposta in strati di uguale potenza. (Pliocene Inferiore).

DETRITI ELUVIALI E COLLUVIALI

Sono depositi detritici residuali di copertura legati all'azione chimico-fisica erosiva in posto degli agenti esogeni; i depositi eluviali presentano una componente prevalentemente limosa a scheletro prevalentemente ruditico-arenitico. I depositi colluviali sono detriti a spigoli vivi di medie e grosse dimensioni, di natura prevalentemente calcarea, inglobati in matrice limo-sabbiosa, sono prodotti dall'azione di degradazione degli agenti esogeni. Nel caso specifico, grazie ai dati delle perforazioni acquisite è stato possibile accertare che trattasi di terreni a componente marnoso tripolacea, con inclusi detriti calcarei in matrice limo-sabbiosa. Tale deposito è presente in maniera non uniforme sotto la struttura in esame da circa 0,8 metri dal p.c. fino ad una profondità di 3,7 metri dal p.c. La loro datazione è recente.

In altri punti della cittadina affiorano i termini sottostanti e soprastanti rappresentati rispettivamente dalle argille Tortoniane della Formazione Cozzo Terravecchia, dalle argille azzurre plioceniche e dalle argille sabbiose e dalle sabbie e calcareniti del Plio-Pleistocene.

IDROGEOLOGIA

Dai dati acquisiti dalle prove penetrometriche eseguite, si è desunto che sotto 0,8 m. circa di suolo agrario altamente permeabile per porosità si trovano i depositi eluvio-colluviali che si presume costituiscano il piano di posa delle fondazioni. Tali depositi sono caratterizzati da una permeabilità variabile da media a medio-alta e pertanto determinano fenomeni prevalentemente d'infiltrazione.

I calcari sono poco permeabili per porosità e altamente permeabili per fessurazione e carsismo. Tale permeabilità tende ad aumentare nel tempo, cioè è legata all'azione solvente dell'acqua (carsismo). Si tratta quindi di permeabilità secondaria in quanto si sviluppa dopo la genesi della roccia. All'interno di questa roccia sovente è riscontrabile la presenza di acqua che costituisce un acquifero solitamente a falda libera.

I trubi essendo costituiti da un'alternanza di strati friabili (Argille marnose), a componente prevalentemente argillosa, e di strati compatti (Calcari marnosi, Marne e marne argillose) a componente prevalentemente carbonatica, presentano un duplice comportamento all'attraversamento dell'acqua. Infatti tale coesistenza se da un lato conferisce agli strati marnosi una discreta permeabilità per fratturazione, dall'altro in prossimità degli orizzonti argillosi ne determina una riduzione del parametro permeabilità fino a farla diventare bassissima. Pertanto nell'insieme i Trubi sono da ritenere come dei litotipi a permeabilità medio-bassa.

In base agli studi idrogeologici effettuati nell'area, grazie ai dati delle prove eseguite, alla ricostruzione dell'andamento degli strati e della loro disposizione spaziale si è appurata l'assenza di falda idrica a piccola e media profondità tale da non interagire con le fondazioni dell'opera.

Pertanto si ritiene che quanto realizzato non alteri il contesto idrogeologico nel quale s'inserisce e che non sussistono condizioni di degrado idrogeologico tali da lenire l'integrità del fabbricato.

ASSETTO STRATIGRAFICO E MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO (MGR)

Con l'ausilio dei dati ricavati dalle indagini eseguite, è stato ricostruito l'assetto litostratigrafico del sottosuolo interessato dal fabbricato e del suo intorno significativo.

Attraverso apposite correlazioni è stato ricostruito il Modello Geologico di Riferimento (MGR) del sito in conformità a quanto previsto dalle nuove NTC di cui al D.M. 14.01.2008, fondamentale per l'elaborazione del successivo Modello Geotecnico.

In particolare, il MGR, dell'area interessata è costituito dai seguenti orizzonti litologici:

- Dal p.c. a - 0,8 m.: Suolo agrario;
- Da -0,8 a - 6,0 m.: Terreni marnoso-tripolacei con inclusi calcari detritici in matrice limo sabbiosa passanti (Detriti eluviali) a marne tripolacee compatte;
- Da - 6,0 a - 30,0 m.: Argille grigio perla afferenti alla Formazione Cozzo Terravecchia.

GEOTECNICA

Al fine di caratterizzare i litotipi che sono interessati dalle tensioni indotte dai carichi della struttura e quindi valutare le loro caratteristiche fisico-meccaniche è stata condotta una campagna di indagini geotecniche in situ che ha previsto l'esecuzione di tre prove penetrometriche (vedasi planimetria). Considerato che la disposizione degli strati ed il loro spessore sotto la struttura non è uniforme si rimanda alla sezione geologica per i dettagli stratigrafici.

Si riportano di seguito i risultati della caratterizzazione eseguita:

Profondità (m.)	Peso di volume Secco (γ_d) T/m ³	Peso di volume saturo (γ_{sat}) T/m ³	Angolo di attrito (ϕ)°	Coesione drenata (C)	Coesione non drenata (Cu)	Descrizione
0,0 – 0,8	1,36 T/m ³	1,85 T/m ³	-	-	-	Suolo agrario
0,8 – 3,7	1,39 T/m ³	1,87 T/m ³	19°	0,2 Kg/cm ²	Da 0,25 a 1,06 Kg/cm ²	Marne tripolacee e calcari detritici in matrice limo-sabbiosa
3,7 – 6,0	1,86 T/m ³	2,16 T/m ³	22°	0,5 Kg/cm ²	1,5 Kg/cm ²	Marne tripolacee
6,0 in poi	1,91 T/m ³	2,20 T/m ³	20°	0,6 Kg/cm ²	1,2 Kg/cm ²	Argille grigio perla

I dati sopra riportati fanno riferimento ai valori minimi desunti dalle indagini eseguite, ridimensionati in funzione dell'indice di consistenza dei vari strati attraversati.

SISMICITA' DEL SITO E CARATTERISTICHE DEL SUOLO DI FONDAZIONE

La normativa nazionale sulla nuova classificazione sismica del territorio nazionale, di cui all'O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2002, colloca il territorio comunale di Canicattì nella "Zona 4" a pericolosità sismica di base " *bassa* ". Secondo quanto disposto da suddetto O.P.C.M., il territorio nazionale viene diviso in zone sismiche ciascuna contrassegnata da un diverso parametro $ag = \text{accelerazione massima}$ su suolo di categoria A (formazioni litoidi e suoli molto rigidi caratterizzati da Vs30 superiori a 800 m/s).

COMUNE	ZONA	VALORE DI a_z
CANICATTI'	4	0,05 g

Al fine di valutare la velocità delle onde S nei primi 30 metri è stata eseguita una indagine MASW che analizzando la dispersione delle onde di Rayleigh ha consentito di determinare il profilo verticale della VS e di conseguenza del parametro Vs30 calcolato al piano di campagna restituendo un valore rispettivamente pari a **547 m/s**.. Pertanto in accordo con le norme tecniche per le costruzioni (DM 14/01 2008) il sito in esame (come disposto dalla normativa) rientra nella **categoria B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina)**.

CONCLUSIONI

L'area in esame ricade alla periferia est dell'abitato di Canicatti, ai piedi di un versante a quota 460 m. circa slm.. Nell'area di pertinenza della scuola non sono stati notati segni di dissesto riconducibili a movimenti franosi in atto, grazie anche all'andamento dolce della morfologia circostante. In tali condizioni geomorfologiche è espresso un giudizio favorevole circa la stabilità geomorfologica di tutta l'area considerata.

Dal punto di vista idrogeologico, alla luce di quanto studiato e indagato, non sono state ravvisate condizioni di degrado tali da lenire l'integrità della struttura.

Dall'analisi della morfologia del sito è scaturito che la struttura ricade in un'area la cui categoria topografica è T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

La caratterizzazione geotecnica del sito è stata eseguita avvalendosi di sei prove penetrometriche dinamiche eseguite sotto la struttura ed ai suoi margini. La caratterizzazione sismica del sito è stata eseguita avvalendosi di un sondaggio sismico masw eseguito sul fianco della struttura da cui è scaturito un VS30 al piano di campagna pari a **547 m/s** che ascrive il sito in esame alla categoria "B".

I risultati acquisiti con il presente studio hanno permesso di ricostruire un quadro esaustivo dell'assetto geologico – stratigrafico, geostrutturale e geoambientale della zona di interesse progettuale, attraverso l'analisi delle caratteristiche idrografiche ed idrogeologiche, dei processi geomorfici ivi presenti, delle condizioni di stabilità del sito, delle caratteristiche geomeccaniche generali delle varie unità litotecniche, nonché la valutazione delle pericolosità geologiche della zona. In relazione a ciò, quindi, si può senz'altro assicurare la idoneità geologica del sito ad ospitare la struttura realizzata.

