



COMUNE DI PALERMO
Area Tecnica della Riqualificazione Urbana
e delle Infrastrutture
Ufficio Edilizia Pubblica, Cantiere Comunale e Autoparco
Progetto Definitivo

Piscina Comunale Scoperta
Progetto per la realizzazione della tribuna e servizi annessi

PRIMO STRALCIO FUNZIONALE

ADEGUATO AL PARERE CONI
POS. :CIS-2014-0015 DEL 18/04/2014

Coordinatore della Progettazione: Arch. Rosalia Collura

Gruppo di Progettazione:

Arch. Francesco La Cerva, Arch. Bruno Cirrito, Ing. Giuseppe Letizia,
Ing. Leonardo Triolo, Arch. Roberto Pitarresi, Arch. Liliانا Pollara,
Arch. Giuseppina Liuzzo, Esp. Prog. Arch. Vincenza Garraffa,
Esp. Geom. Giuseppe Soldano, Dott. Antonio La Barbera

Studio Geologico: Dott. Giuseppe Vinti

Coordinatore della sicurezza: Arch. Fabio Cittati

RUP: Arch. Paola Maida

Relazione Geologica

elaborato

S.A.3

COMUNE DI PALERMO
AREA TECNICA DELLA RIQUALIFICAZIONE URBANA
E DELLE INFRASTRUTTURE
UFFICIO INFRASTRUTTURE

PISCINA COMUNALE SCOPERTA
PROGETTO PER LA NUOVA TRIBUNA E SERVIZI ANNESSI

RELAZIONE GEOLOGICA DEFINITIVA
REDATTA SECONDO LA CIRCOLARE N° 3 /DRA DEL 20/06/2014
AI SENSI DELL'Art. 13 L. 64/74


Il Geologo
Dott. Giuseppe Vinti

INDICE

1. PREMESSE E OGGETTO	pag. 2
2. PROGETTO IN VARIANTE AL PRG	pag. 4
3. GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA	pag. 6
4. LE INDAGINI ESEGUITE	pag. 8
5. LA FORMAZIONE GEOLOGICA DEL SITO	pag. 10
6. CARATTERISTICHE FISICO TECNICHE E SISMICHE DEI TERRENI	pag. 12
7. CONSIDERAZIONI PROGETTUALI	pag. 15

ELABORATI GRAFICI

Fig. 1 - COROGRAFIA	Scala 1:10.000
Fig. 2 - CARTA GEOLOGICA	Scala 1: 5.000
All. 3 - PLANIMETRIA DEGLI INTERVENTI	Scala 1: 500
Fig. 4 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI	Scala 1: 1.000
All. 5 - SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA 1 – 2	Scala 1: 500

ALLEGATI PER VARIANTE ART. 13 L. 64/74 SECONDO LA CIRCOLARE 3/DRA DEL 20/06/2014:

Stralcio Carta Geologica di PRG vigente	S. 1: 10.000
Stralcio Carta Geomorfologica di PRG vigente	S. 1: 10.000
Stralcio Carta Idrogeologica di PRG vigente	S. 1: 10.000
Stralcio Cartografico del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI)	S. 1: 10.000
Carta Geologica – Geomorfologica – Idrogeologica	S. 1: 2.000
Carta delle Pericolosità Geologiche – Sismiche e Suscettività all'edificazione	S. 1: 2.000

ALLEGATI AL PROGETTO

Rapporto Tecnico sui Sondaggi geognostici, prove SPT, di laboratorio geotecnico e indagini Sismiche, eseguite dalla Ditta: dott. Fiumara Gabriele.

1 - PREMESSE E OGGETTO

L'Amministrazione comunale di Palermo, nell'ambito della programmazione progettuale, ha partecipato all'avviso pubblico di cui al PO FEFR 2007-2013, presentando la progettazione della **"Piscina comunale scoperta - Progetto per la nuova tribuna e servizi annessi"** (Fig. 1 Corografia).

Il Servizio Edilizia Pubblica del Settore OO. PP. è stato individuato per l'elaborazione della relativa Progettazione.

Con le Determine Dirigenziali nn° 130/06, 428/07, 350/08, 147/10, 10/12, 405/12 sono stati nominati il RUP e i tecnici, pubblici dipendenti, componenti il gruppo di progettazione.

Allo scrivente è stato affidato l'incarico di elaborare lo studio geologico relativo agli interventi progettuali previsti, in relazione anche alla variante al PRG, secondo quanto previsto dall'Art. 13 L. 64/74, redatto ai sensi della circolare n° 3 /DRA del 20/06/2014

Gli interventi previsti consistono nella realizzazione di corpi di fabbrica ai margini dell'attuale piscina comunale scoperta, denominati rispettivamente: A (A1-A2), B, C, D (D1-D2-D3) oltre ad ulteriori stralci denominati E e G ove non si prevedono edifici. (All. 3 Planimetria degli Interventi)

Attese le indicazioni dell'Ufficio del Genio Civile, circa l'esecuzione di specifiche indagini geognostiche oltre quelle già in possesso dell'Amm.ne, è stato predisposto un piano d'indagini geognostiche e geofisiche, propedeutico alla progettazione definitiva.

A seguito dell'affidamento delle indagini programmate l'aggiudicataria Ditta del dott. Gabriele Fiumara ha eseguito quanto necessario per integrare la conoscenza dei terreni presenti nel sottosuolo, secondo quanto previsto dal DM 14/01/2008.

Nello studio che segue si espongono i risultati dello studio geomorfologico, geologico e i risultati delle prove geofisiche e di laboratorio geotecnico eseguite nei terreni impegnati dalle costruzioni da realizzare con il progetto, ricadenti nell'area dedicata.

Le indagini hanno avuto come obiettivo l'ulteriore conoscenza dei litotipi presenti nel sottosuolo, l'accertamento delle caratteristiche fisico-tecniche dei campioni di rocce



Area di intervento

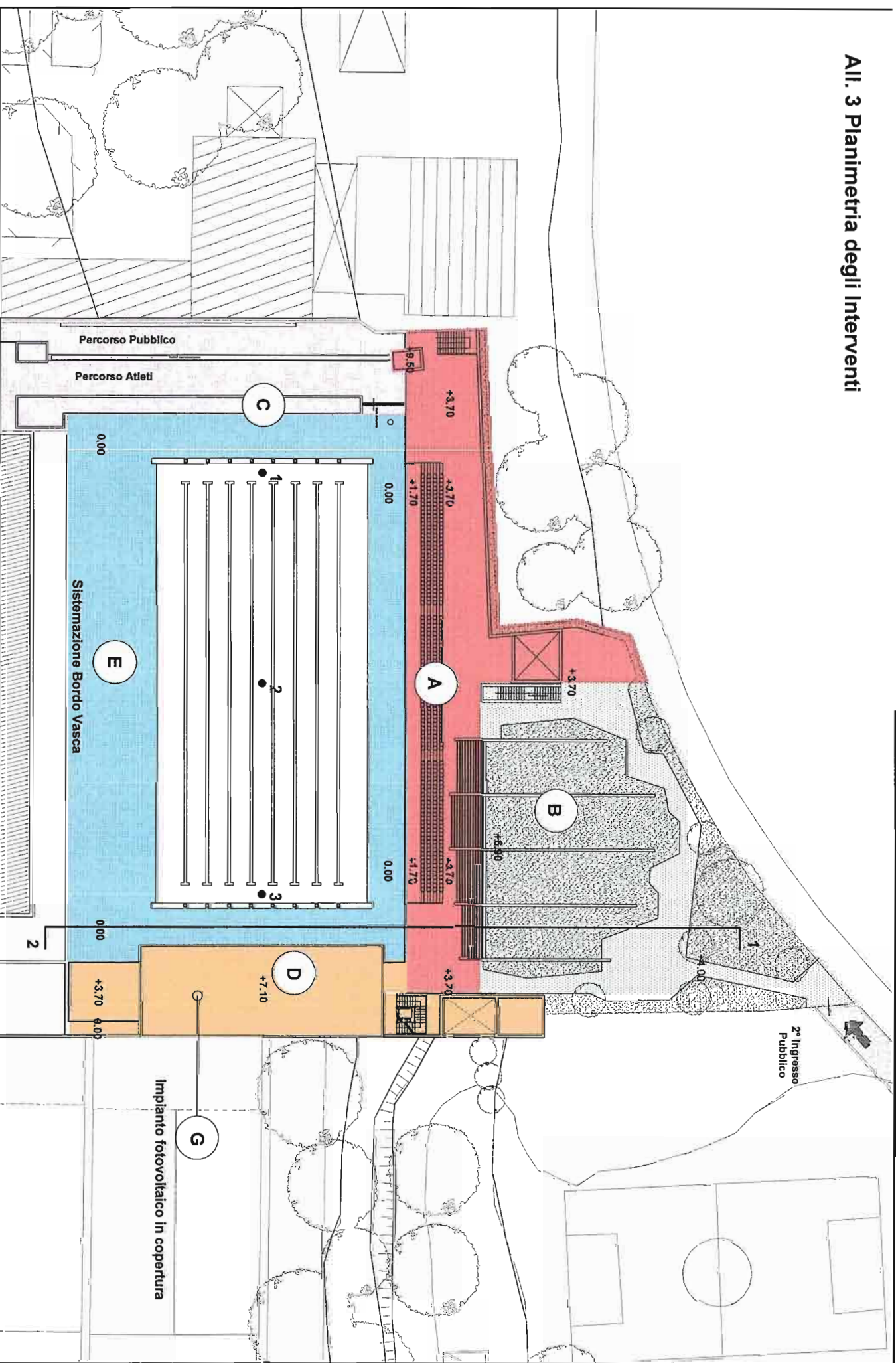


373 896

75000

13° 21'00" PALERMO

All. 3 Planimetria degli Interventi



prelevate nel corso dei sondaggi e la caratterizzazione sismica dei terreni per la scelta della categoria di sottosuolo da attribuire agli stessi, ai sensi del DM 14/01/2008.

Fa parte integrante del Progetto, il Rapporto tecnico della Ditta: dott. Gabriele Fiumara, che riporta i risultati dei Sondaggi geognostici, prove SPT, di laboratorio geotecnico e indagini Sismiche eseguite.

Corredano la relazione, i seguenti elaborati grafici:

Fig. 1 - Corografia Scala 1: 10.000

Fig. 2 - Carta geologica Scala 1: 5.000

All. 3 - Planimetria degli interventi Scala 1: 500

Fig. 4 - Ubicazione delle indagini Scala 1: 1.000

All. 5 - Sezione litostratigrafica 1 – 2 Scala 1: 500

Poiché l'intervento ricade in ZTO F3, e il comma 4 dell'art. 19 delle NTA prevede che per le zone F superiori a mq 10.000, come in questo caso, preventivamente al progetto delle opere è necessario approvare un piano urbanistico esecutivo.

Poiché Il progetto è conforme al PRG, per destinazione e dimensionamento e che prevede opere necessarie per l'agibilità dell'impianto sportivo, interessando un'area limitata rispetto all'area F3 già occupata da impianti sportivi realizzati prima della redazione del PRG del 1962 e senza preventiva redazione di piani attuativi, detto progetto interferisce in maniera ininfluyente sul contorno, pertanto si prevede di approvare il progetto in deroga alle NTA del PRG poiché non interferisce sulla sistemazione complessiva dell'area. Per quanto detto si seguiranno le procedure prescritte all'art. 19 del T.U. sulle espropriazioni approvato con DPR 327/2001, atteso che l'area ha un assetto definito ed il progetto è già all'interno del lotto perimetrato della piscina.

Quanto sopra è ininfluyente con le attività occorrenti per eseguire lo studio geologico dell'area, le cui indagini propedeutiche sui terreni, analisi e prove di laboratorio, in ogni caso, sono necessarie per la progettazione di quanto costruttivamente è stato programmato.

2. PROGETTO IN VARIANTE AL PRG

Il presente documento "Relazione Geologica", redatto ai sensi dell'Art. 13 della L. 64/74, fornisce e commenta le Cartografie secondo quanto indicato dalla Circolare n. 3/DRA Prot. n° 28807 del 20/06/2014 dell'Assessorato Territorio e Ambiente, per il "Progetto Definitivo in variante al PRGC per la realizzazione della tribuna e servizi annessi della Piscina comunale scoperta".

Si premettere, per l'area in oggetto, l'invarianza delle specifiche cartografie del vigente PRG in scala 1: 10.000: Carta Geologica - Carta Geomorfologica e Carta Idrogeologica.

L'area individuata è inserita nella più vasta area Geologica, facente parte del bacino di sedimentazione detritico organogeno, che caratterizza la Piana di Palermo, per la presenza dei depositi geologicamente appartenenti alle Calcarenitici.