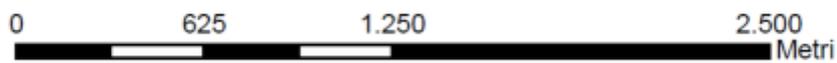
RAVANUSA, Gennaio 2018

IL GEOLOGO
 Dott. GENA
 LO VERME
 SALVATORE
 N. 2321

Dott. Salvatore Lo Verme
 O.R.G. di Sicilia n°2321

COROGRAFIA

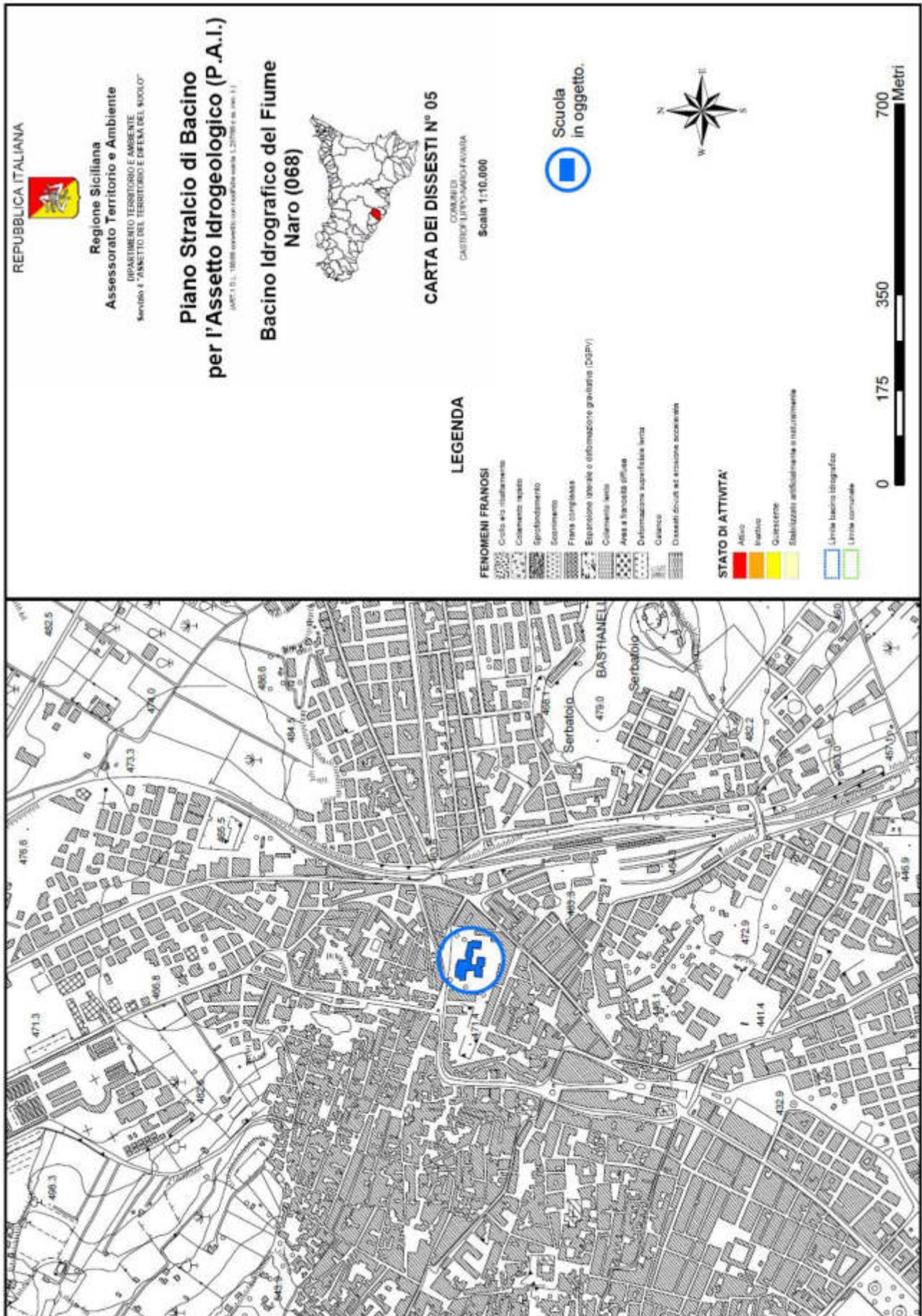
Scala 1:25.000

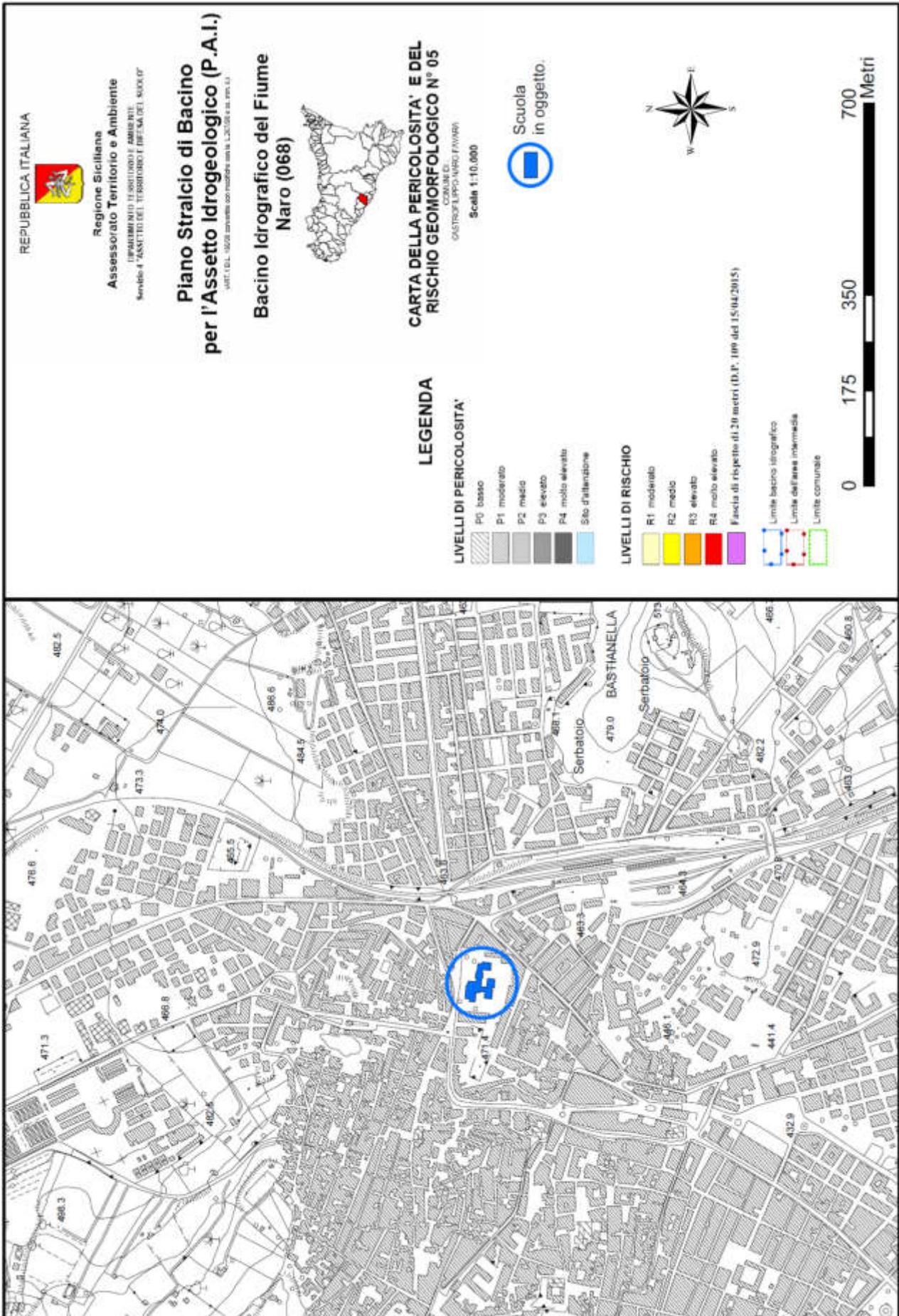


Legenda:

 Area di studio.

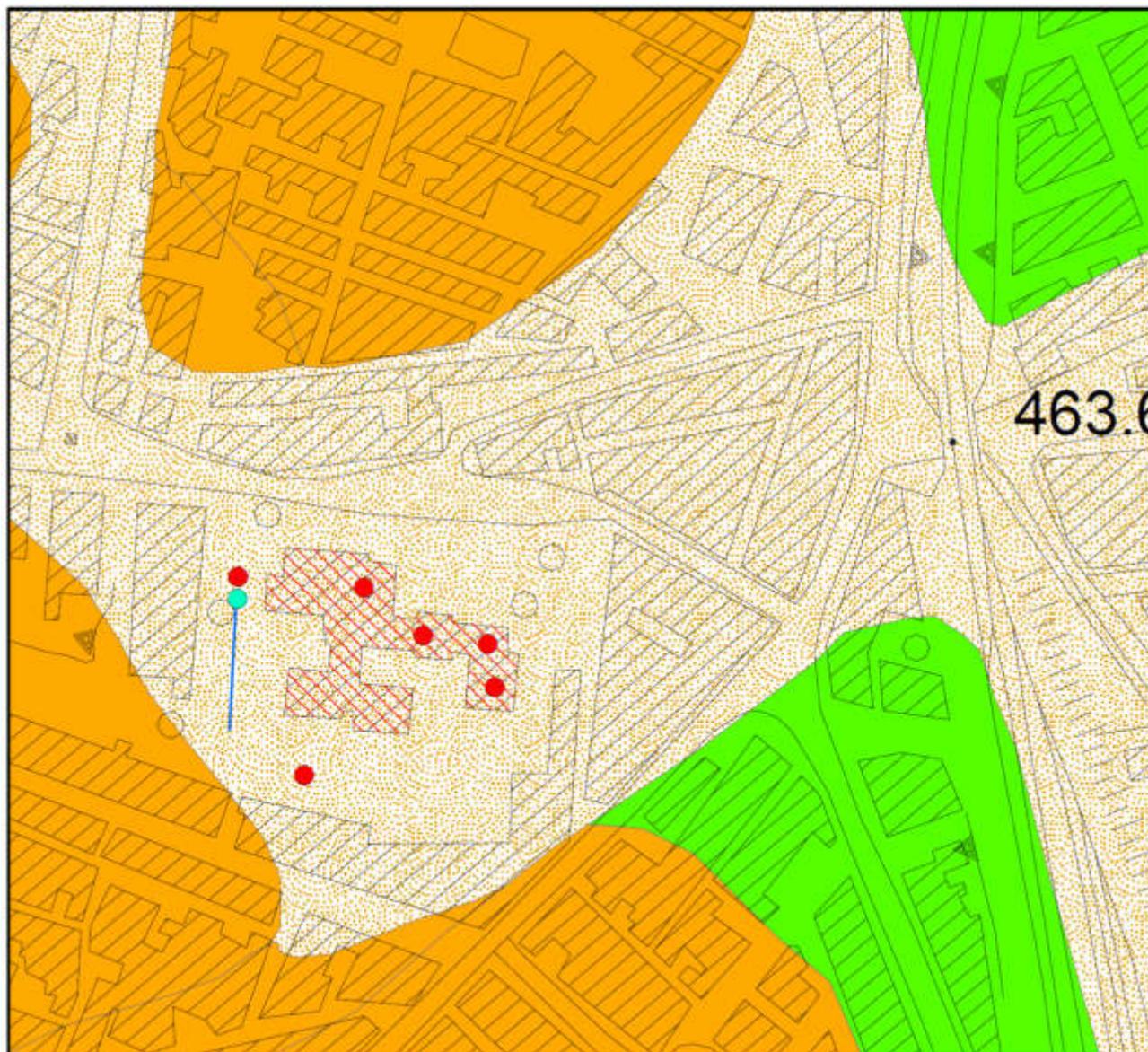




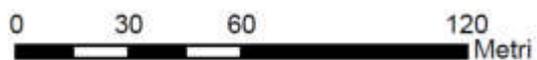


CARTA GEOLOGICA

Scala 1:2.000



Legenda:



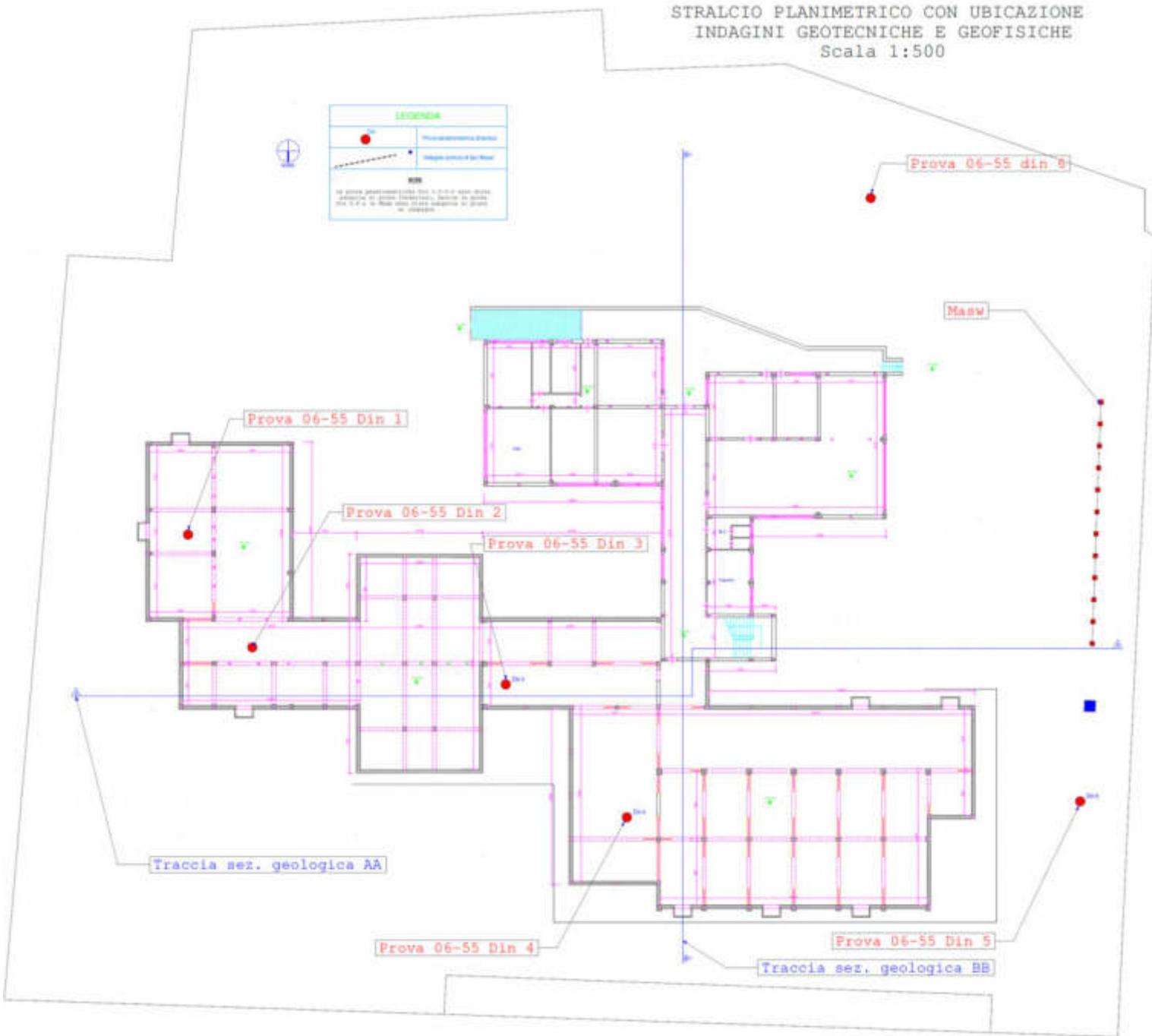
-  Scuola in oggetto.
-  Prove penetrometriche
-  Indagine sismica Masw