Geomorfologicamente detto territorio è caratterizzato dalla presenza di un'area sub pianeggiante facente parte della scarpata della piana di Palermo.

Sotto il profilo idrogeologico le calcareniti hanno una buona capacità di assorbimento per porosità primaria e sono sede di una falda acquifera a libera circolazione, come lo è peraltro tutta l'area circostante.

Gli stralci cartografici, previsti nella Cartografia di analisi della Circolare n. 3/DRA, sono di seguito Allegati.

Nei depositi calcarenitici, dell'estesa area delle Falde di Monte Pellegrino, secondo la Carta delle Pericolosità Geologiche di PRG, sarebbero presenti cavità sotterranee antropiche, cave a pozzo e a imbuto.

Della presenza di dette cavità non si è avuto riscontro nel corso delle indagini geognostiche e sismiche eseguite nel sito in oggetto.

Le pericolosità cartografate corrispondono con quelle di cui al vigente PRG.

Anche la cartografia del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI), contrassegna l'area come "sito di attenzione" con il codice 040-6PM-166, "aree su cui approfondire il livello di conoscenza delle condizioni geomorfologiche e/o idrauliche in relazione alla

potenziale pericolosità e rischio e su cui gli interventi dovranno essere preceduti da approfondite indagini” (Vedi Cartografia Allegata).

Pertanto, come prescritto nella Circolare n° 3/DRA dell'Assessorato Territorio e Ambiente, sono state elaborate e Allegate le cartografie di sintesi della: “Pericolosità geologica”; “Pericolosità sismica locale” e di “Susceptività all'edificazione”, in scala 1: 2.000, predisposte a seguito delle indagini geognostiche e analisi sismiche eseguite.

Sulla base delle informazioni disponibili raccolte è stato possibile assegnare all'area una Susceptibilità all'edificazione ricadente in Classe 1 “d'uso non condizionato”, non presentando l'area in questione particolari limitazioni all'utilizzo.

Di seguito si allegano, ai fini della variante art. 13 L. 64/74 e secondo quanto previsto dalla circolare 3/DRA del 20/06/2014, i seguenti stralci cartografici:

Stralcio Carta Geologica di PRG vigente	S. 1: 10.000
Stralcio Carta Geomorfologica di PRG vigente	S. 1: 10.000
Stralcio Carta Idrogeologica di PRG vigente	S. 1: 10.000
Stralcio Cartografico del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI)	S. 1: 10.000
Carta Geologica – Geomorfologica – Idrogeologica	S. 1: 2.000
Carta delle Pericolosità Geologiche – Sismiche e Susceptività all'edificazione	S. 1: 2.000



CITTA' DI PALERMO

PIANO REGOLATORE GENERALE

CARTA GEOLOGICA

1:10000

0 100 200 300 400 500 m.

ATTUALE
OLOCENE

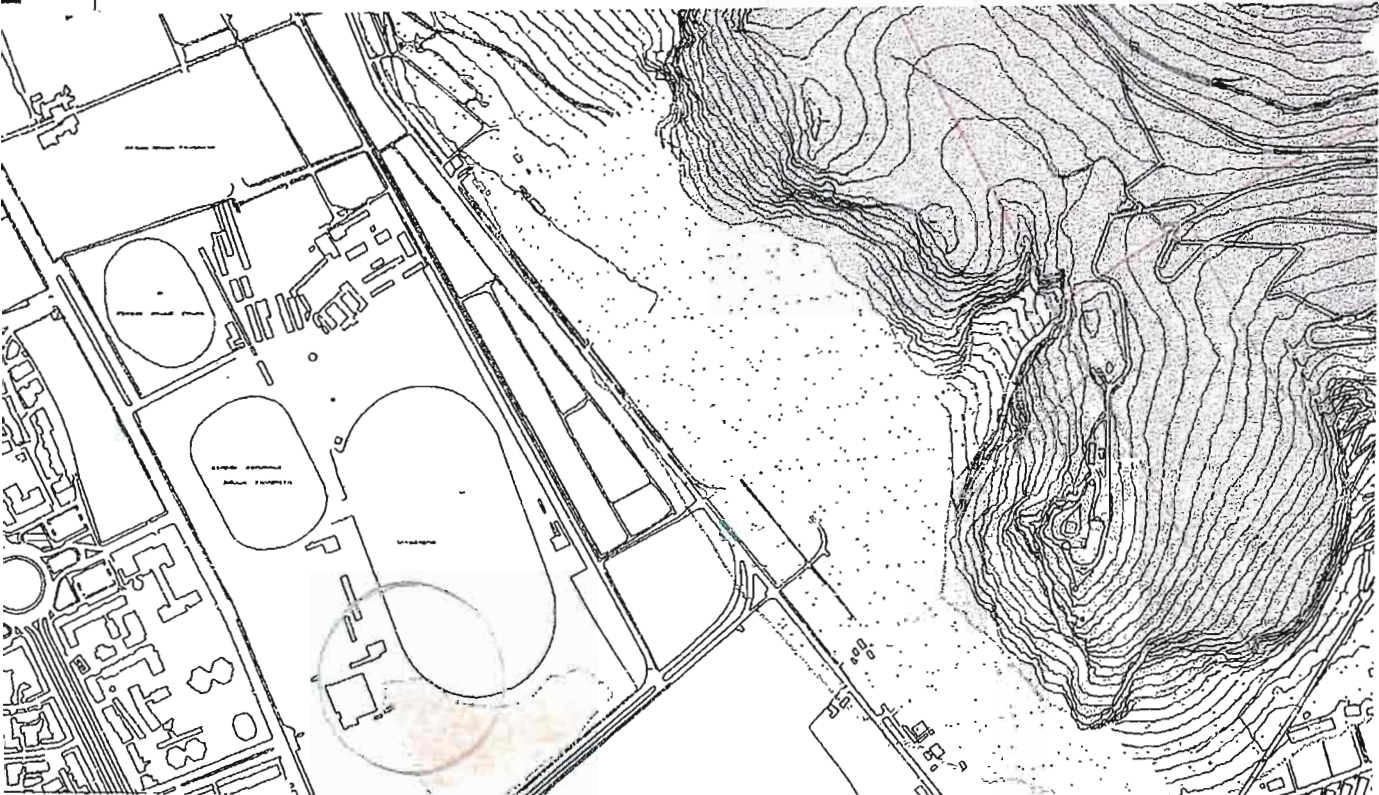


Terreni di riporto, sterri, sfabbricidi

PLEISTOCENE INF.




Biocalcareni interstratificate a sabbie gialline medio fini, a prevalente struttura strato-nodulare sabbiosa



PIANO REGIONALE DEL TERRITORIO


1 : 10000
0 100 200 300 400 500 m.

 Cavità sotterranee antropiche: cave a gallerie e pilastri (*mucate*), cave a pozzo imbutiformi (*rotonde*). Evoluzione geomorfologica sotterranea

OLITOLOGIA & SIMBOLI

 Terreni di riporto, sterri, sfabbricidi

PIEMONTE

 Biocalcarenti interstratificate a sabbie gialline medio fini, a prevalente struttura strato-nodulare sabbiosa





CITTA' DI PALERMO

PIANO REGOLATORE GENERALE



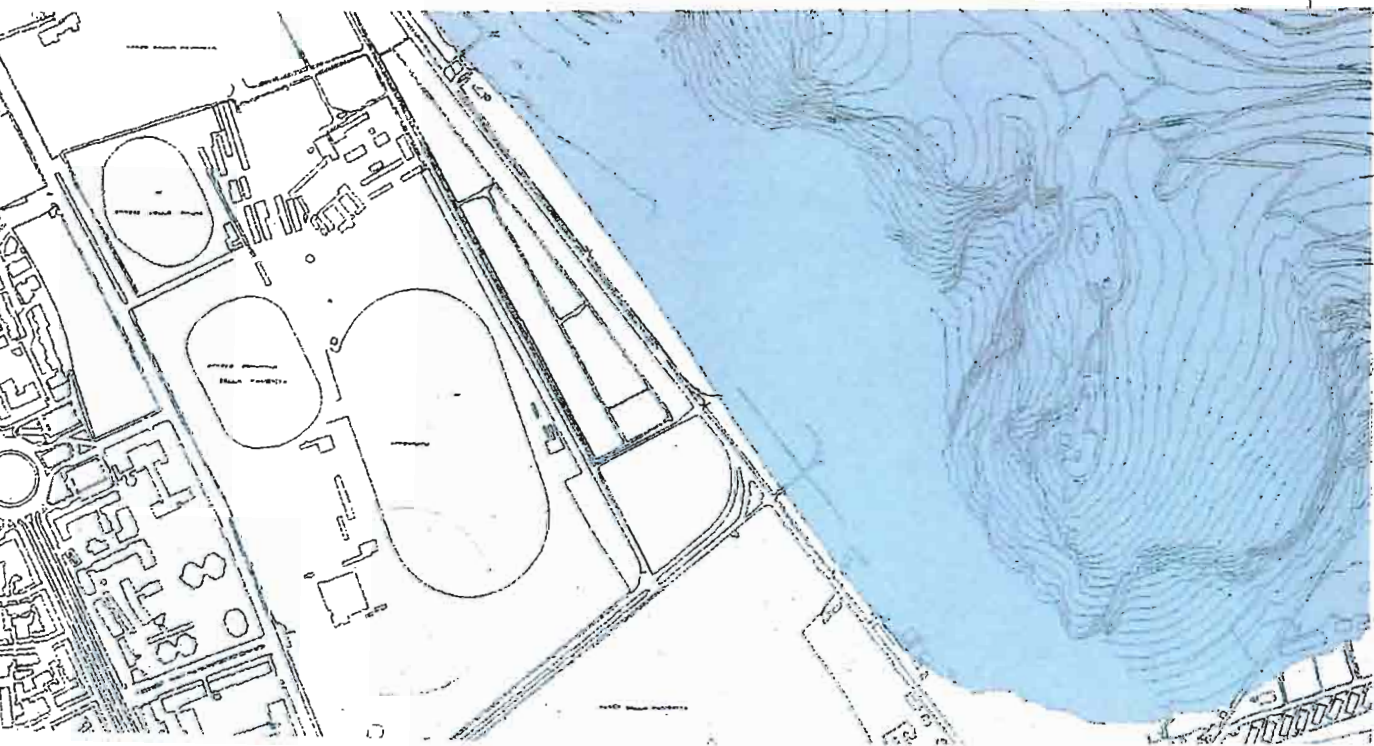
TAV. 30

Geologo Dr. Pietro Todaro

P3



Calcareniti e sabbie.
Permeabilità alta per porosità ($K=10^{-1} \div 10^{-4}$ cm/s)
Potenzialità idrica alta.



REPUBBLICA ITALIANA



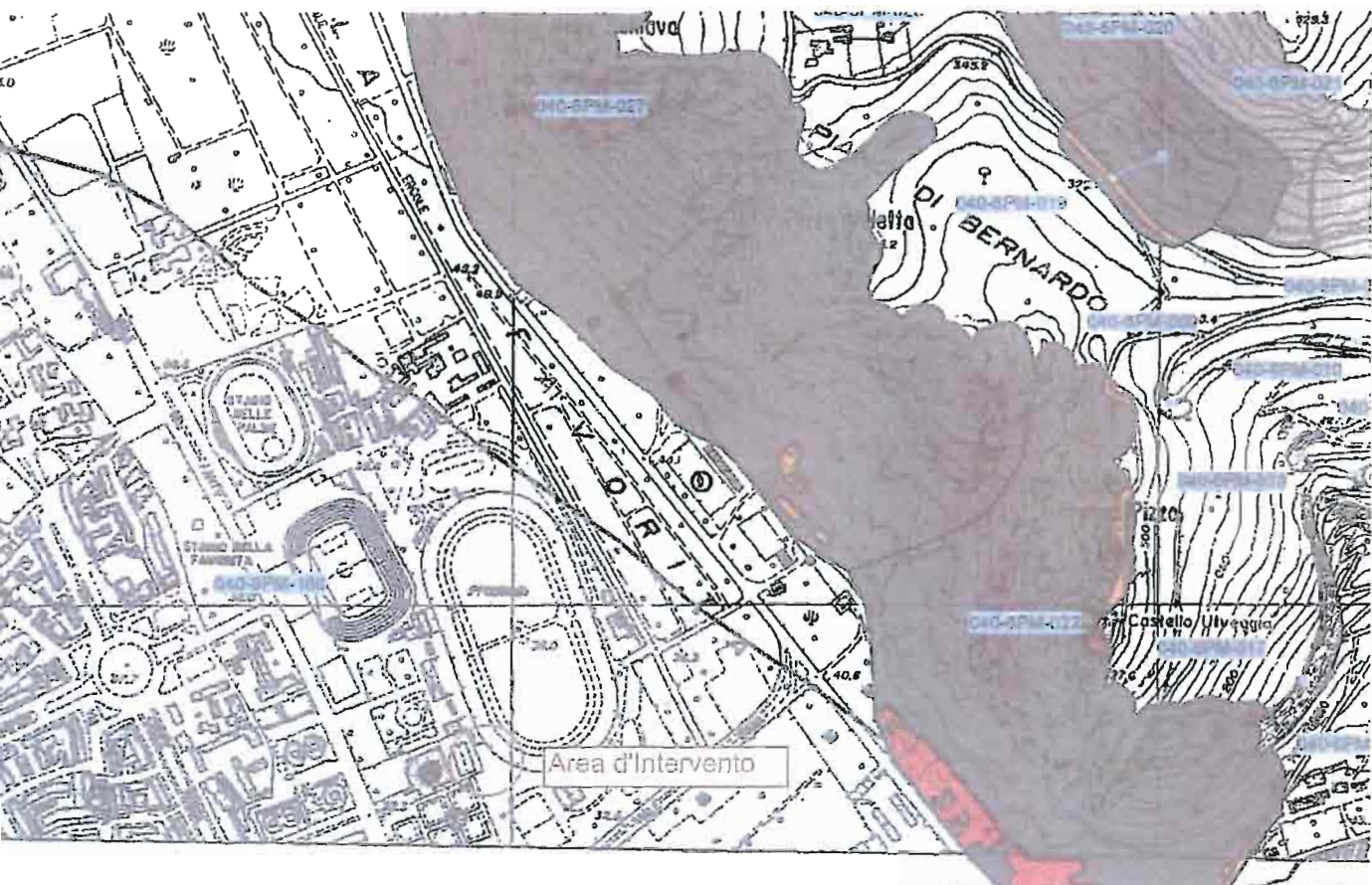
Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
Servizio di "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

Piano Straico di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART. 1 D.L. 160/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L. 267/98 E SS.MM.II.)



Bacino Idrografico del F. Oreto (039)
Area territoriale tra il bacino del F. Oreto
e Punta Raisi (040)



LEGENDA

LIVELLI DI RISCHIO

-  R1 moderato
-  R2 medio
-  R3 elevato
-  R4 molte elevato
-  Sito di Attenzione

-  Limite bacino idrografico
-  Limite area territoriale

Carta Geologica- Geomorfologica- Idrogeologica

Scala 1:2000



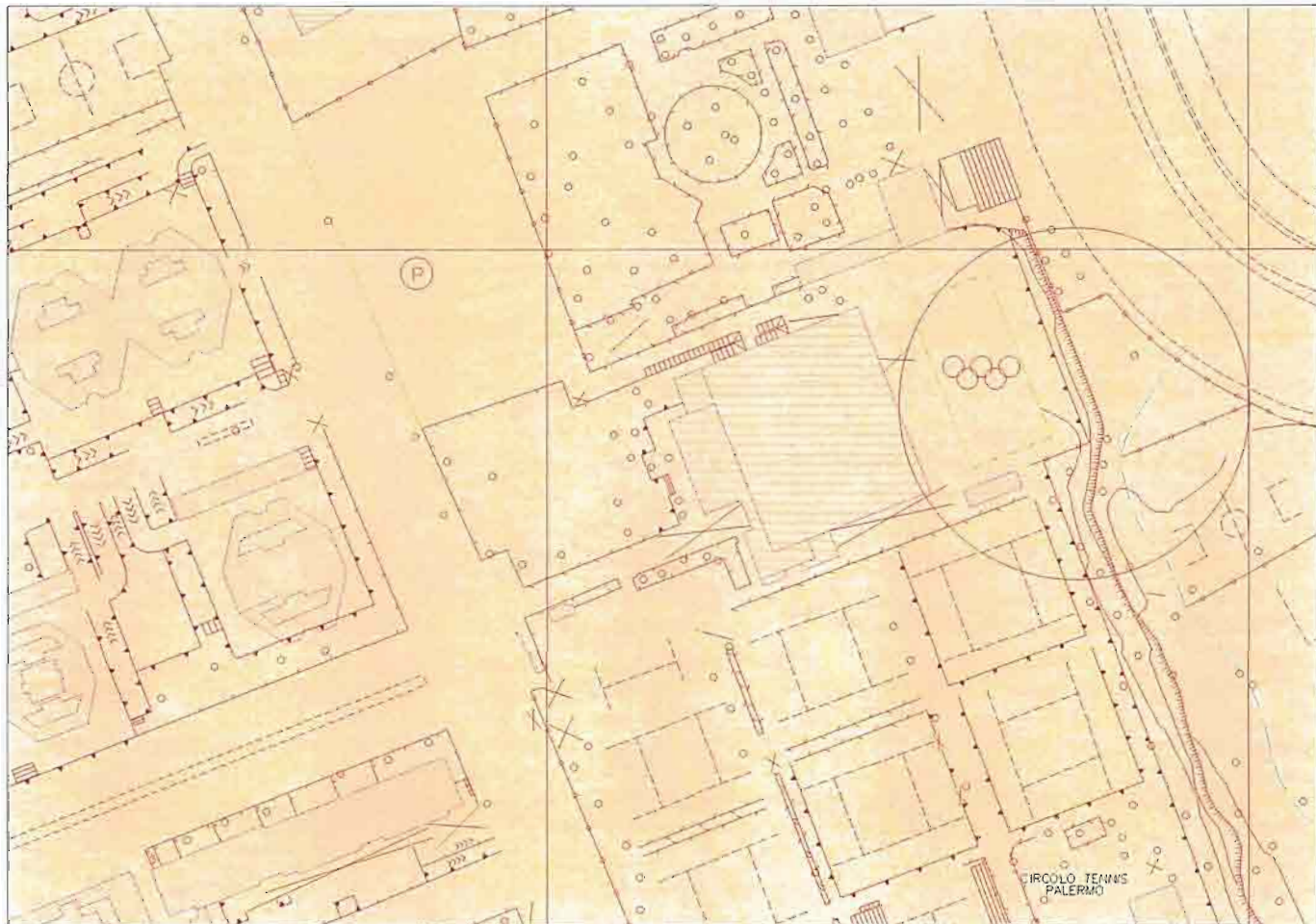
Calcareni, biocalcareni e arenarie fossilifere, da cementate a sciolte, a tratti vacuolari. Intercalazioni di sabbie in parte cementate.
Litotipo: caratterizzato da Permeabilità per porosità primaria alta, con $K=10^{-3} + 10^{-4}$ cm/s.



Presenza, in porzioni ben delimitate, di riporti, detriti, sterri e sfabbricidi, provenienti dall'accumulo di demolizioni d'epoca post bellica.
Nell'area non si rinvengono cave e/o cavità antropiche.

Carta della pericolosità geologica- sismica Suscettività all'edificazione

Scala 1:2000



Legenda



Area indicata nel PAI come sito di attenzione (040-6PM-166) per la presenza di cavità sotterranee isolate. Dette cavità non sono presenti nell'area, indagata con specifiche indagini geognostiche e sismiche.

Litotipo: Calcareni bianco-giallastre ricoperte da riporti antropici e calcareniti friabili in matrici limo sabbiose spesse 4.70 - 6.00 m. Le indagini sismiche conducono a valori del $V_{s30} = 713$ m/s, che individuano una categoria di suolo di tipo " B".



Suscettività all'edificazione dell'area: benché la Carta delle Pericolosità Geologiche di PRG indica la presenza di cavità, queste non sono presenti nell'area indagata, pertanto il sito è definito d'Uso non condizionato di Classe 1, non presentando particolari limitazioni all'utilizzo.

3 - GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA

L'area individuata, oggetto dello studio, è localizzata nella porzione centro settentrionale del Comune di Palermo, nella fascia di territorio che congiunge le falde di Monte Pellegrino con Monte Gibilforni a Ovest.

I rilievi calcarei, geologicamente poggiati su potenti spessori di argille marnoso-quarzarenitiche di tipo flyschoidi, erano separate da un mare basso dentro il quale si sono potute depositare le sabbie di natura carbonatica, prodotto dell'erosione esogena dei rilievi calcarei circostanti.

L'intervento in programma, posto a quota +30.00 m s. l. m., fa parte della porzione centro settentrionale del territorio della città di Palermo, compresa tra il circolo del tennis e l'ippodromo; in una fascia di terreno compresa tra il Viale del Fante e all'affioramento calcareo di Monte Pellegrino (Fig. 1 Corografia).

Detta area è prevalentemente pianeggiante, mentre quella al contorno, l'ippodromo e lo spazio libero che si spinge fino al Piazzale dei Matrimoni del Parco della Favorita, compresa una porzione marginale dell'area oggetto della progettazione, è sopraelevata per circa 4,00 m rispetto all'attuale piano di calpestio della piscina scoperta.

Questa differenza di quota è frutto dell'accumulo delle demolizioni eseguite in epoca post bellica.

Nel corso delle indagini geognostiche eseguite per altra progettazione e occorrente per la Sistemazione a verde e attrezzature sportive del limitrofo Piazzale dei Matrimoni si è rilevata la presenza di un cospicuo livello di sfabbricidi che invece non sono presenti nell'area indagata con i sondaggi geognostici eseguiti.

Gli accumuli litologici autoctoni prevalenti presenti in tutta l'area hanno riguardato le arenarie fossilifere "Calcareniti", d'età Quaternaria, prodotto dell'erosione dei rilievi calcarei che perimetrano la città e successivo deposito in un mare a bassa energia.

Per quanto concerne i caratteri idrogeologici si rileva che l'elevata permeabilità per porosità primaria dei depositi calcarenitici superficiali, in presenza di un naturale substrato profondo impermeabile (Flysch Numidico), crea idonee condizioni per la formazione di falde acquifere profonde.

Nel Piazzale dei Matrimoni è presente un pozzo idrico, posto a quota 35,00 m s.l. m., trivellato nel Luglio del 1965 dall'AMAP, denominato "Pozzo del Monte Pellegrino", il cui livello statico della falda freatica è rinvenibile a - 31.60 m dal piano di campagna, corrispondente a + 3.40 m s.l.m.

Tutta l'area, pur mostrando condizioni geomorfologiche di stabilità non presentando potenziali fenomeni di pericolo, nella Tavola cartografica 595010-06 del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) redatta dall'ARTA, è contrassegnata come sito di attenzione *, con il codice 040-6PM-166, per ciò che riguarda la pericolosità geomorfologica. **Nel caso in cui nelle carte della pericolosità e del rischio siano presenti aree indicate come siti di attenzione, questi vanno intesi come aree su cui approfondire il livello di conoscenza delle condizioni geomorfologiche e/o idrauliche in relazione alla potenziale pericolosità e rischio e su cui comunque gli eventuali interventi dovranno essere preceduti da adeguate approfondite indagini.*

Detta classificazione è da ricondurre prioritariamente alla presenza, nell'estesa area così contrassegnata, di cave di origine antropica e pertanto, per le nuove opere da realizzare, è opportuno un approfondimento d'indagini per non incorrere in errori del modello geologico di progettazione, con conseguenti inconvenienti per le edificazioni.

Per la progettazione della tribuna e servizi annessi - Piscina comunale scoperta, oltre alle indagini acquisite, eseguite nel 1995 per l'adeguamento della Piscina comunale in occasione delle Universiadi del 1997, si è condotta una campagna d'indagini specifica i cui risultati hanno escluso la presenza di cavità e/o pericolosità e rischi tali da compromettere la realizzazione delle opere in progetto.

Le considerazioni sopra esposte oltre a quelle d'ordine geolitologico, geomorfologico e idrogeologico, circa le caratteristiche della formazione esaminata, conducono ad affermare che l'area non presenta incompatibilità alla realizzazione dell'insediamento edilizio programmato.

4. – LE INDAGINI ESEGUITE

Nella fase preliminare della progettazione delle tribune e dei servizi annessi alla piscina scoperta, in relazione agli interventi progettualmente previsti, si sono ritenuti sufficienti le indagini geognostiche acquisite nel corso della Progettazione per l'adeguamento della Piscina comunale in occasione delle Universiadi del 1997.

Considerate le indicazioni dell'Ufficio del Genio Civile, circa l'esecuzione di specifiche indagini geognostiche, è stato predisposto un piano d'indagini che ha riguardato prove in situ, di laboratorio geotecnico e geofisiche, da utilizzare per la progettazione definitiva.