Litologie

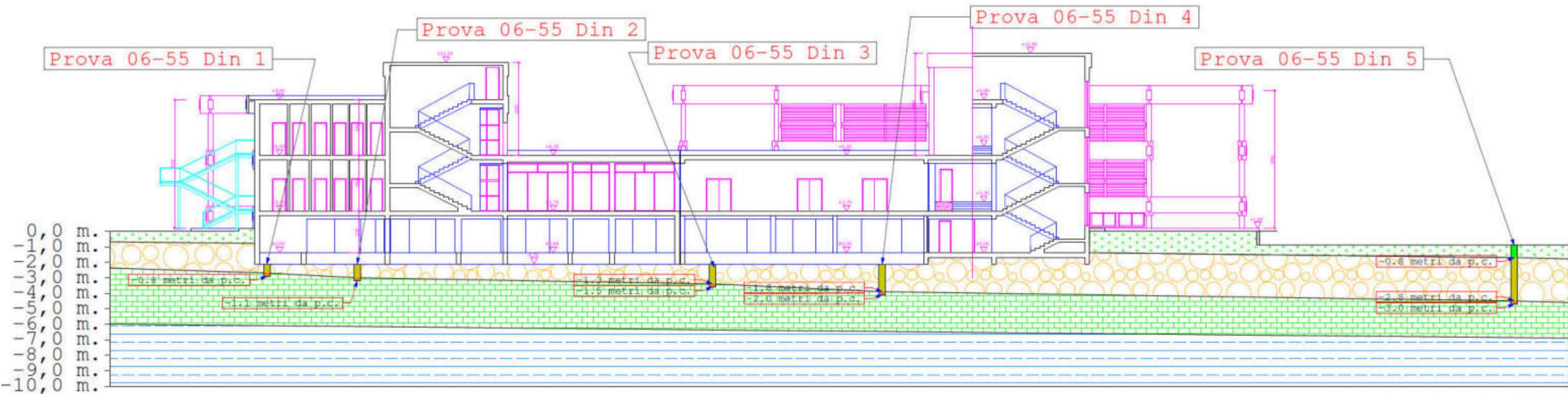
-  Detriti eluvio-colluviali. Recente.
-  Argille marnose, marne argillose e calcari marnosi, Trubi. Pliocene Inferiore.
-  Calcari della Serie Gessosos Solfifera. Messiniano.



STRALCIO PLANIMETRICO CON UBICAZIONE
INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE
Scala 1:500



SEZIONE GEOLOGICA AA



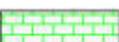
Scala 1:250

SEZIONE GEOLOGICA BB



Scala 1:250

LEGENDA:

-  Suolo agrario. Attuale.
-  Detriti eluviali a componente marnoso tripolacea con inclusi detriti calcarei in matrice limo-sabbiosa. Recente.
-  Marne tripolacee della Serie Gessoso Solififera. Messiniano.
-  Argille della Formazione Cozzo Terravecchia. Tortoniano.

RAPPORTO INDAGINI GEOFISICHE E GEOTECNICHE

La seguente campagna di indagini in situ è stata eseguita con la finalità di accertare le caratteristiche geotecniche e sismiche dell'area su cui ricade la Scuola "M. Rapisardi" sita a Canicatti in Via Rosolino Pilo.

Nello specifico sono state eseguite indagini tendenti ad accertare le velocità di propagazione delle onde S nei vari sismostrati al fine di individuare la categoria di suolo di fondazione ed indagini geotecniche in situ. Tale campagna d'indagine ha presupposto l'esecuzione di un profilo sismico di tipo MASW e di sei prove penetrometriche dinamiche.

INDAGINI GEOFISICHE "metodo d'indagine MASW"

Il metodo MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva) è una tecnica di indagine non invasiva per la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs. Nel suo insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo con le norme tecniche per le costruzioni DM 14 gennaio 2008 (ex DM 14/09/2005) e sua circolare esplicativa (2 febbraio 2009, n. 617-Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"- di cui al D.M. 14 gennaio 2008).

L'analisi dei dati ha consentito di definire i valori del profilo verticale VS ed ottenere una stima del Vs30 alla quota del piano di campagna.

Tale metodica si basa sulla misurazione e interpretazione di tre tipi di onde:

onde superficiali

onde di Rayleigh

onde di Love

(nel dominio del tempo) in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo e la successiva analisi nel dominio della frequenza. Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo (Zywicki, D.J.1999) o in una combinazione di entrambi. Nel metodo attivo, come nel caso in esame, le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo con mazza battente, sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Nel metodo passivo (REMI) lo stendimento dei sensori può essere sia lineare, sia circolare e si misura il rumore ambientale di fondo esistente.

PRINCIPI DEL METODO DI PROVA

Come sopra detto questa metodologia consente di determinare il profilo di velocità delle onde di taglio verticali VS basandosi sulla misura delle onde superficiali. In particolare, quelle con bassi valori di lunghezze d'onda (alte frequenze) interessano gli strati superficiali, mentre quelle a maggior lunghezza d'onda (minore frequenza) interessano anche gli strati più profondi. Le onde di Rayleigh in un semispazio omogeneo sono non dispersive, mentre in presenza di un mezzo stratificato, l'avanzamento di un fronte

d'onda si deforma in rapporto alla velocità di propagazione (nel singolo strato) in funzione della frequenza, quindi differenti frequenze hanno velocità di propagazione diverse (comportamento dispersivo).

La velocità di propagazione delle onde di Rayleigh (V_r) e delle onde di taglio (V_s) sono dipendenti e sono legate dalla relazione (Richart et al. 1970):

$$V_r^6 - 8V_s^2 V_r^4 + (24 - 16V_s^2/V_p^2) V_s^4 V_r^2 + (16V_s^6/V_p^6 - 1) V_s^6 = 0$$

Pertanto, la velocità di propagazione delle onde di Rayleigh (V_r) è leggermente inferiore alla velocità delle onde di taglio (V_s), ovvero secondo Achenbach (1999):

$$V_r = (0.862 + 1.14 \nu / (1 + \nu)) V_s$$

ν = modulo di poisson

che significa che al variare di ν , la V_r è inferiore rispetto alla V_s di un valore compreso tra 0.862 e 0.955 traducendosi nel fatto che misurando la V_r si ottiene la V_s con un errore di calcolo del tutto trascurabile potendosi così scrivere la relazione $V_r = 0.91V_s \pm 0.046$.

ANALISI DEI DATI

L'analisi dei dati è suddivisa in due stadi: la determinazione della "curva di dispersione" (calcolo della velocità di fase) e l'inversione della curva per ottenere un modello 1D velocità/profondità.

CURVA DI DISPERSIONE

La "Curva di dispersione" si ottiene da una analisi spettrale del sismogramma che trasforma il moto misurato, dal dominio "spazio-tempo" al dominio frequenza-numero d'onda" e parallelamente al dominio "velocità di fase-frequenza". Sul diagramma di fig. 1 bisogna ricostruire la curva di dispersione sperimentale interpretando l'andamento delle massime ampiezze del modo fondamentale delle onde di Rayleigh (Ivanov et al., 2001), discriminando le riflessioni indotte da orizzonti più rigidi, riflessioni multiple, onde d'aria e onde guidate (Baker, 1999) che possono provocare gravi errori interpretativi.

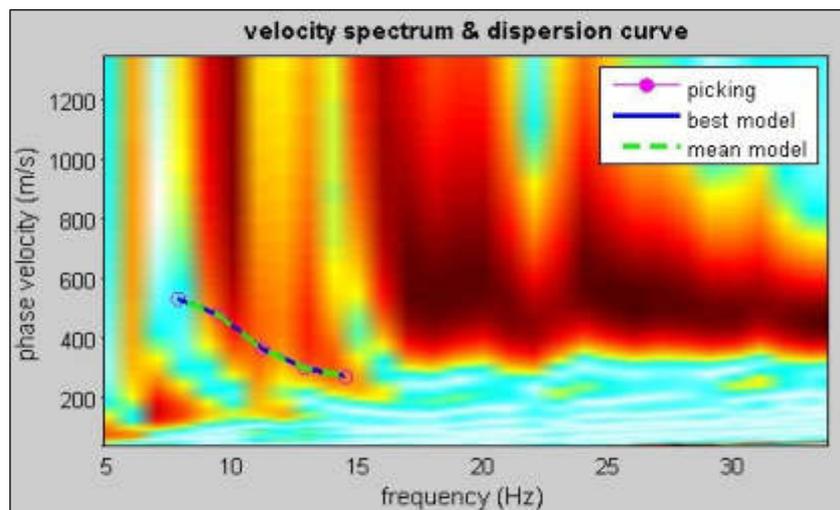


Fig. 1

INVERSIONE DELLA CURVA DI DISPERSIONE

Successivamente al riconoscimento e, quindi, al tracciamento della curva di dispersione, si passa alla ricostruzione della curva di dispersione teorica attraverso la formulazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s . Il modello di inversione verrà vincolato attraverso l'inserimento di un range di possibili spessori, di velocità delle onde V_S e di coefficienti di Poisson (ν). L'ultima fase consiste nella modifica della curva teorica fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo. Il prodotto ottenuto sarà un diagramma che esprimerà valori delle velocità delle onde di taglio (S) associati a spessori e profondità di un mezzo stratificato reale. La profondità d'indagine è direttamente dipendente dalla minima frequenza riconoscibile nella curva di dispersione.

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E GEOMETRIA DELLO STRUMENTO

Per eseguire la prova sono state utilizzate le seguenti attrezzature:

- Sismografo DOLANG modello DBS280 digitale, 24 canali, 24 bit ;
- 12 Trasduttori di velocità del moto del suolo a componente verticale con frequenza propria = 10 Hz (geofoni);
- Sistema di energizzazione costituito da massa battente di 8 kg dotata di starter piezoelettrico e piastra di battuta.