E' stato quindi predisposto un piano d'indagini comprendente:

- **N° 2** sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti a diverse profondità;
- **N° 3** Prove penetrometriche dinamiche continue (DPM);
- **N° 1** Prova sismica attiva MASW, per la valutazione del V_s 30;
- Prelievo di campioni e relative prove di laboratorio geotecnico.

I **2** sondaggi geognostici a carotaggio continuo eseguiti (**S1 – S2**), sono stati spinti alle profondità rispettivamente di **13.00** e **15.00** m dal p.c..

Nel corso del sondaggio **S1** sono stati prelevati, alla profondità di **8.70** e **10.50** m, **n° 2** campioni di roccia indisturbati, per sottoporli ad analisi e prove di laboratorio geotecnico.

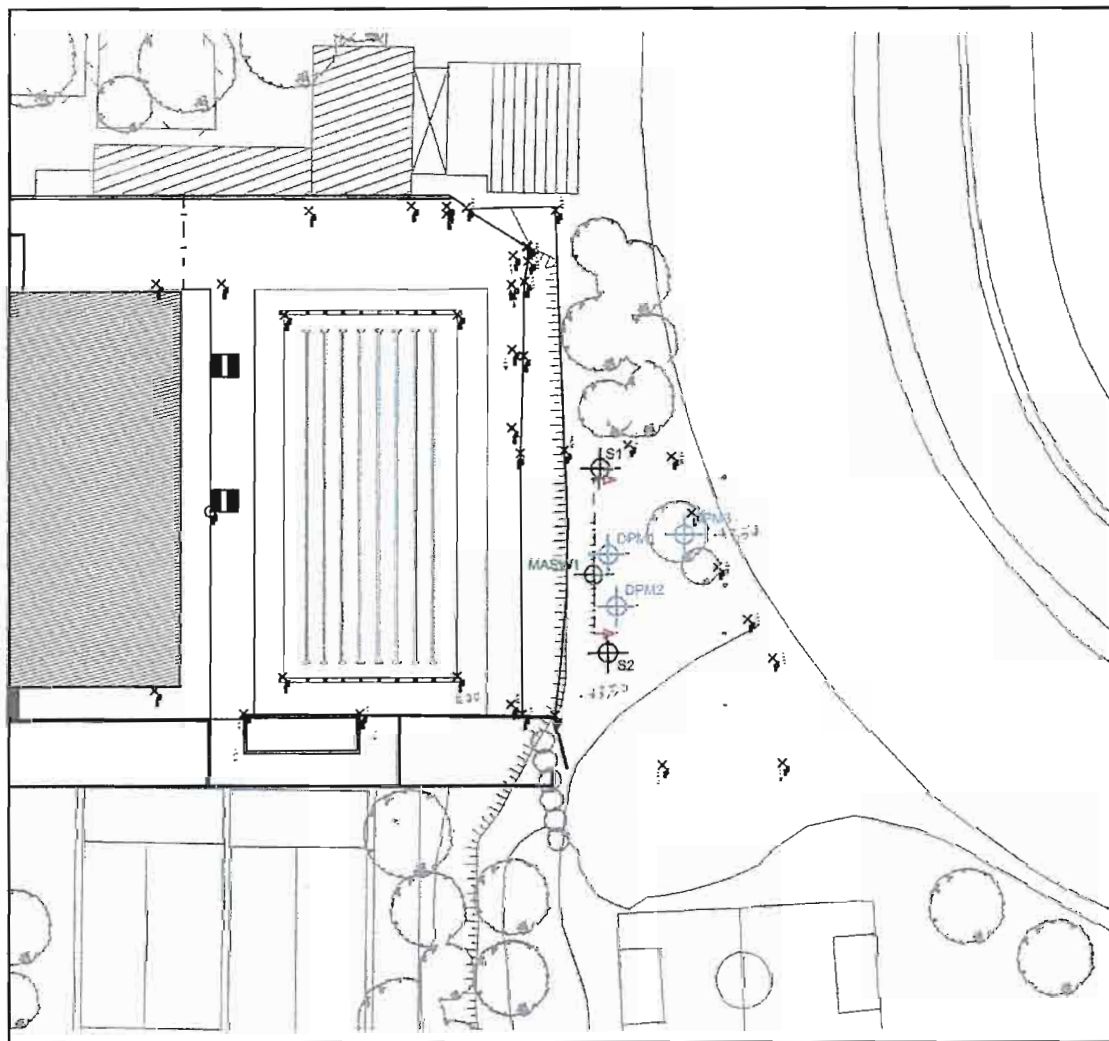
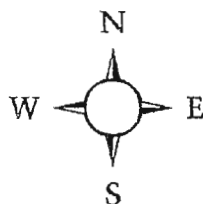
Inoltre sono state eseguite **N° 3** prove penetrometriche dinamiche continue di tipo **D. P. M.** che hanno raggiunto le profondità rispettivamente di **3.60 – 2.90 – 3.50** m dal piano di campagna.

La prova sismica attiva di tipo **MASW** per la valutazione del V_{s30} , è stata eseguita tra i sondaggi **S1 – S2**.

L'esatta ubicazione delle indagini sopra elencate, eseguite dalla Ditta del dott. Gabriele Fiumara, è riportata in Fig. 4 Ubicazione delle indagini, di seguito riprodotta.

UBICAZIONE INDAGINI

SCALA 1:1000



LEGENDA

- Ubicazione sondaggio a carotaggio (Altro O.P.)
- Posizione geofoni
- Ubicazione profilo 1D di prove MASW
- Sorgente di energizzazione sismica
- Prova penetrometrica dinamica continua
- Traccia stendimento MASW

Item ref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension, etc	Article No/Reference		
Designed by	Checked by	Approved by_date	Filename	Date	Scale 1:1.000

UBICAZIONE INDAGINI

Edition
000

ALL. A

Dette indagini hanno avuto l'obiettivo di accertare e ricostruire la sequenza litostratigrafica dei terreni che dovranno essere impegnati dalle edificazioni programmate, determinare le caratteristiche fisico-tecniche dei relativi terreni, necessarie all'elaborazione dei calcoli strutturali, rilevare l'eventuale presenza della falda freatica e valutare la risposta sismica dei terreni presenti nel sottosuolo per determinarne, tramite il parametro V_{s30} , la relativa categoria di suolo presente, secondo quanto prescritto dal D.M. 14/01/2008.

Il Rapporto di Prova trasmesso dalla Ditta Gabriele Fiumara contiene quanto richiesto nel servizio e riguardanti: le colonne stratigrafiche dei **2** sondaggi geognostici, la prova sismica attiva **MASW**, le **3** prove penetrometriche dinamiche in situ (**DPM**) e i risultati delle prove di laboratorio geotecnico eseguiti sui campioni di roccia prelevati.

Detto Rapporto è parte integrante degli Elaborati Progettuali.

Nel seguito sono esposte le valutazioni di tipo geologico-tecnico suggeriti ai progettisti ai fini della progettazione programmata.

5. LA FORMAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

La geologia dell'area, come del resto buona parte della Piana di Palermo, è contraddistinta dalla presenza di una formazione litologica costituita da strati, a volte spessi e tenaci a volte poco potenti e sciolti, di **calcareniti Plio-pleistoceniche**, formatisi come prodotto finale del disfacimento dei Monti circostanti la **"Piana di Palermo"** e, in seguito, depositati e consolidati in un ambiente di mare basso con poca energia.

Nel Pliocene l'attuale conca d'oro si trovava sommersa da un mare poco profondo, in un ambiente di sedimentazione le cui acque distribuivano in maniera disuniforme, con una diversa granulometria e consistenza sia in senso verticale che orizzontale, i detriti erosi dagli agenti esogeni dai rilievi montuosi circostanti.

La deposizione ha riguardato anche i resti dell'abbondante fauna di lamellibranchi del genere pecten.

Il litotipo che qui si è prevalentemente depositato è rappresentato da terreni appartenenti alla **"Formazione calcarenitica" Plio-pleistocenica**, costituita essenzialmente da strati a volte spessi e tenaci a volte poco potenti e sciolti, di una roccia sedimentaria di origine clastica a struttura granulare di natura carbonatica la cui matrice è rappresentata da sabbie medie e medio-fini, granulometricamente ricadenti nel campo delle arenite e dei limi, i cui elementi di diversa forma e dimensioni sono variamente cementati. Lo stesso litotipo, infatti, presenta caratteristiche fisico-tecniche alquanto variabili, sia orizzontalmente che verticalmente, a causa appunto del diverso grado d'aggregazione dei clasti calcarenitici ad opera del cemento calcitico.

I granuli calcarenitici, infatti, sono tenuti insieme da quantità di cemento calcitico e/o siliceo molto differente, poiché provengono da processi di dissoluzione e successiva riprecipitazione.

La stratificazione del deposito sabbioso è solitamente parallela con strati di spessore variabili dal decimetro al metro, il colore è giallo e biancastro (Fig. 2 Carta Geologica).

La potenza del deposito nell'area supera i 40.00 m ed è mascherata da una copertura di "sabbie limose, sabbie calcarenitiche e terre rosse" spessa circa **4,00 m**.

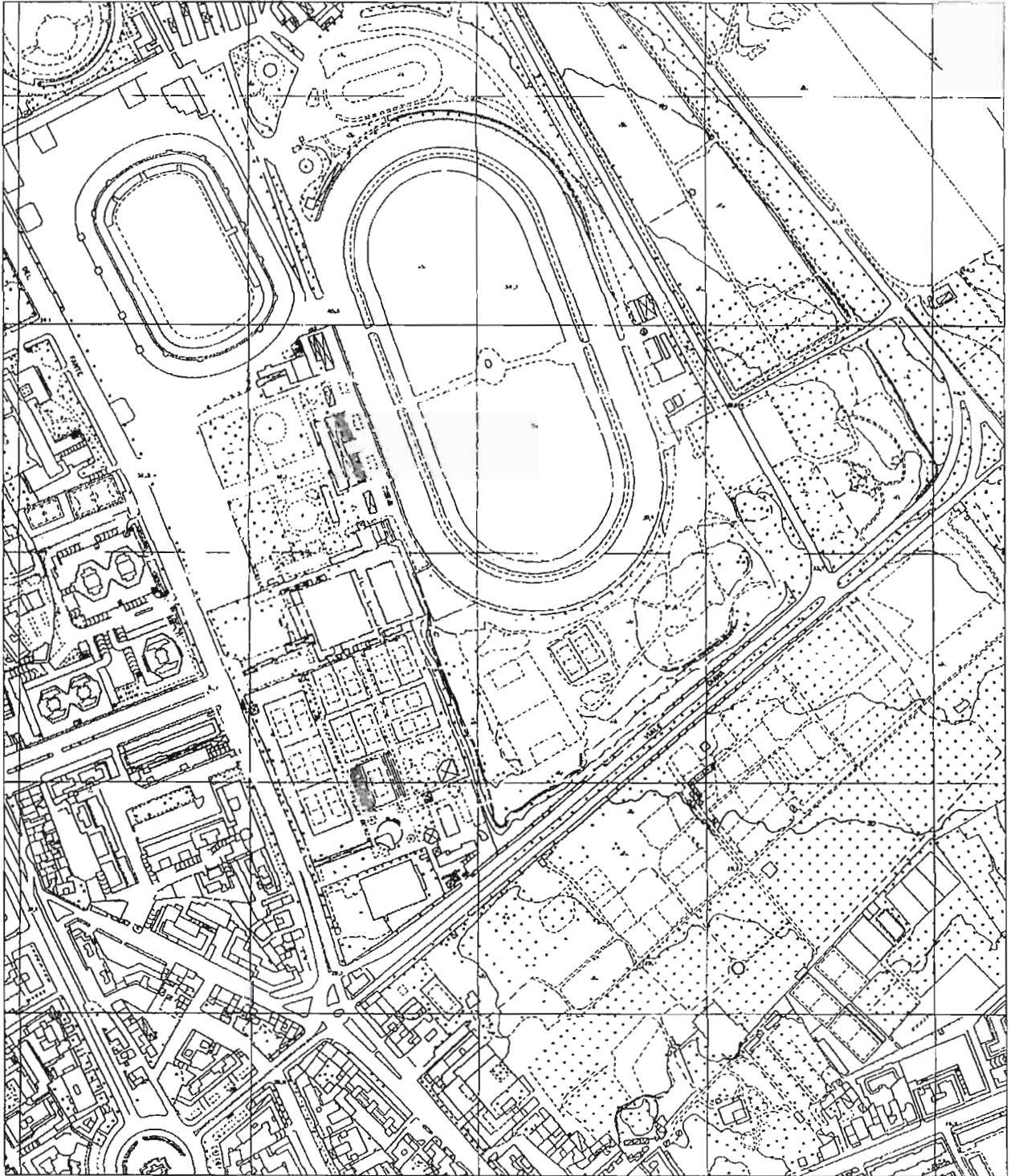
La serie stratigrafica, ricostruita anche a seguito delle due indagini geognostiche appositamente eseguite, è così descritta dall'alto verso il basso:

CARTA GEOLOGICA

Fig. 2

Scala 1: 5.000

CALCARENITE



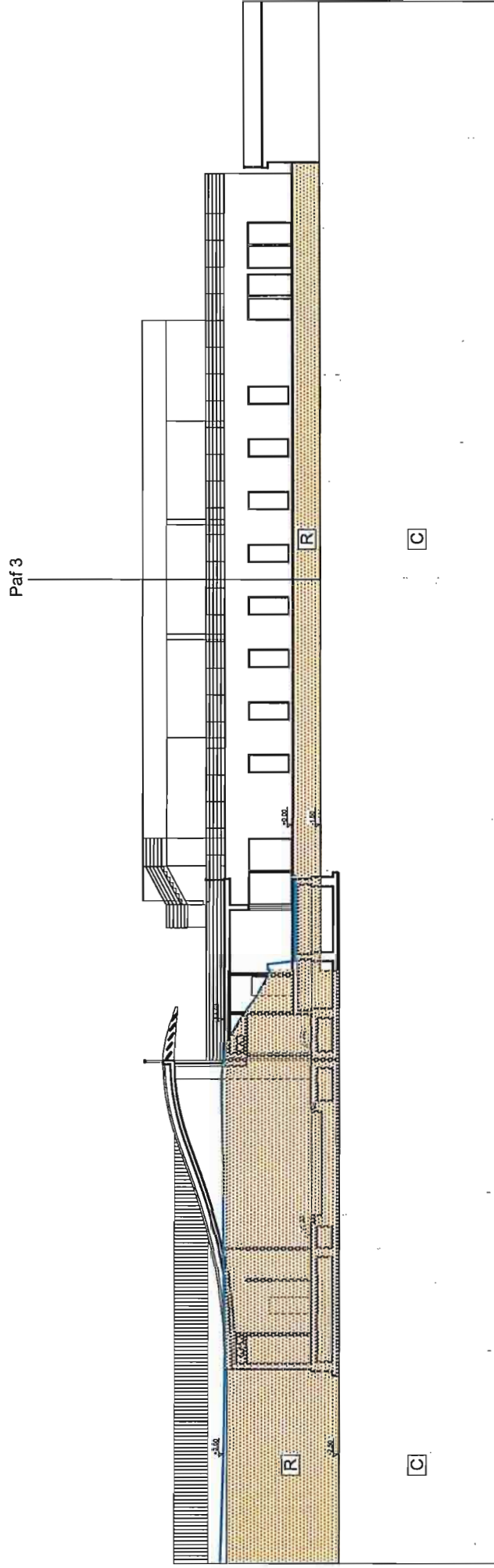
- I. **Terre rosse e sabbie limose (TR)** *Recente*: questo livello superficiale prevalentemente sciolto, mascherato da 0.50 m di suolo vegetale, è stato rilevato in entrambi i due sondaggi **S1** e **S2** eseguiti; è costituito da elementi sabbio-limosi e limo-sabbiosi, immersi in una matrice di terre rosse e vegetali, che conferisce al deposito una colorazione bruno-rossastra. Lo spessore rilevato è di circa **4.00 m** ed è ben visibile nella documentazione fotografica e nelle colonne stratigrafiche del Rapporto di Prova e di seguito riportate;
- II. **Formazione calcarenitica (C)** *Plio-pleistocenica*: è una successione di livelli calcarenitici costituiti da un'alternanza di strati sabbiosi sciolti o soltanto addensati e livelli sabbiosi concrezionati con livelli di arenarie pseudonodulari anche decimetrici consistenti, di colore bianco-giallastri. Intercalate si rinvengono delle areniti prevalentemente sciolte. La stratificazione della Formazione non è ben individuata e i livelli calcarenitici più consistenti non hanno una continuità longitudinale. In loco questa Formazione litologica, che ospita una falda freatica a libera circolazione la cui piezometrica si trova a **3.50 m s. l. m**, ha uno spessore superiore a **30,00 m**. Lo spessore è stato rilevato nel sondaggio geognostico eseguito dall'AMAP a Piazzale dei Matrimoni e utilizzato come pozzo per il prelievo di acqua dalla sottostante falda freatica.

Con i dati provenienti dalle stratigrafie dei sondaggi geognostici eseguiti e di quelli in precedenza acquisiti è stato possibile elaborare la **Sezione Litostratigrafica 1–2 (All.5)** prodotta per fornire i rapporti geometrici esistenti tra i terreni presenti nel sottosuolo e gli interventi previsti in progetto.

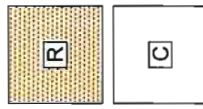
Nella Sezione è indicato inoltre il possibile piano di posa delle fondazioni, tracciato in relazione alla sequenza litologica e tenuto conto del livello superficiale di Terre rosse e Sabbie limose, spesso circa **4.00 m**, che sono da asportare per le scarse caratteristiche fisiche e meccaniche.

Le considerazioni d'ordine geolitologico, geomorfologico e idrogeologico descritte, circa le caratteristiche della formazione esaminata unitamente alle indagini geognostiche e sismiche eseguite, conducono ad affermare che l'area non presenta incompatibilità alla realizzazione degli interventi previsti in progetto.

AII. 5 SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA 1-2



LEGENDA



Riporto e terreno vegetale

Calcarenite

6 - CARATTERISTICHE FISICO-TECNICHE E SISMICHE DEI TERRENI

Le considerazioni di seguito affrontate, circa la caratterizzazione fisico-tecnica dei terreni presenti nel sottosuolo dell'area indagata, finalizzata a fornire le necessarie indicazioni circa la scelta progettuale, provengono dall'insieme delle indagini geognostiche, dalle prove penetrometriche dinamiche DPM eseguite in situ, dalla prova sismica MASW e dall'esame dei risultati delle analisi e prove geotecniche di laboratorio geotecnico effettuate sui campioni di roccia prelevati nel corso dei sondaggi.

Ai terreni presenti nel sottosuolo dell'area indagata, dall'alto verso il basso, possono essere attribuiti le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

- 1. Terre rosse e sabbie limose (TR):** rappresentate da materiali sabbio-limosi e limo-sabbiosi, immersi in una matrice di terre rosse e vegetali, di colorazione bruno-rossastra, spesse da **4.00 a 4.70 m**. E' un terreno incoerente, normalmente compattato, permeabile, di elevata deformabilità. Sotto il profilo litotecnico, essendo un materiale prevalentemente sciolto, non si presta a essere sollecitato da sforzi di compressione poiché è soggetto a elevata deformazione. Per quanto sopra, per l'applicazione delle spinte sui muri di contenimento a perimetro dell'opera, nei calcoli strutturali si potranno adottare i seguenti parametri fisico-meccanici medi:

$$\gamma = 17 \text{ KN/mc}; \quad \varphi = 25^\circ; \quad C = 0 \text{ KN/mq]$$

Possono essere cavati con i normali mezzi d'opera, poiché la resistenza a compressione σ_r è compresa entro i **4 MPa**.

- 2. Formazione calcarenitica (C):** è una sequenza di livelli calcarenitici costituiti da strati sabbiosi sciolti o soltanto addensati e livelli sabbiosi anche decimetrici più consistenti senza continuità longitudinale, di colore biancastro e giallastro, con intercalate areniti prevalentemente sciolte. La stratificazione non è uniforme, infatti, nel sondaggio **S1** si rileva interposta, da **4.00 a 5.00 m**, ad uno strato decisamente più friabile, mentre in **S2** è sovrapposta alle calcareniti bianco-giallastre più consistenti. La formazione, che presenta caratteristiche fisiche e tecniche buone, è utilizzabile come piano di posa delle fondazioni. Sui luoghi questo litotipo ha uno spessore superiore a **30,00 m** e si classifica come roccia coerente e poco

Caratteristiche:		Fisiche;				Meccaniche, da prove di Taglio	
Campioni	Prof.tà	γ =KN/mc	γ_d =KN/mc	Wn %	K =cm/sec	C' KN/mq	ϕ' °
S1-C1	8.70 m	20.20	16.01	25.6	4.84×10^{-4}	0	39°-35°
S1 C2	10.50 m	20.49	7.76	15.33		0	38°

Caratteristiche meccaniche: da N° 3 prove penetrometriche dinamiche continue DPM					
Indice di consistenza: Ic	Modulo Edometrico drenato: E_u , KN/mq	Modulo Edometrico non drenato: E' , KN/mq	E_{young} , MPa	C_u , KN/mq	N_{spt}
1.20	28.000	420.000	55	290	55.72

Circa la resistenza allo schiacciamento σ_r , che ne individua l'escavabilità, questa potrebbe essere ricondotta e ugualmente distribuita entro le prime due classi di scavo **0- 4 e 4 - 10 MPa**.

Sebbene la cementazione non sia uniforme, le pareti di scavo sono capaci di mantenere la verticalità.

Nella porzione Est, lato ippodromo, a ridosso dei corpi **A1 e B** saranno realizzati muri di contenimento di altezza adeguata al retrostante rilevato.

Per la valutazione delle azioni sismiche nell'area in oggetto, si fa riferimento alla "Normativa tecnica per le costruzioni" di cui al D. M. 14/01/2008, al D.M. integrativo e alle Istruzioni della Circolare n° 617/CSLLPP.

Secondo tali Norme le azioni sismiche attese in superficie dipendono dalla capacità del terreno di amplificare o meno la frequenza di risonanza dei terreni, sollecitati da un sisma, compresi nei primi 30 m di profondità.

Per la ricerca della categoria del suolo di fondazione è stata programmata ed eseguita una prova sismica attiva **MASW** per il calcolo delle onde di taglio **S**, e la determinazione del **V_{s30}**, (velocità media di propagazione delle onde **S** nei primi 30 m di profondità).

L'elaborazione dei dati geofisici provenienti da detta prova, considerando che dalle frequenze registrate si è ottenuta una velocità delle onde di taglio (V_s) pari a 713.50 m/s, la categoria di sottosuolo risulta essere la "**B**" (*Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti*, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità r da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s, ovvero resistenza penetrometrica NSPT >50, o coesione non drenata $c_u > 250$ KPa), **Tab. 3.2.II** del D.M. 14/01/2008.

Essendo la zonizzazione funzione anche della topografia del suolo interessato all'opera da realizzare, di seguito sono definiti i seguenti parametri sismici locali:

- tipo di costruzione **2** "*opere ordinarie...di importanza normale*" con vita nominale $V_N = 50$ anni, Tab. 2.4.I del D.M.;
- classe d'uso **II** "*costruzioni che prevedono normali affollamenti..*", § 2.4.2.;
- coefficiente d'uso $C_U = 1.0$ (per classe d'uso **II**), Tab. 2.4.II;
- periodo di riferimento $V_R = 50$ anni (per $V_N = 50$ e classe d'uso **II**), Tab. C.2.4.I;
- categoria di sottosuolo di tipo **B** "*Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti*, con spessori di diverse decine di metri", Tab. 3.2.II;
- amplificazione stratigrafica S_S tra **1.0** e **1.2** (per categoria sottosuolo **B**), Tab. 3.2.V;
- categoria topografica **T1** "*Superficie pianeggiante...con inclinazione <15°*", Tab. 3.2.IV, che da luogo ad una;
- amplificazione topografica $S_T = 1.0$, Tab. 3.2.VI;
- il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R sarà di 475 anni (per un periodo di riferimento V_R di 50 anni, secondo lo stato limite ultimo (**SLU**) di salvaguardia della vita (**SLV**), Tab. C. 3.2.1:

7. CONSIDERAZIONI TECNICO-PROGETTUALI

Nel seguito sono affrontate le problematiche e le considerazioni tecnico-progettuali, in funzione del modello geologico elaborato, cui fare riferimento per le scelte progettuali e tipologia di fondazione che si suggerisce per i diversi corpi di fabbrica, in relazione ai risultati delle indagini analisi e prove eseguite con questa progettazione, tenendo conto anche delle precedenti indagini geognostiche acquisite e occorse per la progettazione delle Universiadi del 1997.

Le indagini geognostiche (**S1 – S2**) e sismiche **MASW** eseguite per la progettazione, hanno consentito di individuare una Formazione calcarenitica di discreta consistenza.

Questo litotipo è idoneo ad ospitare le fondazioni dei corpi **A1 – A2** e **B**, il cui piano di posa potrà attestare alla profondità di - **6.00 m** rispetto al piano di campagna del limitrofo terrapieno, posto a **+3.50 m** rispetto al sottostante piano di calpestio dell'attuale piscina scoperta.