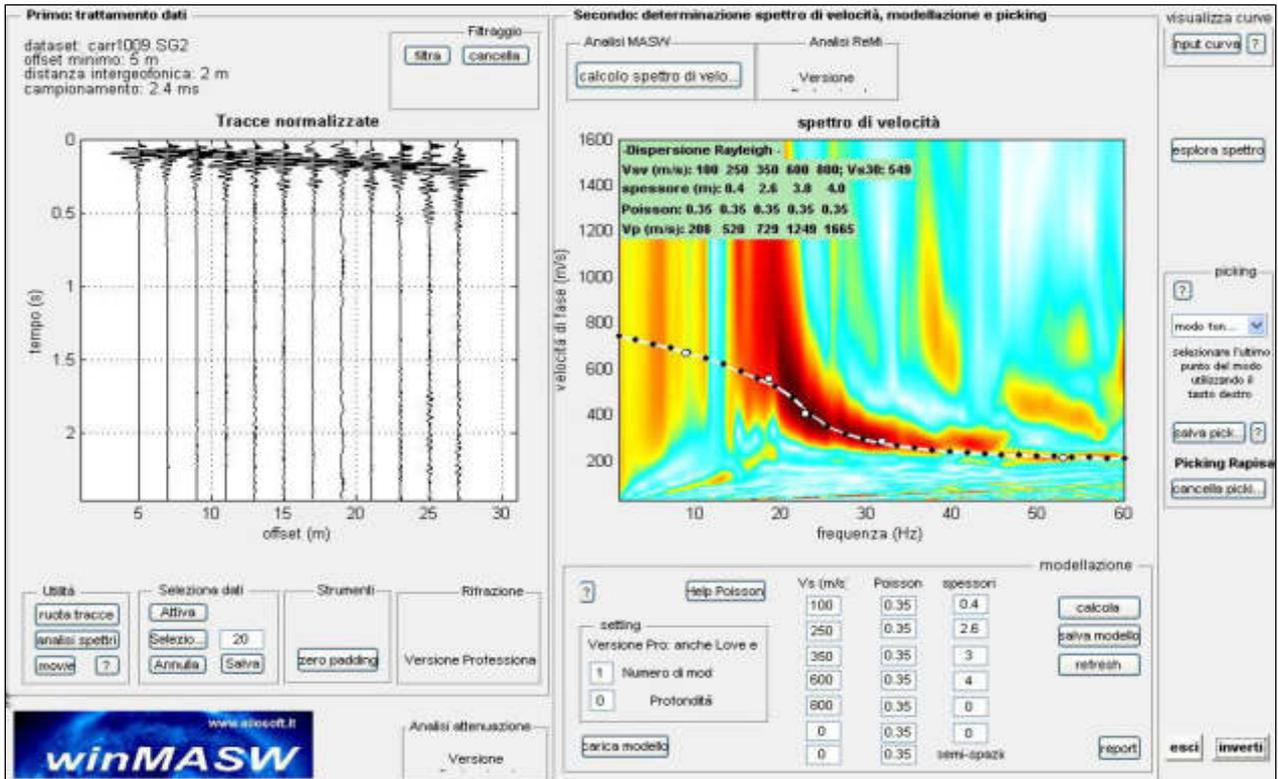
La configurazione spaziale in sito è equivalente ad un dispositivo geometrico punto di scoppio-geofoni "base distante in linea".

In particolare è stato utilizzato il seguente set-up:

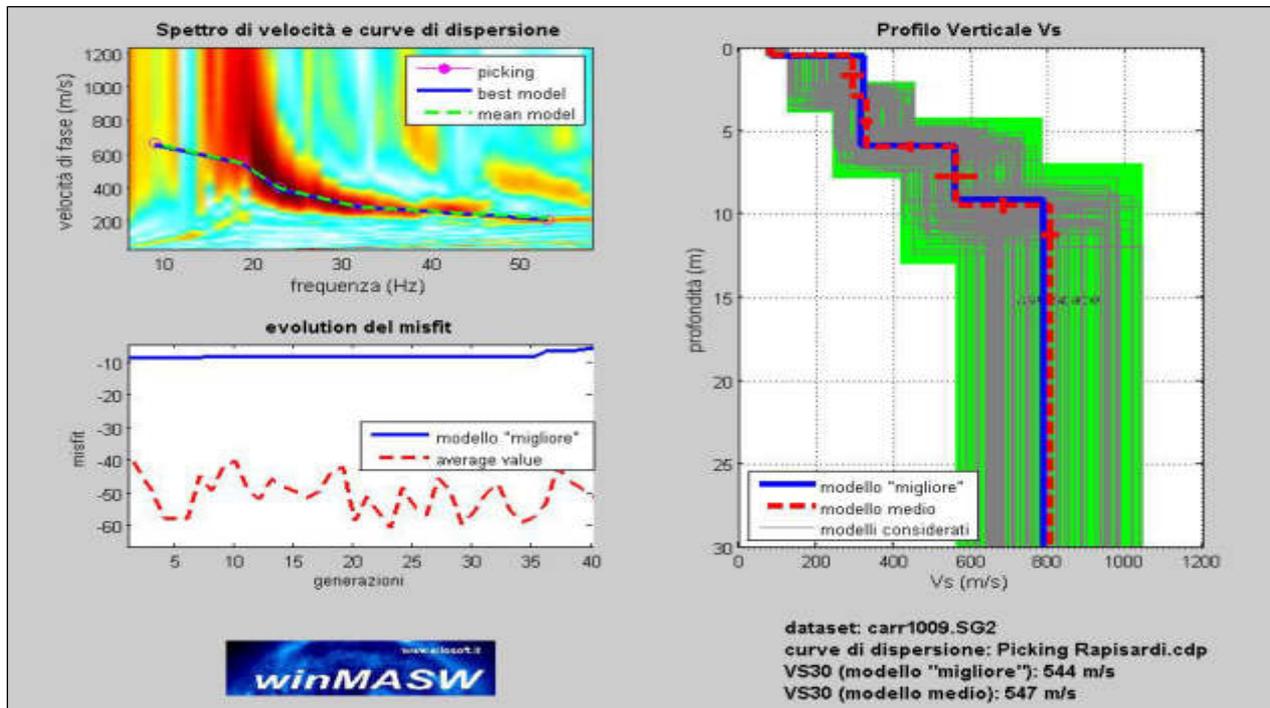
- 12 geofoni con interspazio (G_x) di 2,0 metri;
- n. 1 energizzazioni ad offset (S_x) -5 m;
- passo temporale di campionamento pari a 2,4 msec ;
- tempo di acquisizione 2,42 sec.

ELABORAZIONE DATI

Per l'elaborazione della prova è stato utilizzato il software "WinMASW 4.1 Std" della EliaSoft. I dati MASW sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (V_S).



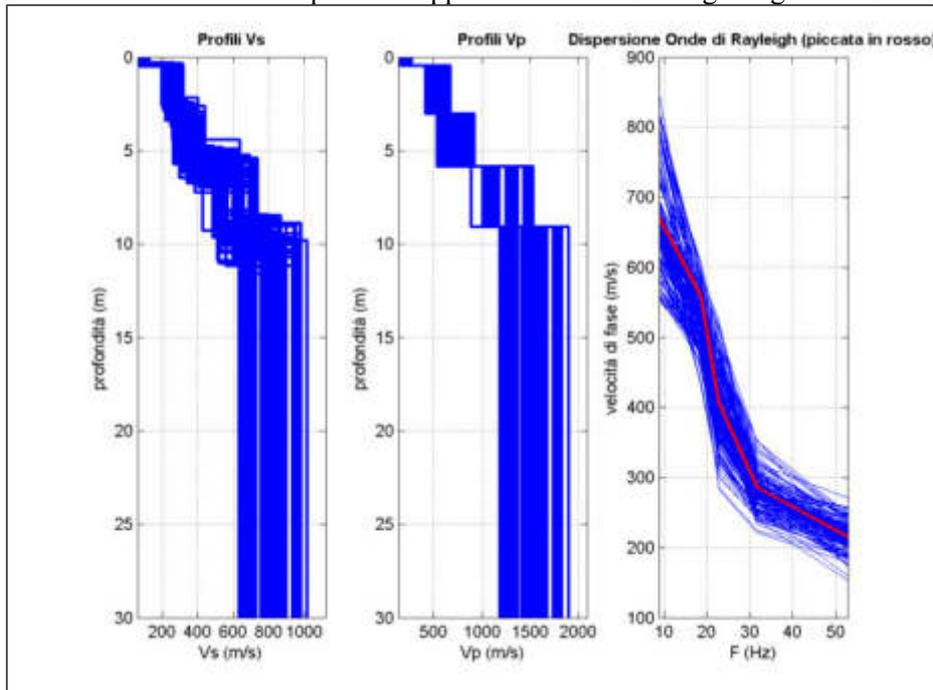
Sulla sinistra i dati di campagna e sulla destra lo spettro di velocità con la curva di dispersione identificata.



Risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi dei dati MASW.

In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione piccate e curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale VS identificato (vedi anche Tabella 1) (modello "migliore" e medio sono tipicamente assolutamente analoghi).

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).



COLONNA SIMOSTRATIGRAFICA

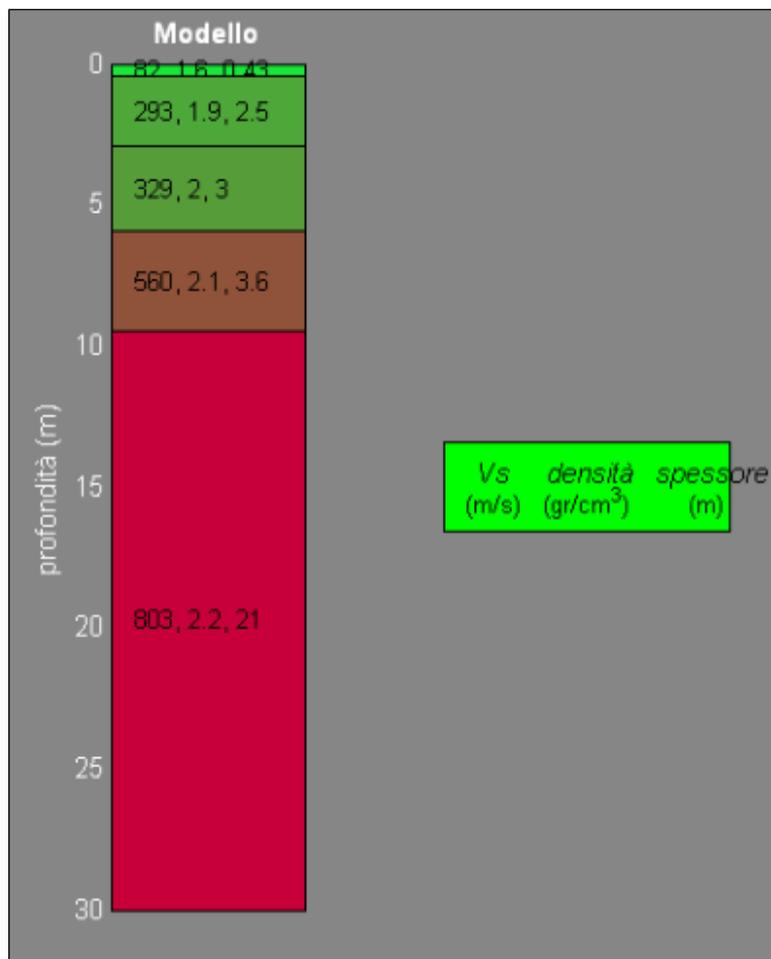


TABELLA 1

Sismostrato (n°)	Profondità in metri dal p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)	Modulo di taglio (Mpa)
1	0,4	0,4	82	11
2	2,9	2,5	293	166
3	5,9	3,0	329	212
4	9,5	3,6	560	656
5	30	semispazio	803	1388

CALCOLO MODULI ELASTICI

Il software "WinMASW 4.1 Std" della [Elisosoft](#) permette di calcolare una serie di moduli elastici a partire dai valori V_p , V_s e densità. Si ricorda che la V_p stimata da analisi MASW non è da considerare reale in quanto calcolata in base al valore del modulo di Poisson impostato manualmente prima del lancio dell'inversione. **L'unico modulo che possiamo considerare attendibile è il modulo di taglio**, mentre tutti gli altri moduli possono essere considerati solo se:

4. In fase di elaborazione vengono inserite le V_p ricavate da altri metodi d'indagine;
5. In fase di elaborazione viene inserito il valore del Modulo di Poisson ricavato da prove di laboratorio.