Mentre, considerando i risultati delle indagini geognostiche eseguite nel 1995, il livello calcarenitico utile per l'appoggio della fondazione dei corpi di fabbrica **D1** e **D2** si troverà a - **1.50 m** rispetto al piano di calpestio dell'attuale piscina scoperta.

Con le stratigrafie di tutti i sondaggi geognostici è stata predisposta la Sezione Litostratigrafica **1 - 2**, riportata in All. 5, elaborata per fornire i necessari rapporti geometrici esistenti tra i litotipi presenti nel sottosuolo e i corpi di fabbrica previsti in progetto.

Nella Sezione è riportato il possibile piano di posa delle fondazioni a platea per i corpi di fabbrica **A1 – A2** e **B**, che saranno posti a - **6.00 m** rispetto al piano di campagna del limitrofo terrapieno, mentre i corpi da fabbrica **D1** e **D2** verranno fondati a - **1.50 m** rispetto al piano di calpestio della piscina scoperta.

Il terrapieno a ridosso della recinzione dell'ippodromo, spesso da **4.70** a **6.00 m**, è da asportare per le modeste caratteristiche fisiche e meccaniche.

L'area in esame, pur mostrando caratteristiche geomorfologiche abbastanza stabili, non presentando potenziali fenomeni d'instabilità, nella Tavola cartografica 595010-06 del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) emanata dall'ARTA, è contrassegnata come

sito di attenzione *, con il codice 040-6PM-166, per ciò che riguarda la pericolosità geomorfologica. **Nel caso in cui nelle carte della pericolosità e del rischio siano presenti aree indicate come siti di attenzione, questi vanno intesi come aree su cui approfondire il livello di conoscenza delle condizioni geomorfologiche e/o idrauliche in relazione alla potenziale pericolosità e rischio e su cui comunque gli eventuali interventi dovranno essere preceduti da adeguate approfondite indagini.*

Detta classificazione è verosimilmente da ricondurre alla presenza di cave che, nell'estesa area, negli anni 50 erano utilizzate per l'estrazione dei conci di tufo; pertanto, per le nuove opere da realizzare, è opportuno un approfondimento d'indagini.

Per la progettazione della tribuna della Piscina comunale scoperta e servizi annessi, oltre alle indagini acquisite, effettuate nel 1995 per l'adeguamento della Piscina comunale in occasione delle Universiadi del 1997, si è condotta una specifica campagna d'indagini i cui risultati, contenuti nel Rapporto di Prove, parte integrante degli Elaborati Progettuali, hanno escluso la presenza di cavità e/o pericolosità e rischi tali da compromettere la realizzazione delle opere in progetto.

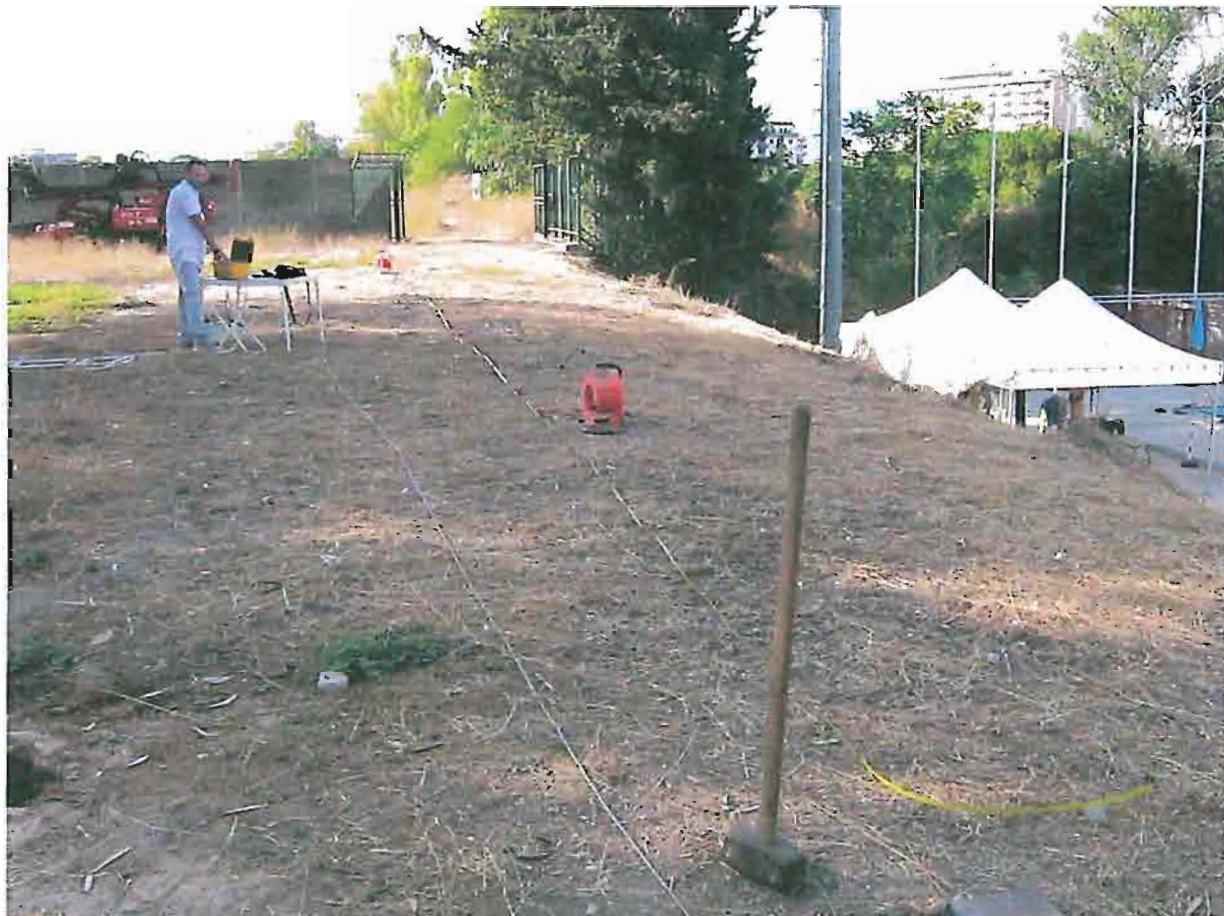
Circa la possibilità di potere riutilizzare il materiale di scavo, secondo quanto previsto dalla normativa vigente in materia, D.A. 11/12/2008 (Linee guida sull'utilizzo delle terre e rocce da scavo a seguito dell'entrata in vigore del D.Lgs. n. 4 del 16 gennaio 2008), solo i termini Calcarenitici che possono essere rinvenuti possono essere riutilizzati per i rinterri, mentre gli altri depositi superficiali alterati devono essere conferite a discarica.

Palermo, Dicembre 2014




Il Geologo
GIUSEPPE VINTI



ESECUZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO E LABORATORIO E PROVE SISMICHE PER L'INTERVENTO "PISCINA COMUNALE SCOPERTA -NUOVA TRIBUNA E SERVIZI ANNESSI"



RAPPORTO DI PROVA

ALL.	DESCRIZIONE	REDATTO	LA DITTA ESECUTRICE
A	PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI	Dott. Geol. G. Fiumara 	 GABRIELE FIUMARA Via Catania n° 164 98124 Messina C.F. FMR GRL 72L03 F158N P.IVA: 02146620832
B	CERTIFICATI DI PROVA	Dott. Geol. G. Fiumara 	
C	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA		

IL PRESENTE DOCUMENTO E' CREATO DA Dott. Geol. Gabriele Fiumara A TERMINE DI LEGGE OGNI DIRITTO E' RISERVATO

Geol. Gabriele FIUMARA
 via Catania n. 164 - 98124 MESSINA
 Tel, 090 2922390 FAX 095 5183233 gabriele.fiumara@pec.it

MODULO RDP – RAPPORTO DI PROVA**INDAGINI E STUDI SPECIFICI A SUPPORTO DEL PROGETTO “PISCINA COMUNALE SCOPERTA -NUOVA TRIBUNA E SERVIZI ANNESSI” DA SORGERE NEL COMUNE DI PALERMO****INDICE****Pagina**

1. Premessa	3
2. Prospezioni Geofisiche	4
2.1 Prova sismica attiva MASW (Multichannel Analysis of surface).....	4
2.1.1 Principi del metodo di prova	4
2.1.2 Apparecchiatura di prova	5
2.1.3 Esecuzione della prova.....	5
2.1.4 Elaborazione dei risultati.....	6
3. Prove di resistenza meccanica.....	8
3.2 Prova penetrometrica dinamica continua (DPM).....	8
3.2.1 Principi del metodo di prova	8
3.2.2 Apparecchiatura di prova	8
3.2.3 Esecuzione della prova.....	9
3.2.4 Elaborazione dei risultati.....	9
4. Conclusioni generali	12
4.1 Prospezioni geofisiche	12
4.1.1 Prova sismica attiva MASW (Multichannel Analysis of surface).....	12
4.2 Prove di resistenza meccanica.....	12
4.2.1 Prova penetrometrica dinamica continua (DPM).....	12

ALLEGATI

ALL. A – Planimetria ubicazione indagini

ALL. B – Certificati di prova

ALL. C – Documentazione fotografica

MODULO RDP – RAPPORTO DI PROVA

superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Il metodo di indagine MASW di tipo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30m-50m, in funzione della rigidità del suolo.

2.1.2 Apparecchiatura di prova

Per eseguire la prova sono state utilizzate le seguenti attrezzature:

- 2.1.2.1 Sismografo M.A.E. modello A3000-S digitale, 16 canali, 12 bit a memoria incrementale e possibilità di campionamento da 100 a 5.000 c/sec;
- 2.1.2.2 Trasduttori di velocità del moto del suolo a componente verticale con frequenza propria > 4,5 Hz (geofoni);
- 2.1.2.3 Sistema di energizzazione costituito da massa battente e piastra di battuta;
- 2.1.2.4 Cavo sismico con allacci geofonici;
- 2.1.2.5 Generatore di corrente continua;
- 2.1.2.6 Rullina metrica.

2.1.3 Esecuzione della prova

- 2.1.3.1 Per l'esecuzione delle prove è stato necessario definire prima di ogni operazione la lunghezza totale degli stendimenti sismici e la spaziatura intergeofonica da adottare. Quindi, dopo aver effettuato in sito le appropriate misure con la rullina metrica, sono stati contrassegnati e numerati i punti dove successivamente sono stati installati i geofoni verticali ed è stato disposto lo stendimento sismico avente spaziatura intergeofonica costante;
- 2.1.3.2 Una volta installati i geofoni, e collegati questi ultimi allo strumento di misurazione tramite il cavo sismico, è stato attivato il sismografo con il generatore di corrente ed è iniziata l'acquisizione. Sono state impostate n° 3 iterazioni programmate del sismografo di acquisizione per incrementare, tramite sommatoria matematica dei segnali gli impulsi sismici artificiali generati appositamente per i rilievi.

MODULO RDP – RAPPORTO DI PROVA

- 2.1.3.3 Ad energizzazione avvenuta si sono registrati i segnali degli impulsi sismici ricevuti ad ogni geofono posto lungo il cavo sismico;
- 2.1.3.4 Ultimata la rilevazione dei segnali si sono quindi archiviati i dati per le successive elaborazioni e calcolo delle velocità delle onde trasversali nel sottosuolo investigato.

2.1.4 Elaborazione dei risultati

Le fasi di calcolo del metodo MASW¹, che vengono eseguite nel processo di elaborazione dei dati, possono essere così sintetizzate:

- 2.1.4.1 Calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale;
- 2.1.4.2 Calcolo della velocità di fase apparente numerica;
- 2.1.4.3 Individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente lo spessore h e le velocità delle onde di taglio V_s degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase sperimentale e la velocità di fase numerica corrispondente al modello di suolo assegnato. La ricerca del profilo di velocità ottimale viene eseguita tramite software “SurfSeis” della Kansas Geological Survey (Licenza n° 20166) grazie ad un algoritmo di ricerca globale o locale che minimizza l’errore tra la curva sperimentale e la curva numerica. Quando l’errore relativo tra curva sperimentale e curva numerica risulta essere compreso tra il 5% e il 10% si ha un soddisfacente accordo tra le due curve ed il profilo di velocità delle onde di taglio V_s conseguente rappresenta una soluzione valida da un punto di vista ingegneristico;
- 2.1.4.4 Calcolo, nei primi 30m di profondità, della velocità media di propagazione delle onde di taglio S e determinazione del V_{s30} tramite la formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} \quad (1)$$

dove

¹ Ulteriori approfondimenti sul metodo di elaborazione MASW possono essere reperiti sul Bollettino dell’Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia, Anno XVI aprile-giugno 2008 n. 2, 20-27.