Modulo di Compressione $\rho V_s^2 (k^2-4/3)$	Modulo di Young $\rho V_s^2 (4-3k^2)/(1-k^2)$	Modulo di Lamè $\rho V_s^2 (k^2-2)$	Modulo di Taglio ρV_s^2
---	---	---	---

RIEPILOGO DATI

Modello medio

V_s (m/s): 82, 293, 329, 560, 803

Spessori (m): 0.4, 2.5, 3.0, 3.6

Tipo di analisi: onde di Rayleigh

Stima approssimativa di V_p , densità e moduli elastici

Stima V_p (m/s): 171, 610, 685, 1166, 1502

Stima densità (gr/cm³): 1.63, 1.93, 1.96, 2.09, 2.15

Stima modulo di Poisson: 0.35, 0.35, 0.35, 0.35, 0.30

Stima modulo di taglio (MPa): 11, 166, 212, 656, 1388

Stima modulo di compressione (MPa): 33, 498, 638, 1969, 3006

Stima modulo di Young (MPa): 30, 448, 573, 1771, 3609

Stima modulo di Lamé (MPa): 26, 388, 496, 1531, 2080

V_{s30} (m/s): 547

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 VS (del modulo di taglio) e di conseguenza del parametro V_{s30} calcolato alla quota del piano di campagna restituendo un valore pari a **547m/s**.

Pertanto in accordo con le norme tecniche per le costruzioni (DM 14/01 2008) il sito in esame rientra nella categoria **B** - *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)*

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA MASW



Appendice

Dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008):

A - *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.*

B - *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).*

C - *Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).*

D - *Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e $cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).*

E - *Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con VS > 800 m/s).*

S1 - *Depositati di terreni caratterizzati da valori di VS30 inferiori 100 m/s (ovvero $10 < cu_{30} < 20$ kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o argille altamente organiche.*

S2 - *Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.*

Studio di Geologia ApplicataDott. Salvatore Lo Verme
Indagini Geofisiche e Geotecniche

Riferimento: 06-55

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : DM-30 (60°)

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : DM-30 (60°)

PESO MASSA BATTENTE	M = 30,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,20 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 13,60 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 35,70 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 10,00 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 2,40 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,10$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(10) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 10 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 6,00 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta t = Q/Qspt = 0,766$ (teoricamente : Nspt = βt N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa \approx 0,1 MPa
 1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
 1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
 1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

Corso Garibaldi n° 304 - 92029 RAVANUSA (AG)

Studio di Geologia Applicata

Dott. Salvatore Lo Verme
Indagini Geofisiche e Geotecniche

Riferimento: 06-55

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 1

- committente :	Comune di Canicatti	- data :	29/12/2017
- lavoro :	Adeguamento e consolidamento Scuola Rapisardi	- quota inizio :	Piano interrato
- località :	Via Pilo - Canicatti	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :		- pagina :	1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,10	5	19,6	1	0,40 - 0,50	15	58,7	1
0,10 - 0,20	9	35,2	1	0,50 - 0,60	8	31,3	1
0,20 - 0,30	37	144,8	1	0,60 - 0,70	57	223,0	1
0,30 - 0,40	20	78,3	1	0,70 - 0,80	113	442,2	1

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**

- M (massa battente) = **30,00 kg** - H (altezza caduta) = **0,20 m** - A (area punta) = **10,00 cm²** - D (diam. punta) = **35,70 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(10) [$\delta = 10^{-2}$ cm] - Uso investimento / tanghi iniezione : **SI**

Studio di Geologia Applicata

Dott. Salvatore Lo Verme

Indagini Geofisiche e Geotecniche

Riferimento: 06-55

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 2

- committente :	Comune di Canicattì	- data :	29/12/2017
- lavoro :	Adeguamento e consolidamento Scuola Rapisardi	- quota inizio :	Piano interrato
- località :	Via Pilo - Canicattì	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :		- pagina :	1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,10	2	7,8	1	0,60 - 0,70	4	15,7	1
0,10 - 0,20	3	11,7	1	0,70 - 0,80	7	27,4	1
0,20 - 0,30	8	31,3	1	0,80 - 0,90	8	29,8	2
0,30 - 0,40	6	23,5	1	0,90 - 1,00	49	182,2	2
0,40 - 0,50	3	11,7	1	1,00 - 1,10	105	390,5	2
0,50 - 0,60	3	11,7	1				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**

- M (massa battente)= **30,00 kg** - H (altezza caduta)= **0,20 m** - A (area punta)= **10,00 cm²** - D(diam. punta)= **35,70 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(10) [$\delta = 10^{-2} \text{ cm}$] - Uso rivestimento / tanghi iniezione : **NO**

Studio di Geologia Applicata

Dott. Salvatore Lo Verme

Indagini Geofisiche e Geotecniche

Riferimento: 06-55

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 3

- committente :	Comune di Canicatti	- data :	29/12/2017
- lavoro :	Adeguamento e consolidamento Scuola Rapisardi	- quota inizio :	Piano interrato
- località :	Via Pilo - Canicatti	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :		- pagina :	1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,10	7	27,4	1	0,80 - 0,90	17	63,2	2
0,10 - 0,20	16	62,6	1	0,90 - 1,00	9	33,5	2
0,20 - 0,30	14	54,8	1	1,00 - 1,10	7	26,0	2
0,30 - 0,40	26	101,7	1	1,10 - 1,20	10	37,2	2
0,40 - 0,50	33	129,1	1	1,20 - 1,30	10	37,2	2
0,50 - 0,60	13	50,9	1	1,30 - 1,40	40	148,8	2
0,60 - 0,70	17	66,5	1	1,40 - 1,50	110	409,1	2
0,70 - 0,80	45	176,1	1				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**

- M (massa battente)= **30,00 kg** - H (altezza caduta)= **0,20 m** - A (area punta)= **10,00 cm²** - D (diam. punta)= **35,70 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(10) [$\delta = 10^{-6}$ cm] - Uso rivestimento / Tanghi iniezione : **NO**

Studio di Geologia Applicata

Dott. Salvatore Lo Verme
Indagini Geofisiche e Geotecniche

Riferimento: 06-55

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 4

- committente :	Comune di Canicatti	- data :	29/12/2017
- lavoro :	Adeguamento e consolidamento Scuola Rapisardi	- quota inizio :	Piano interrato
- località :	Via Pilo - Canicatti	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :		- pagina :	1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,10	8	31,3	1	1,00 - 1,10	11	40,9	2
0,10 - 0,20	8	31,3	1	1,10 - 1,20	17	63,2	2
0,20 - 0,30	10	39,1	1	1,20 - 1,30	15	55,8	2
0,30 - 0,40	9	35,2	1	1,30 - 1,40	10	37,2	2
0,40 - 0,50	7	27,4	1	1,40 - 1,50	9	33,5	2
0,50 - 0,60	5	19,6	1	1,50 - 1,60	16	59,5	2
0,60 - 0,70	12	47,0	1	1,60 - 1,70	18	66,9	2
0,70 - 0,80	12	47,0	1	1,70 - 1,80	16	59,5	2
0,80 - 0,90	10	37,2	2	1,80 - 1,90	30	106,3	3
0,90 - 1,00	12	44,6	2	1,90 - 2,00	110	389,8	3

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**

- M (massa battente) = **30,00 kg** - H (altezza caduta) = **0,20 m** - A (area punta) = **10,00 cm²** - D (diam. punta) = **35,70 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(10) [$\delta = 10^{-4} \text{ cm}$] - Corso Garibaldi n° 304 - 92029 RAVANUSA (AG) - Uso Investimento / Tanghi iniezione : **NO**

Studio di Geologia Applicata

Dott. Salvatore Lo Verme

Indagini Geofisiche e Geotecniche

Riferimento: 06-55

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA****DIN 5**

- committente :	Comune di Canicatti	- data :	29/12/2017
- lavoro :	Adeguamento e consolidamento Scuola Rapisardi	- quota inizio :	+1,2 metri da P4
- località :	Via Pilo - Canicatti	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :		- pagina :	1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,10	3	11,7	1	1,60 - 1,70	17	63,2	2
0,10 - 0,20	3	11,7	1	1,70 - 1,80	17	63,2	2
0,20 - 0,30	3	11,7	1	1,80 - 1,90	13	46,1	3
0,30 - 0,40	5	19,6	1	1,90 - 2,00	16	56,7	3
0,40 - 0,50	4	15,7	1	2,00 - 2,10	40	141,7	3
0,50 - 0,60	4	15,7	1	2,10 - 2,20	28	99,2	3
0,60 - 0,70	7	27,4	1	2,20 - 2,30	35	124,0	3
0,70 - 0,80	9	35,2	1	2,30 - 2,40	25	88,6	3
0,80 - 0,90	44	163,6	2	2,40 - 2,50	17	60,2	3
0,90 - 1,00	17	63,2	2	2,50 - 2,60	20	70,9	3
1,00 - 1,10	18	66,9	2	2,60 - 2,70	16	56,7	3
1,10 - 1,20	17	63,2	2	2,70 - 2,80	28	99,2	3
1,20 - 1,30	18	66,9	2	2,80 - 2,90	36	121,8	4
1,30 - 1,40	17	63,2	2	2,90 - 3,00	98	331,6	4
1,40 - 1,50	19	70,7	2	3,00 - 3,10	38	128,6	4
1,50 - 1,60	18	66,9	2	3,10 - 3,20	110	372,2	4

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**- M (massa battente)= **30,00 kg** - H (altezza caduta)= **0,20 m** - A (area punta)= **10,00 cm²** - D(diam. punta)= **35,70 mm**- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [$\delta = 10^{-4}$ cm] - Uso rivestimento / tanghi iniezione : **NO**

Studio di Geologia Applicata

Dott. Salvatore Lo Verme

Indagini Geofisiche e Geotecniche

Riferimento: 06-55

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 6

- committente :	Comune di Canicatti	- data :	29/12/2017
- lavoro :	Adeguamento e consolidamento Scuola Rapisardi	- quota inizio :	+1,6 metri da P4
- località :	Via Pilo - Canicatti	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :		- pagina :	1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,10	3	11,7	1	0,30 - 0,40	21	82,2	1
0,10 - 0,20	5	19,6	1	0,40 - 0,50	70	273,9	1
0,20 - 0,30	15	58,7	1	0,50 - 0,60	110	430,4	1

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**

- **M (massa battente) = 30,00 kg** - **H (altezza caduta) = 0,20 m** - **A (area punta) = 10,00 cm²** - **D (diam. punta) = 35,70 mm**

- Numero Colpi Punta **N = N(10)** [$\delta = 10^{-4}$ cm] - **Uso rivestimento / tanghi iniezione : NO**