MODULO RDP – RAPPORTO DI PROVA

h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

2.1.4.5 Individuazione, ai fini della definizione dell'azione sismica, della categoria sismica di sottosuolo ai sensi del 3.2.2 del DM. 14/01/08 M.I.T.

Tabella 3.2.II - DM. 14/01/08 M.I.T. (*Categorie di sottosuolo*)

A - Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT > 50, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa).
C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < NSPT < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).
D - Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($NSPT < 15$, $c_u < 70$ kPa).
E - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s.

Tabella 3.2.III - DM. 14/01/08 M.I.T. (*Categorie aggiuntive di sottosuolo*)

S1 Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ 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 di argille altamente organiche.
S2 Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

2.1.4.6 Dall'elaborazione delle misure effettuate si ottengono le certificazioni delle velocità delle onde S ed il calcolo della V_{S30} che vengono rappresentate e riportate in allegato B.

3. Prove di resistenza meccanica

Le prove di resistenza meccanica sono il mezzo più comunemente utilizzato per sondare il sottosuolo in maniera diretta, individuare zone di scarsa o scarsissima resistenza e ricavarne i parametri tecnici principali.

Precisamente, per gli studi sui terreni di sedime dell'area di progetto, sono state effettuate n° 3 prove penetrometriche dinamiche continue di tipo DPM per una profondità complessiva di 1,3 m.

3.2 Prova penetrometrica dinamica continua (DPM)

3.2.1 Principi del metodo di prova

La prova consiste nell'infissione verticale nel terreno di una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta di acciaio prolungabile graduata mediante delle tacche poste ogni 10 cm. L'infissione avviene per battitura, facendo cadere un maglio di peso $M = 30$ Kg. da un'altezza costante $H = 20$ cm su apposita testa di battuta collegata all'asta graduata. In base al numero dei colpi inflitti per avere un approfondimento di 10 cm della punta si risale alle caratteristiche meccaniche del terreno considerato.

3.2.2 Apparecchiatura di prova

Per eseguire la prova sono state utilizzate le seguenti attrezzature:

- 3.2.2.1 Penetrometro Compac modello PENNY 30 matr. n. 430, con peso del maglio $M=30$ Kg, peso incudine $P_p = 12$ Kg e altezza di caduta del maglio $H = 20$ cm, fornito di motore a scoppio per la trasmissione dell'energia meccanica necessaria al sollevamento del maglio;
- 3.2.2.2 Aste prolungabili di Lunghezza $L = 1$ m graduate ogni 10 cm, diametro $\phi = 22$ mm. e peso $P = 2,9$ Kg/metro;
- 3.2.2.3 Punta conica a perdere con angolo al vertice $\beta = 60^\circ$, area $A = 10$ cm² e diametro ϕ di 35,6 mm;
- 3.2.2.4 Gruppo estrattore aste.

3.2.3 Esecuzione della prova

- 3.2.3.1 Per l'esecuzione della prova è stato necessario definire prima di ogni operazione i punti su cui effettuare le verticali di prova (cfr planimetria in allegato A);
- 3.2.3.2 Predisposta l'attrezzatura in corrispondenza dei punti da investigare si è dato inizio all'esecuzione della prova registrando il numero di colpi necessari per avere un infissione della punta per tratti consecutivi di 10,0 cm;
- 3.2.3.3 Ad ogni 10,0 cm di infissione si è riportato il numero dei colpi necessari e si è ripetuta l'operazione alla seconda tacca dell'asta e così via. Quando l'asta è si è trovata pressoché tutta conficcata sul terreno si è tolto il gruppo maglio e il gruppo incudine, avvitato una seconda asta e si è ripreso con le operazioni di battitura. La prova si è conclusa quando le aste non sono più penetrate nel terreno (il limite strumentale del Compac Penny 30 è di oltre i 100 colpi per avere una infissione di 10 cm) o quando si è ritenuto di avere già acquisito elementi sufficienti per una caratterizzazione significativa dei terreni investigati;
- 3.2.3.4 Ultimata la prova si è provveduto a recuperare le aste utilizzando l'apposito estrattore.

3.2.4 Elaborazione dei risultati

Il risultati delle prove penetrometriche sono trascritti su apposita tabella di campagna e riportati sotto forma di diagramma avente in ascisse il numero dei colpi di maglio necessari ad infiggere la punta nel terreno per tratti di 10 cm (N_{dp}) ed in ordinate la profondità in cm della punta dal piano di campagna (v.si allegato B).

Le fasi di calcolo che vengono eseguite nel processo di elaborazione dei dati, possono essere così sintetizzate:

- 3.2.4.1 Calcolo della resistenza di rottura dinamica alla punta (Rpd), parametro caratteristico dello stato di addensamento di un terreno incoerente e della consistenza di un terreno coesivo, tramite la nota formula degli olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \times H}{A \times e \times (M + P + Pp)} \quad (1)$$

MODULO RDP – RAPPORTO DI PROVA

dove $e = 10/N_{dp}$ (cm) rifiuto; con N_{dp} corrispondente al n° di colpi per ogni approfondimento di 10 cm;

3.2.4.2 Calcolo della capacità portante ammissibile (Q_{amm}), tramite la nota formula

$$Q_{amm} = \frac{Rpd}{15 \div 25} \quad (2)$$

3.2.4.3 Calcolo del numero dei colpi della prova S.P.T. (N_{spt}) tramite l'applicazione del coefficiente riduttivo α fornito dal produttore del PENNY 30 che per lo strumento in questione vale 1,32 quando questo viene utilizzato con il maglio da 30 Kg

$$N_{spt} = \frac{N_{dp}}{1,32} \quad (3)$$

dove N_{dp} è il numero di colpi del penetrometro PENNY 30.

3.2.4.4 Calcolo dei parametri caratteristici dei terreni incoerenti (D_r , ϕ , Y_v) e di quelli coesivi (I_c , C_u , Y_v) tramite le correlazioni esistenti in letteratura (TERZAGHI-PECK e SKEMPTON) riassunte in tab. 3.1.

3.2.4.5 Calcolo del modulo di deformazione edometrica per terreni incoerenti (E') e coesivi (E_u) tramite le formule di FARRENT e STROUD-BUTLER

$$E' \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 7,15 \times N_{spt} \quad (4)$$

$$E_u \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 5 \times N_{spt} \quad (5)$$

Definizione della consistenza	Numero dei colpi N_{spt} (S.P.T.)	Indice di consistenza I_c	Coesione non drenata C_u (t/mq)	Peso di volume secco Y_v (t/mc)
<i>Terreni coesivi</i>				
Molle	<2	~ 0	<1,0	< 1,50
Tenero	2-4	0-0,25	1,0-2,5	1,50-1,70
Medio	4-8	0,25-0,5	2,5-5,0	1,70-1,90
Compatto	8-15	0,5-0,75	5,0-10,0	1,90-2,05
Molto compatto	15-30	0,75-1,0	10,0-20,0	2,05-2,15
Duro	>30	>1,0	>20,0	>2,15
<i>Terreni incoerenti</i>				
		Densità relativa D_r (%)	Angolo di attrito ϕ (°)	Peso di volume secco Y_v (t/mc)
Molto sciolto	<4	<20	<28	<1,30
Sciolto	4-10	20-35	28-30	1,30-1,50
Medio	10-30	35-65	30-35	1,50-1,95
Denso	30-50	65-80	35-40	1,95-2,05
Molto denso	>50	>80	>40	>2,05

Tab. 3.1

MODULO RDP – RAPPORTO DI PROVA

3.2.2.1 I risultati delle prove penetrometriche vengono diagrammati sotto forma di istogrammi penetrometrici ed i parametri tecnici dei terreni indagati sono trascritti su apposite tabelle nell'allegata certificazione di prova (cfr ALL. B).

3.2.2.2 Prove di laboratorio

Sono state svolte delle analisi di laboratorio per individuare le caratteristiche dei suolo, in dettaglio sono state effettuate le seguente prove; determinazione del contenuto d'acqua naturale, del peso di volume, l'analisi granulometrica, prova di taglia.

I risultati sono sinteticamente quelli della tabella sotto e meglio descritti nel rapporto di prova del laboratorio che ha effettuato le indagini di laboratorio.

COMMITTENTE : Ditta Fiumara Gabriele

LOCALITA' : Comune di Palermo

PROGETTO : Piscina comunale scoperta - Progetto per la nuova tribuna e servizi annessi

RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE FISICHE

CAMPIONE	PROF. (m)	γ KN/m ³	γ_s KN/m ³	γ_d KN/m ³	Wn %	Wl %	Wp %	S %	n %	K (cm ² /sec)
S1C1	8.70	20.11		16.01	25.63					4.84E-04
S1C2	10.50	20.49		17.76	15.33					

RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE MECCANICHE

CAMPIONE	PROF. (m)	C'	ϕ'	C'(Res)	ϕ' (Res)	Ic	Eu	E'
		KN/m ²	gradi	KN/m ²	gradi		Kg/cm ²	Kg/cm ²
S1C1	8.70	0.00	39°			1,20	280	420
S1C2	10.50	0.00	38°					

4. Conclusioni generali

Dall'analisi dei dati e dalle restituzioni numeriche e grafiche ottenute, si evincono i seguenti risultati:

La profondità massima di investigazione ottenuta dalle indagini è stata pari a massimo 30,0 m. dal p.c.

4.1 Prospezioni geofisiche

4.1.1 Prova sismica attiva MASW (Multichannel Analysis of surface)

L'elaborazione dei dati geofisici della prova attiva MASW ha permesso la restituzione di n° 1 profilo verticale 1D del terreno, in termini di velocità delle onde di taglio (Vs), con il quale si può caratterizzare il sottosuolo secondo il D.M. 14/01/08 M.I.T. nei primi 30 m:

n° MASW	Vs30 (m/s)	Categoria di Sottosuolo
1	713,50	B

4.2 Prove di resistenza meccanica

4.2.1 Prova penetrometrica dinamica continua (DPM)

Dall'analisi degli istogrammi penetrometrici è stato riscontrato che vi sono essenzialmente 2 litotipi e che interagiscono con l'opera in progetto. Dal litotipo più superficiale (suolo vegetale) a quello più profondo il valore del Nspt è riportato (come media delle prove effettuate) come segue:

- 1) Litotipo Nspt = ~ 10,30
- 2) Litotipo Nspt = ~ 55,72

I valori dei parametri tecnici degli strati attraversati durante le prove eseguite sono riportati nei seguenti report:

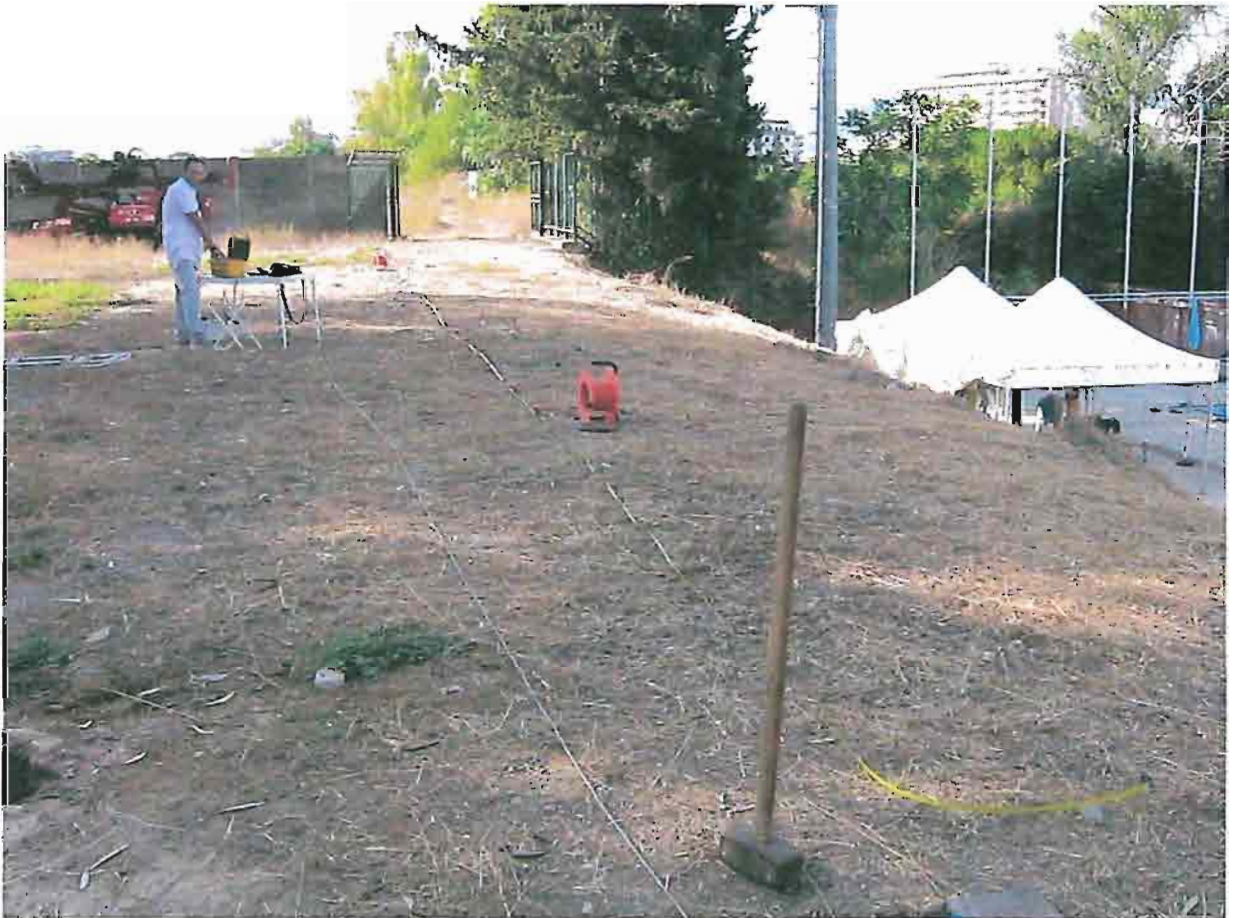
Messina li , 10 ottobre 2014


 (Dott. Geol. Gabriele Fiumara)
 Dott. Geol. Fiumara
 Ordine dei Geologi della Sicilia
 2014/01/08