Studio di Geologia Applicata

Dott. Salvatore Lo Verme

Indagini Geofisiche e Geotecniche

Riferimento: 06-55

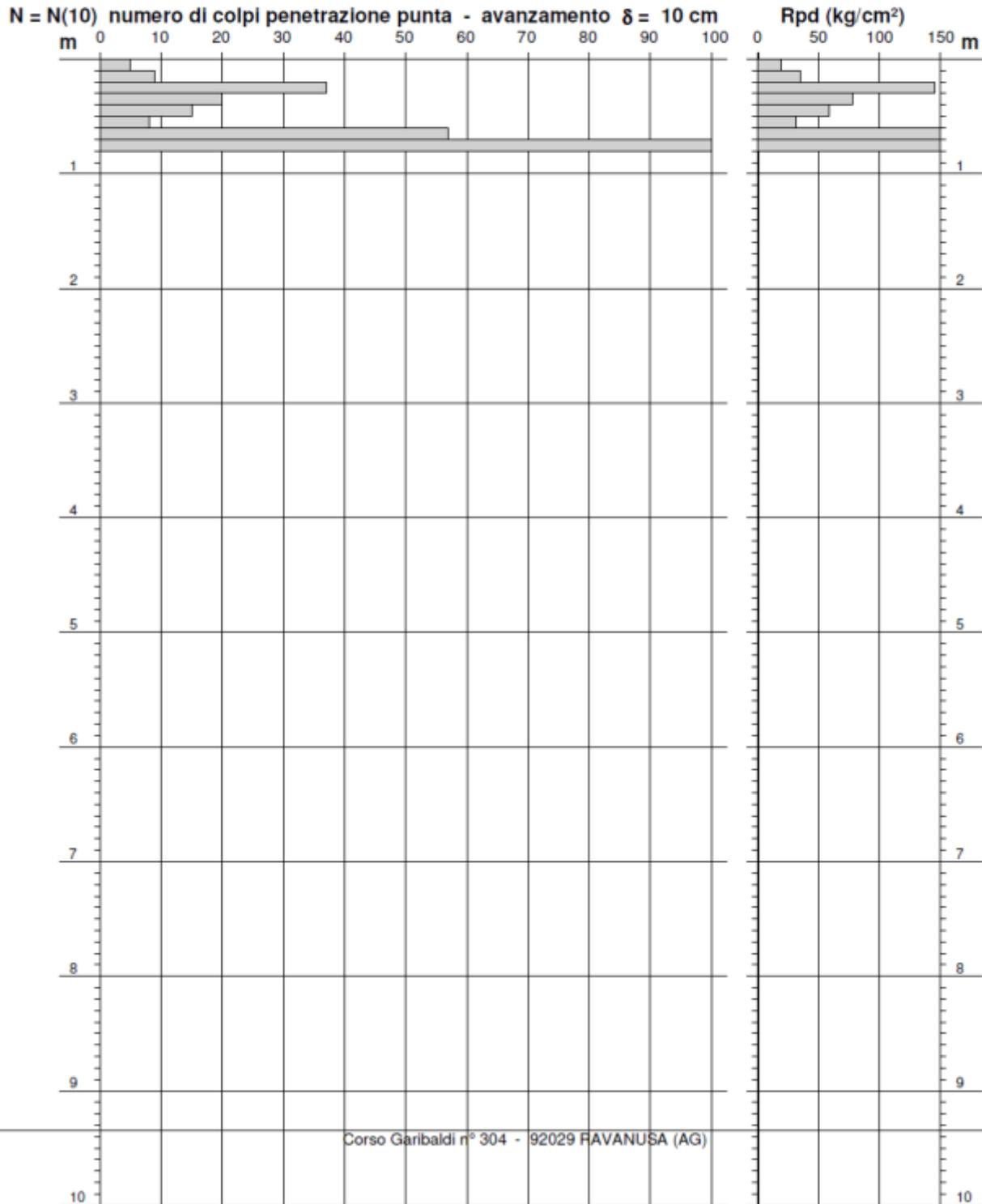
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 1

Scala 1: 50

- committente : Comune di Canicatti
- lavoro : Adeguamento e consolidamento Scuola Rapisardi
- località : Via Pilo - Canicatti
- note :

- data : 29/12/2017
- quota inizio : Piano interrato
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1



Studio di Geologia Applicata

Dott. Salvatore Lo Verme
Indagini Geofisiche e Geotecniche

Riferimento: 06-55

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 2

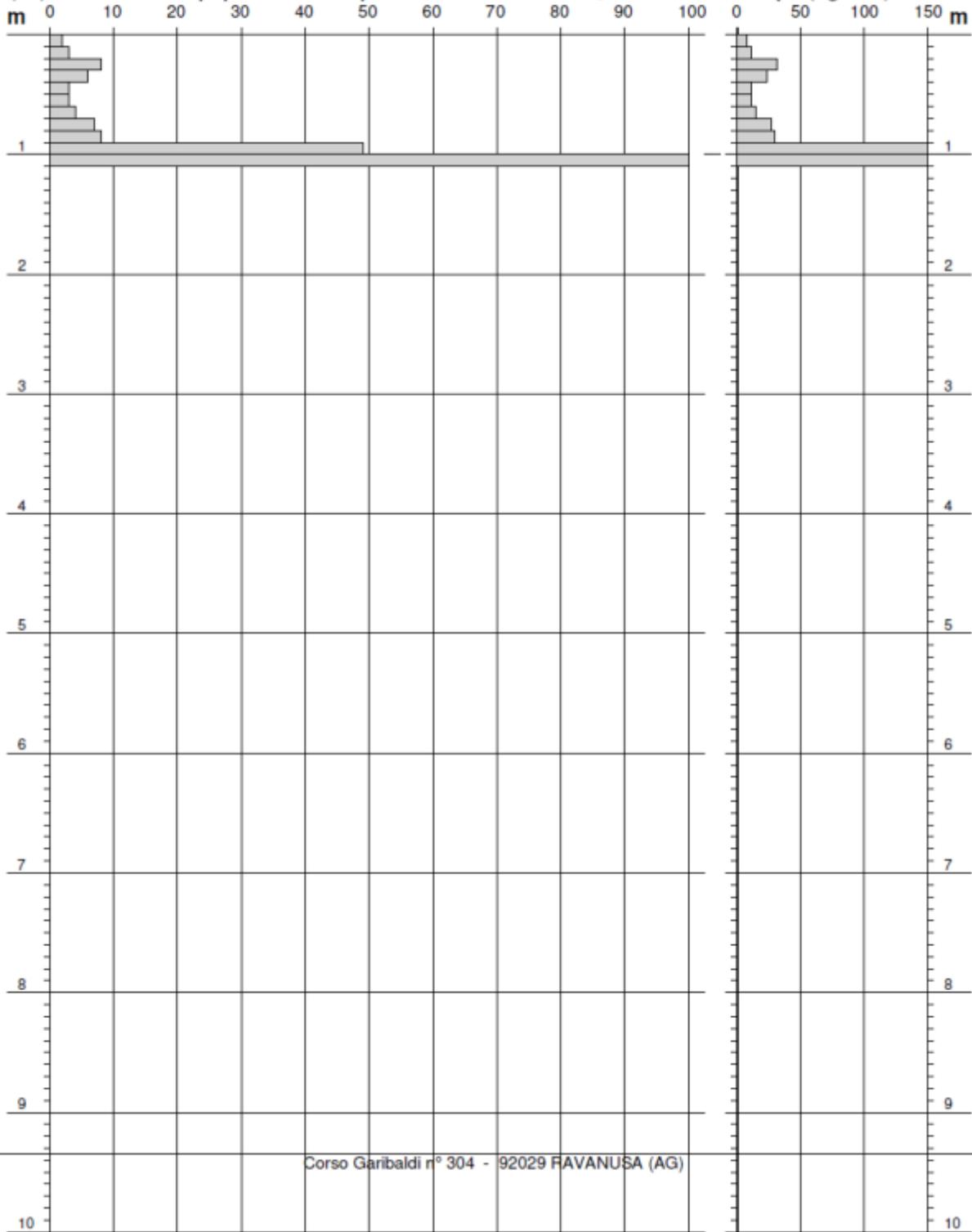
Scala 1: 50

- committente : Comune di Canicatti
- lavoro : Adeguamento e consolidamento Scuola Rapisardi
- località : Via Pilo - Canicatti
- note :

- data : 29/12/2017
- quota inizio : Piano interrato
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 10$ cm

Rpd (kg/cm²)



Studio di Geologia Applicata

Dott. Salvatore Lo Verme
Indagini Geofisiche e Geotecniche

Riferimento: 06-55

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 3

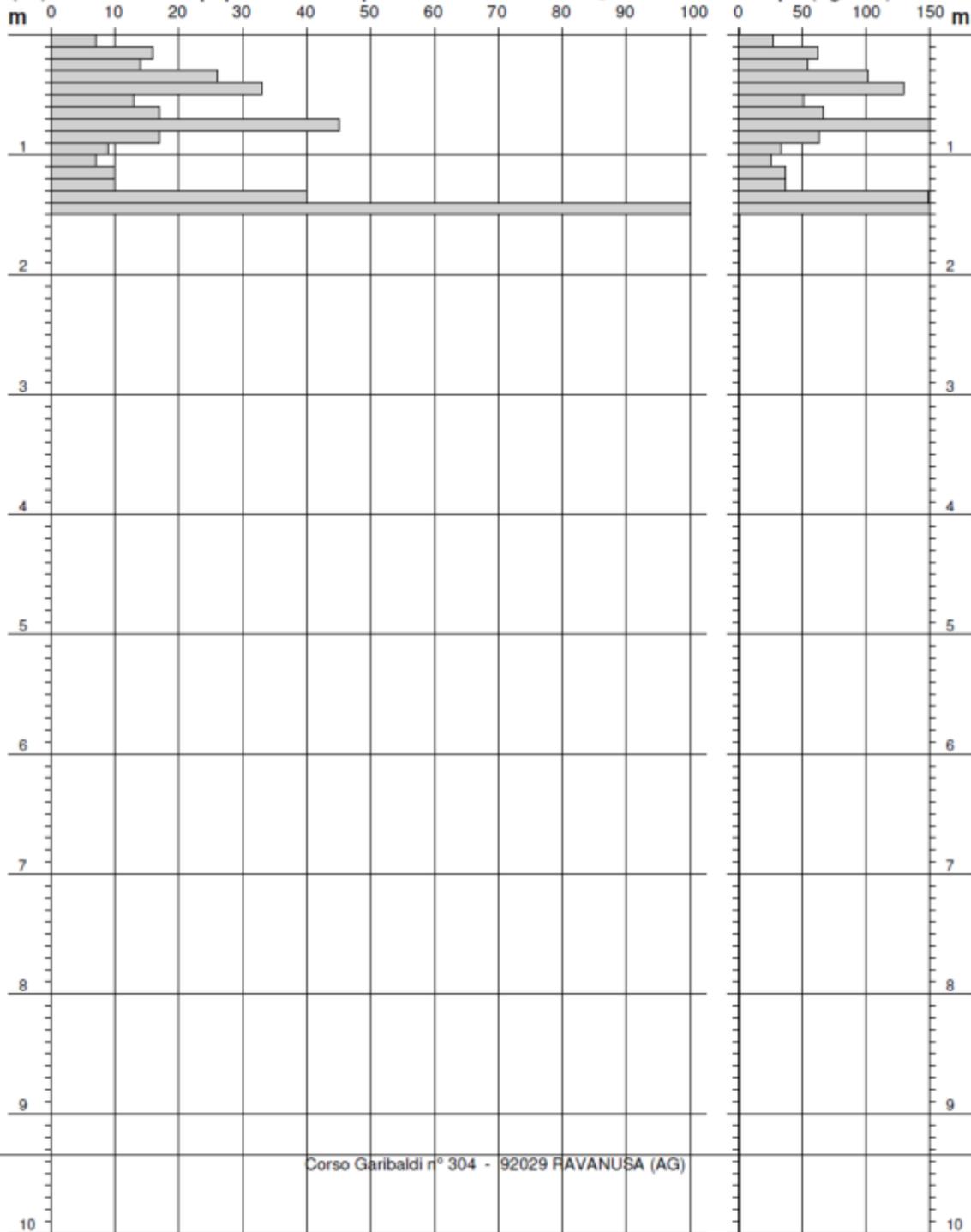
Scala 1: 50

- committente : Comune di Canicatti
- lavoro : Adeguamento e consolidamento Scuola Rapisardi
- località : Via Pilo - Canicatti
- note :

- data : 29/12/2017
- quota inizio : Piano interrato
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 10$ cm

Rpd (kg/cm²)



Corso Garibaldi n° 304 - 92029 FAVANUSA (AG)

Studio di Geologia Applicata

Dott. Salvatore Lo Verme

Indagini Geofisiche e Geotecniche

Riferimento: 06-55

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 4

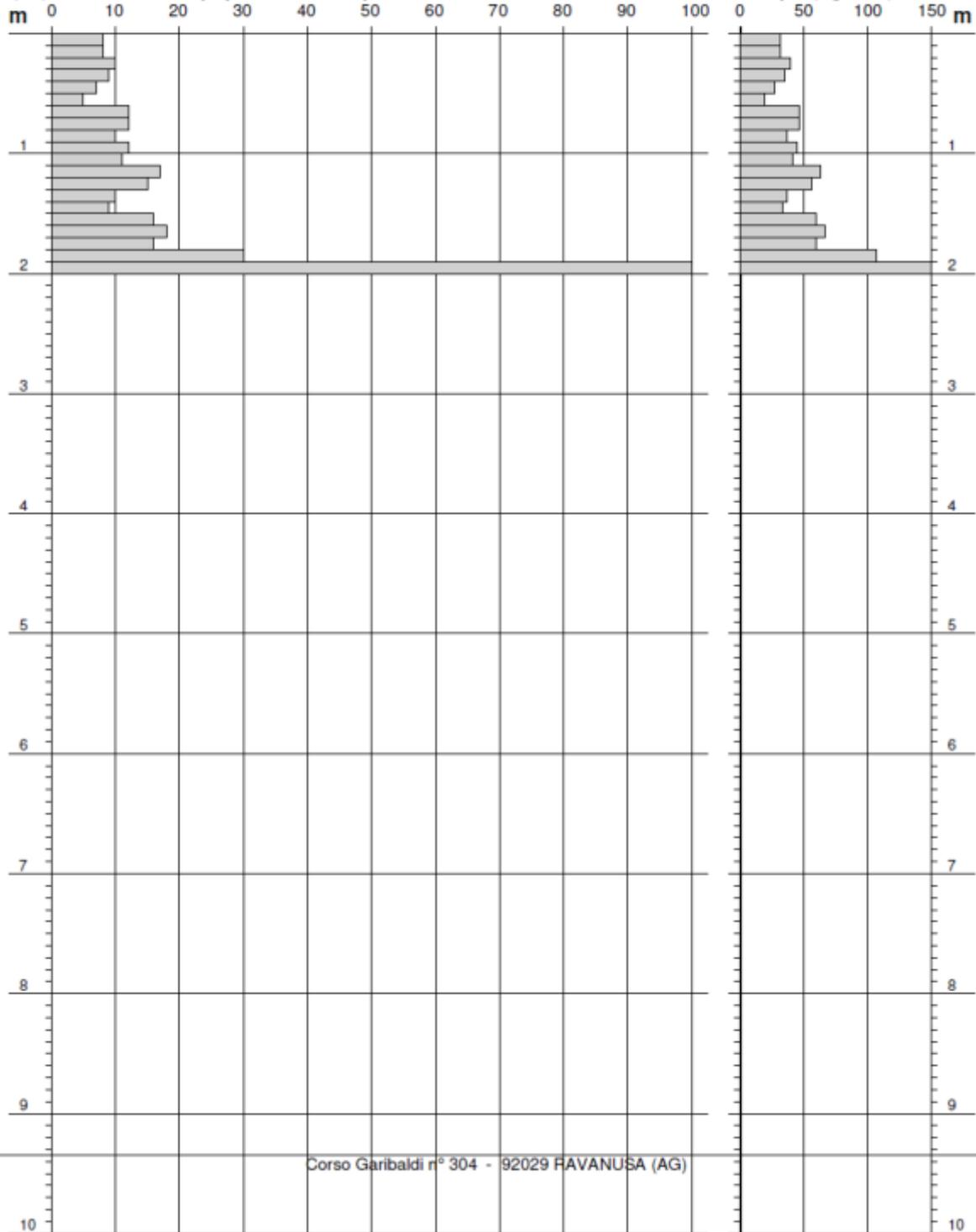
Scala 1: 50

- committente : Comune di Canicatti
- lavoro : Adeguamento e consolidamento Scuola Rapisardi
- località : Via Pilo - Canicatti
- note :

- data : 29/12/2017
- quota inizio : Piano interrato
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 10$ cm

Rpd (kg/cm²)



Studio di Geologia Applicata

Dott. Salvatore Lo Verme
Indagini Geofisiche e Geotecniche

Riferimento: 06-55

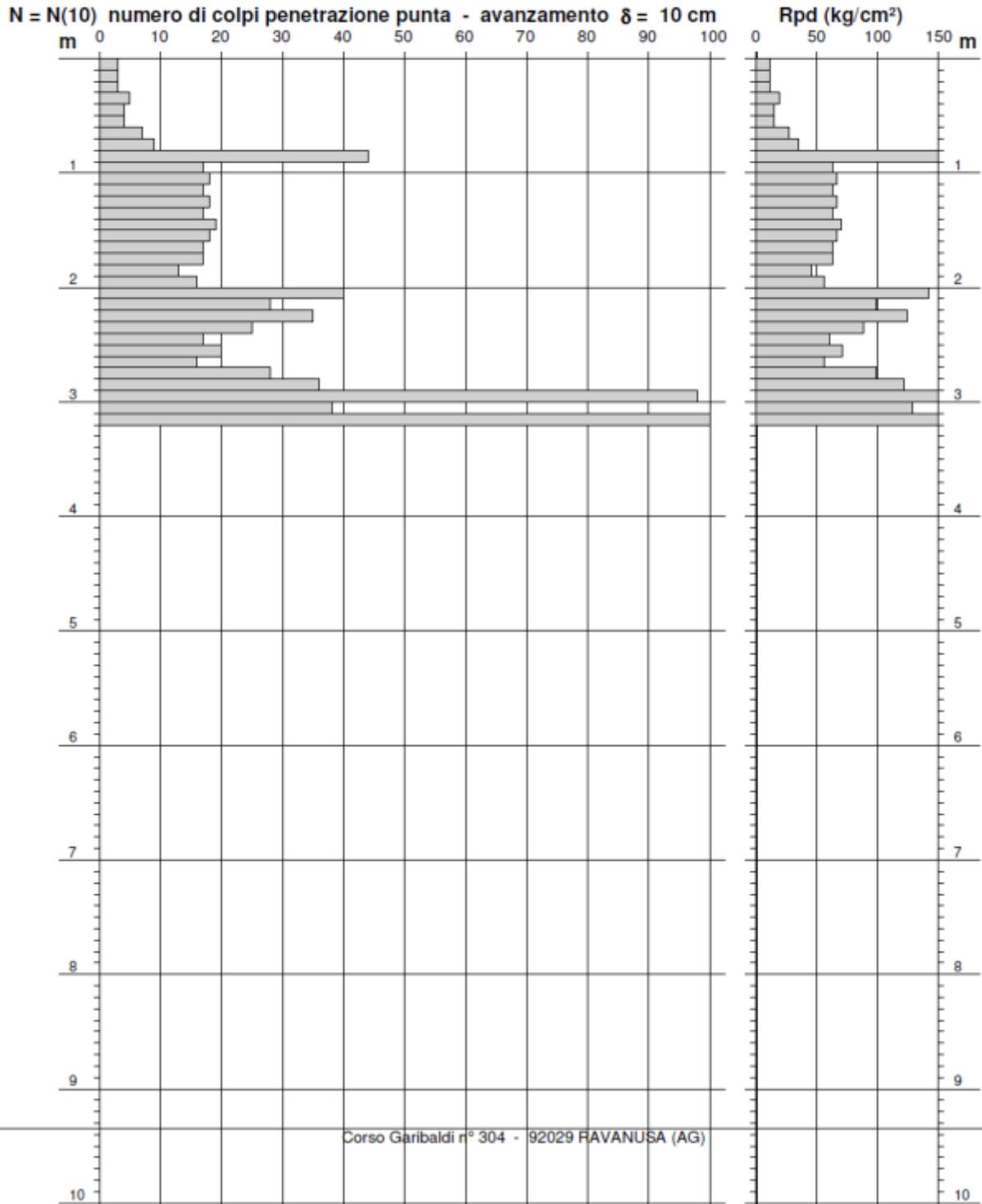
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 5

Scala 1: 50

- committente : Comune di Canicatti
- lavoro : Adeguamento e consolidamento Scuola Rapisardi
- località : Via Pilo - Canicatti
- note :

- data : 29/12/2017
- quota inizio : +1,2 metri da P4
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1



Studio di Geologia Applicata

Dott. Salvatore Lo Verme

Indagini Geofisiche e Geotecniche

Riferimento: 06-55

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIN 6

DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

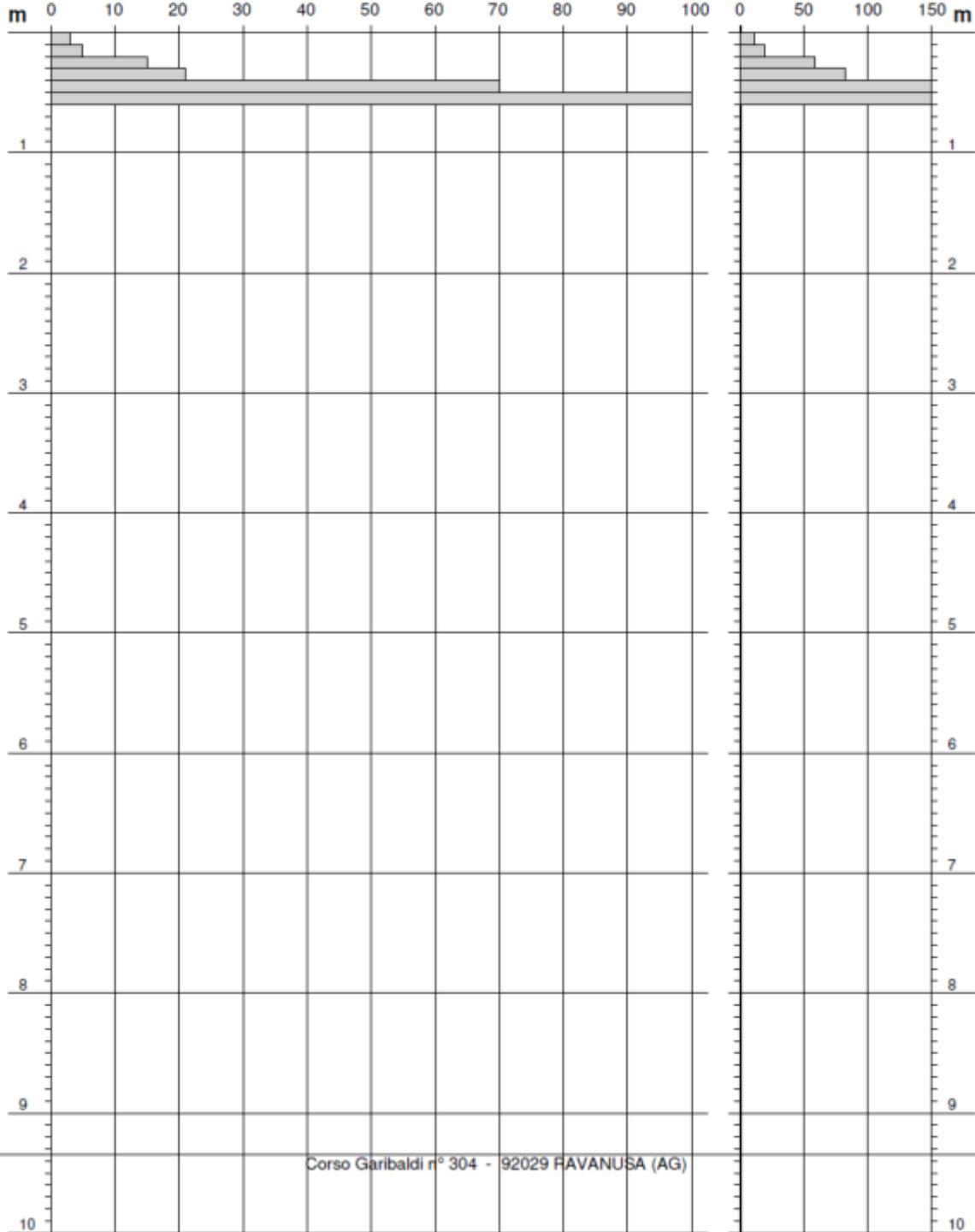
Scala 1: 50

- committente : Comune di Canicatti
 - lavoro : Adeguamento e consolidamento Scuola Rapisardi
 - località : Via Pilo - Canicatti
 - note :