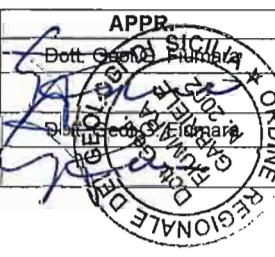
REGIONE SICILIANA

COMUNE DI PALERMO

ESECUZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO E LABORATORIO E PROVE SISMICHE PER L'INTERVENTO "PISCINA COMUNALE SCOPERTA - NUOVA TRIBUNA E SERVIZI ANNESSI"



PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI

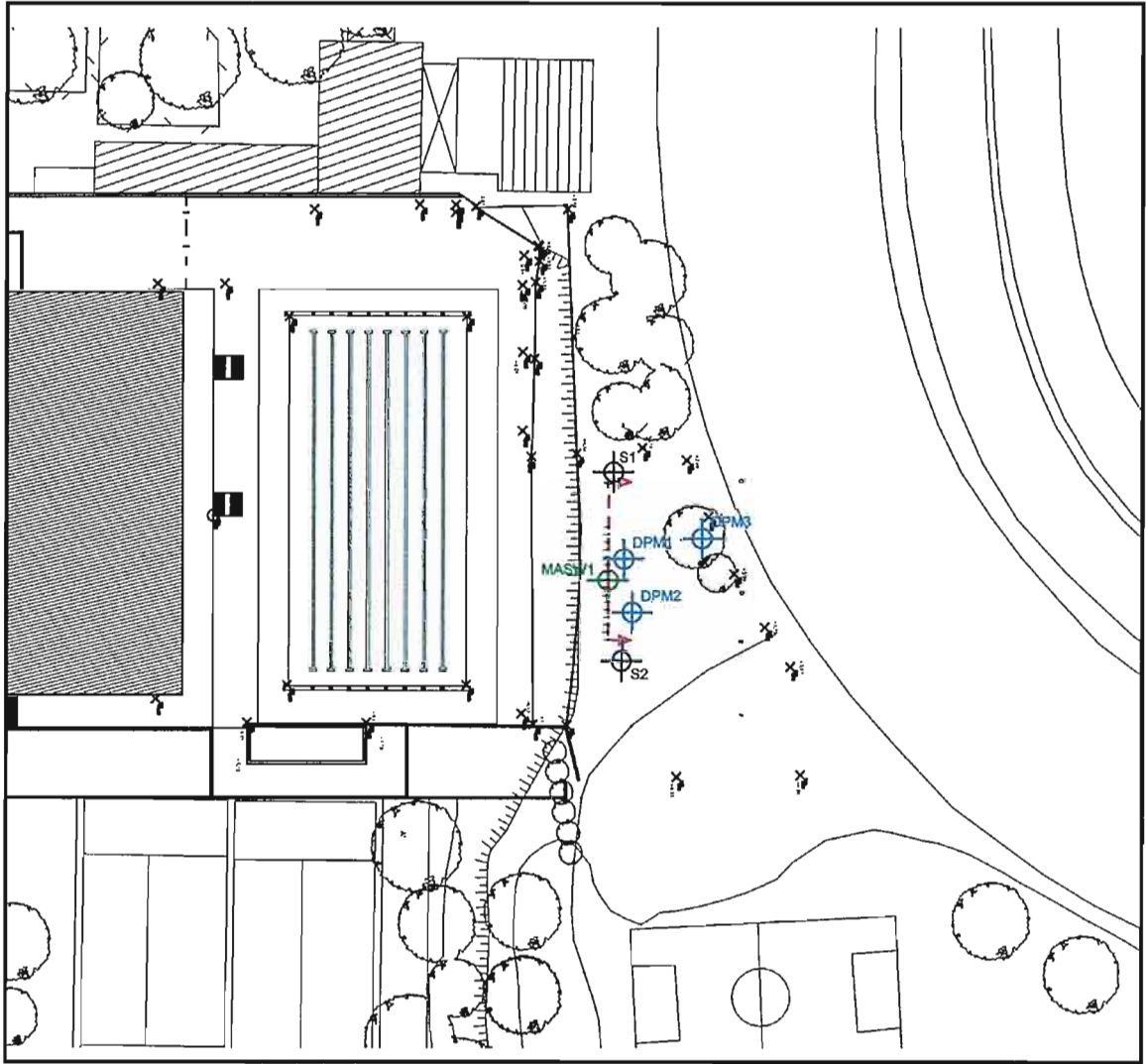
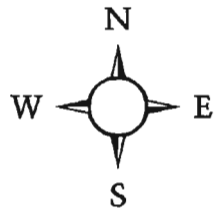
ALL.	DESCRIZIONE	REDATTO	APPR.	LA DITTA ESECUTRICE
A	PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI	Dott. Geol. G. Fiumara 	Dott. Geol. G. Fiumara 	GABRIELE FIUMARA Via Catania n° 164 98124 Messina C.F.: FMR GRI 021403 F158N P.IVA: 02146620852
B	CERTIFICATI DI PROVA			
C	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA			

IL PRESENTE DOCUMENTO E' CREATO DA Dott. Geol. Gabriele Fiumara A TERMINE DI LEGGE OGNI DIRITTO E' RISERVATO

Geol. Gabriele FIUMARA
via Catania n. 164 - 98124 MESSINA
Tel, 090 2922390 FAX 095 5183233 gabriele.fiumara@pec.it

UBICAZIONE INDAGINI

SCALA 1:1000



LEGENDA

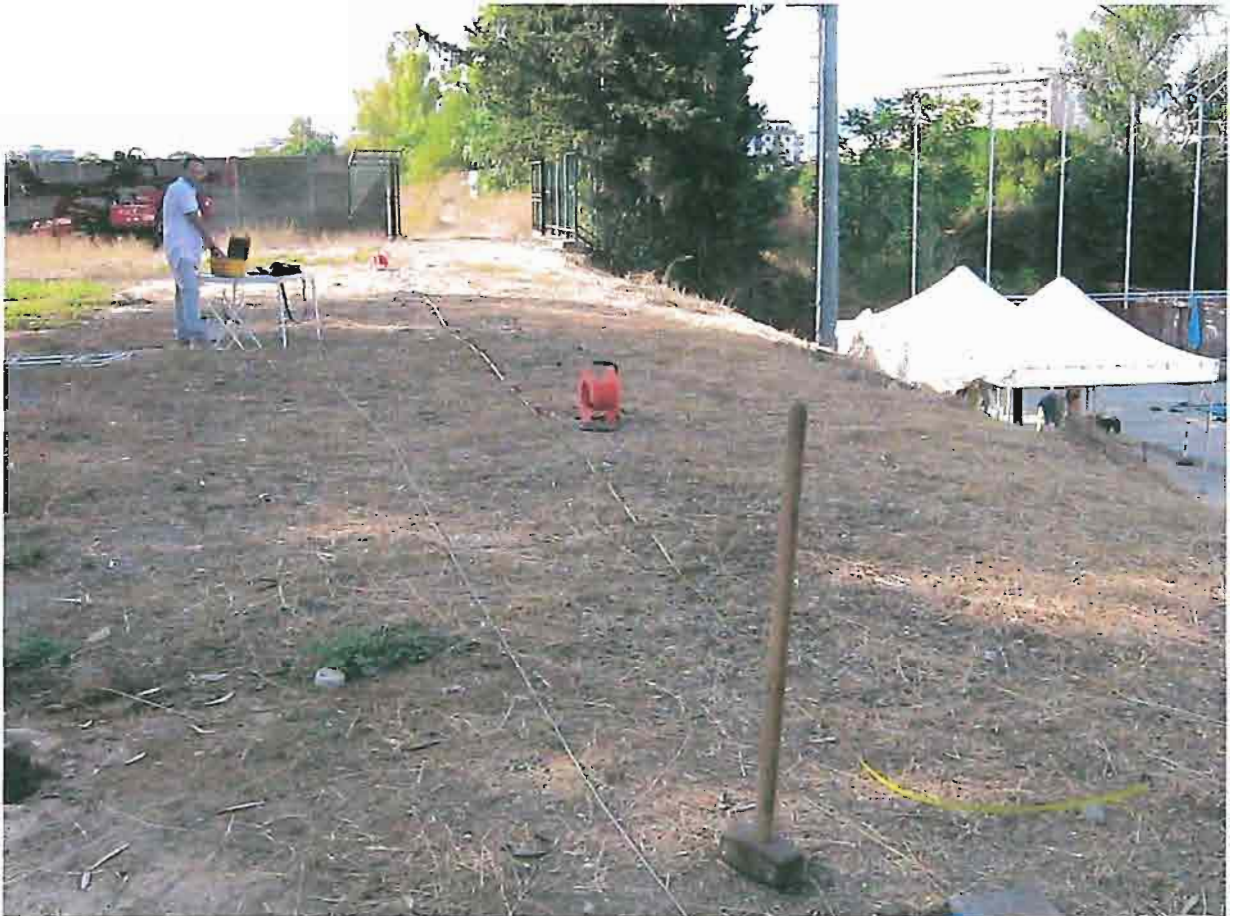
- Ubicazione sondaggio a carotaggio (Altro O.P.)
- Ubicazione profilo 1D di prove MASW
- Prova penetrometrica dinamica continua
- Posizione geofoni
- Sorgente di energizzazione sismica
- Traccia stendimento MASW

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension, etc			Article No/Reference	
Designed by	Checked by	Approved by_date	Filename	Date	Scale 1:1.000	
<h2>UBICAZIONE INDAGINI</h2>				Edition 000	ALL. A	

REGIONE SICILIANA

COMUNE DI PALERMO

ESECUZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO E LABORATORIO E PROVE SISMICHE PER L'INTERVENTO "PISCINA COMUNALE SCOPERTA -NUOVA TRIBUNA E SERVIZI ANNESSI"



CERTIFICATI DI PROVA

ALL.	DESCRIZIONE	REDATTO		LA DITTA ESECUTRICE
A	PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI	Dott. Geol. G. Fiumara	Dott. Geol. G. Fiumara	GABRIELE FIUMARA Via Catania n° 164 98124 MESSINA C.F.: FMR GRL 72L03 F158N P.IVA: 02146620832
B	CERTIFICATI DI PROVA	Dott. Geol. G. Fiumara	Dott. Geol. G. Fiumara	
C	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	Dott. Geol. G. Fiumara	Dott. Geol. G. Fiumara	

IL PRESENTE DOCUMENTO E' CREATO DA Dott. Geol. Gabriele Fiumara A TERMINE DI LEGGE OGNI DIRITTO E' RISERVATO

Geol. Gabriele FIUMARA
via Catania n. 164 - 98124 MESSINA
Tel, 090 2922390 FAX 095 5183233 gabriele.fiumara@pec.it

Comune di Palermo

Servizio di esecuzione di indagini geostatiche in sito e laboratorio e prove sismiche per l'intervento "Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi"

Committente: Ufficio servizi pubblici a rete di pubblica utilità	