- data : 29/12/2017
 - quota inizio : +1,6 metri da P4
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 10$ cm

Rpd (kg/cm²)



Corso Garibaldi n° 304 - 92029 FAVANUSA (AG)

Studio di Geologia ApplicataDott. Salvatore Lo Verme
Indagini Geofisiche e Geotecniche

Riferimento: 06-55

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA****DIN 1**

- committente : Comune di Canicattì
 - lavoro : Adeguamento e consolidamento Scuola Rapisardi
 - località : Via Pilo - Canicattì
 - note :

- data : 29/12/2017
 - quota inizio : Piano cantinato
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\text{min})$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,60	N	15,7	5	37	10,3	11,8	3,9	27,4	16	0,77	12
		Rpd	61,3	20	145	40,4	46,0	15,3	107,3	63		
2	0,60 0,80	N	85,0	57	113	71,0	---	---	---	85	0,77	65
		Rpd	332,6	223	442	277,8	---	---	---	333		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**DIN 1**

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	σ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 0.60		12	38.0	30.6	284	1.94	1.52	0.75	1.92	31	0.842
2	0.60 0.80		65	90.6	43.3	692	2.18	1.90	4.06	2.57	03	0.086

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa σ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

Studio di Geologia ApplicataDott. Salvatore Lo Verme
Indagini Geofisiche e Geotecniche

Riferimento: 06-55

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA****DIN 2**

- committente : Comune di Canicatti
 - lavoro : Adeguamento e consolidamento Scuola Rapisardi
 - località : Via Pilo - Canicatti
 - note :

- data : 29/12/2017
 - quota inizio : Piano cantinato
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,90	N	4,9	2	8	3,4	2,4	2,5	7,3	5	0,77	4
		Rpd	19,0	8	31	13,4	9,0	9,9	28,0			
2	0,90 1,10	N	77,0	49	105	63,0	---	---	---	77	0,77	59
		Rpd	286,4	182	391	234,3	---	---	---			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**DIN 2**

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	σ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 0.90		4	15.0	27.6	222	1.87	1.39	0.25	1.80	42	1.125
2	0.90 1.10		59	88.4	42.4	646	2.17	1.88	3.69	2.49	05	0.139

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa σ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

Studio di Geologia Applicata

Dott. Salvatore Lo Verme

Indagini Geofisiche e Geotecniche

Riferimento: 06-55

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA****DIN 3**

- committente : Comune di Canicatti
 - lavoro : Adeguamento e consolidamento Scuola Rapisardi
 - località : Via Pilo - Canicatti
 - note :

- data : 29/12/2017
 - quota inizio : Piano cantinato
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,30	N	17,2	7	45	12,1	11,2	6,0	28,4	17	0,77	13
		Rpd	66,6	26	176	46,3	44,3	22,3	110,9	66		
2	1,30 1,50	N	75,0	40	110	57,5	----	----	----	75	0,77	57
		Rpd	278,9	149	409	213,8	----	----	----	279		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**DIN 3**

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0,00 1,30		13	39.5	30.9	292	1.95	1.53	0.81	1.93	30	0.818
				87.6	42.1	631	2.17	1.87	3.56	2.47	06	0.158
2	1,30 1,50		57									

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

Studio di Geologia Applicata

Dott. Salvatore Lo Verme

Indagini Geofisiche e Geotecniche

Riferimento: 06-55

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA****DIN 4**

- committente : Comune di Canicatti
 - lavoro : Adeguamento e consolidamento Scuola Rapisardi
 - località : Via Pilo - Canicatti
 - note :

- data : 29/12/2017
 - quota inizio : Piano interrato
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00	1,80	N	11,4	5	18	8,2	3,7	7,7	15,1	11	0,77	8
			Rpd	43,1	20	67	31,3	13,3	29,8	56,5	42		
2	1,80	2,00	N	70,0	30	110	50,0	---	---	---	70	0,77	54
			Rpd	248,0	106	390	177,2	---	---	---	248		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**DIN 4**

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.80		8	28.3	29.2	253	1.91	1.46	0.50	1.87	35	0.945
2	1.80	2.00		54	86.5	41.6	608	2.16	1.86	3.38	2.43	07	0.187

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

Studio di Geologia Applicata

Dott. Salvatore Lo Verme

Indagini Geofisiche e Geotecniche

Riferimento: 06-55

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA****DIN 5**

- committente : Comune di Canicatti
 - lavoro : Adeguamento e consolidamento Scuola Rapisardi
 - località : Via Pilo - Canicatti
 - note :
 - data : 29/12/2017
 - quota inizio : +1,2 metri da P4
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,80	N	4,8	3	9	3,9	2,2	2,6	6,9	5	0,77	4
		Rpd	18,6	12	35	15,2	8,6	10,0	27,1			
2	0,80 2,80	N	22,0	13	44	17,5	8,7	13,3	30,7	22	0,77	17
		Rpd	79,7	46	164	62,9	31,0	48,7	110,7			
3	2,80 3,20	N	70,5	36	110	53,3	----	----	----	70	0,77	54
		Rpd	238,5	122	372	180,2	----	----	----			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**DIN 5**

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	σ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 0.80		4	15.0	27.6	222	1.87	1.39	0.25	1.80	42	1.125
2	0.80 2.80		17	45.5	32.1	322	1.97	1.56	1.06	1.98	27	0.729
3	2.80 3.20		54	86.5	41.6	608	2.16	1.86	3.38	2.43	07	0.187

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa σ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

Studio di Geologia Applicata

Dott. Salvatore Lo Verme

Indagini Geofisiche e Geotecniche

Riferimento: 06-55

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA****DIN 6**

- committente :	Comune di Canicatti	- data :	29/12/2017
- lavoro :	Adeguamento e consolidamento Scuola Rapisardi	- quota inizio :	+1,6 metri da P4
- località :	Via Pilo - Canicatti	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :		- pagina :	1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,40	N	11,0	3	21	7,0	---	---	---	11	0,77	8
		Rpd	43,0	12	82	27,4	---	---	---			
2	0,40 0,60	N	90,0	70	110	80,0	---	---	---	90	0,77	69
		Rpd	352,2	274	430	313,0	---	---	---			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm^2)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**DIN 6**

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	σ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 0.40		8	28.3	29.2	253	1.91	1.46	0.50	1.87	35	0.945
2	0.40 0.60		69	92.1	43.9	723	2.19	1.91	4.31	2.61	02	0.054

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa σ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm^2) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm^2) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m^3) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

AEROFOTOGRAMMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI



LEGENDA:

- Ubicazione stendimento Masw
- Ubicazione prove penetrometriche
- Ubicazione sondaggi eseguiti dal Geol. G. Carlino

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Prova con Riferimento 06-55 Din 1



Prova con Riferimento 06-55 Din 2



Prova con Riferimento 06-55 Din 3



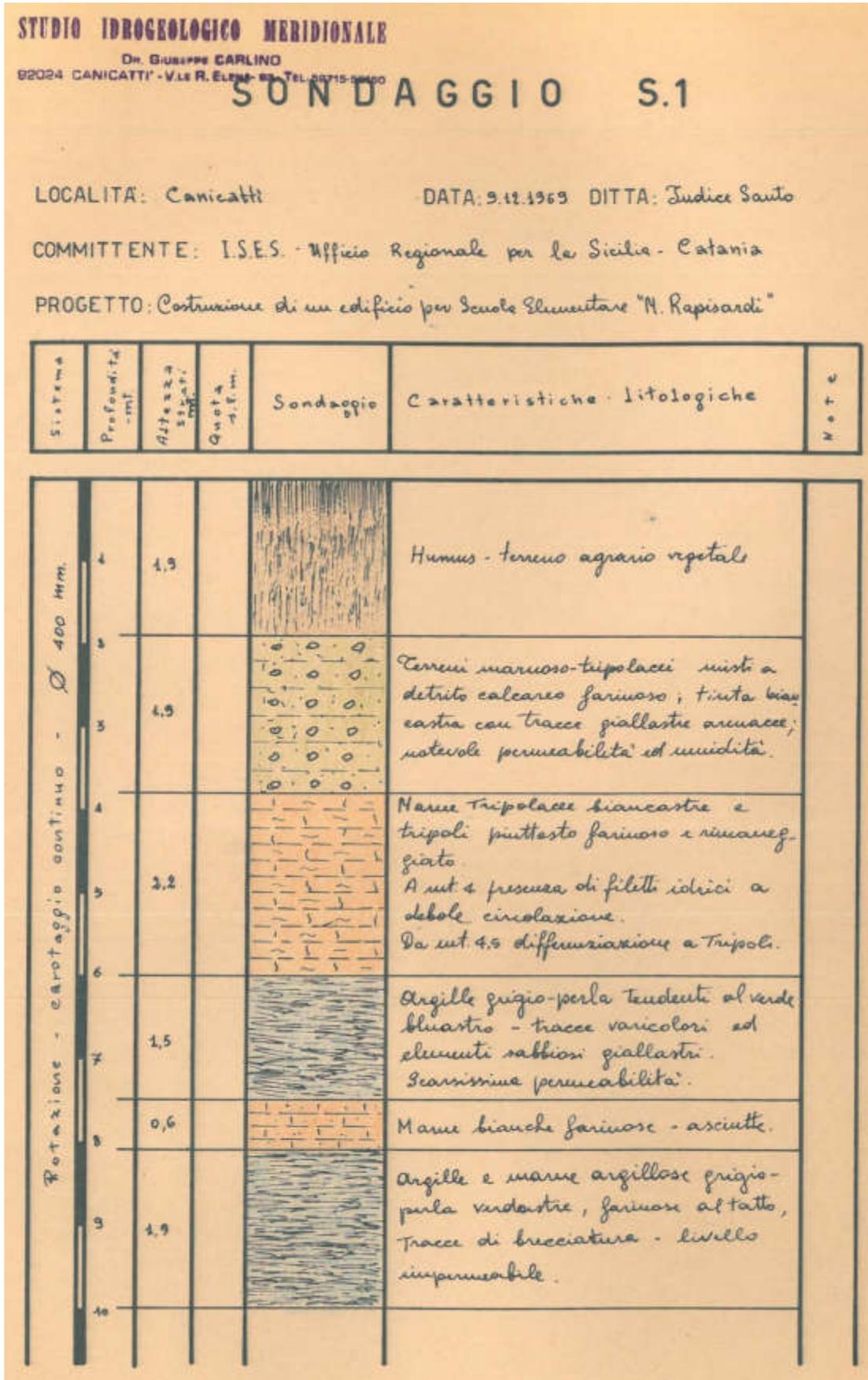
Prova con Riferimento 06-55 Din 4



Prova con Riferimento 06-55 Din 5



Prova con Riferimento 06-55 Din 6



SONDAGGIO S.2

LOCALITA': Canicatti

DATA: 9.12.1968 DITTA: Giudice Sauto

COMMITTENTE: I.S.E.S. - Ufficio Regionale per la Sicilia - Catania

PROGETTO: Costruzione di un edificio per Scuola Elementare "M. Rapisardi"

Sistema	Profondità -m-	Altezza strati -m-	Quota -s.l.m.-	Sondaggio	Caratteristiche litologiche	Note
Rotazione - carotaggio continuo - Ø 400 mm	1	2,0			Humus - terreno agrario-vegetale	
	3	1,6			Terreni maruoso-tripolacei con detrito calcareo ed elementi sabbiosi. Scarsissima coerenza e notevole umidità.	
	4	2,8			Marne Tripolacee bioclaste farinose, poco coerenti. Verso i mt. 4 notevole umidità e tracce d'acqua. Tendenza a diventare in profondità Tripoli.	
	6	1,1			Argille grigio-perla bluastre ± verdastre miste a marne Tripolacee.	
	7	0,6			Marne bianche tripolacee molto farinose e facilmente sfaldabili.	
	8	2,5			Argille grigio-perla bluastre come nel Sondaggio 11.1	
	9					
	10					

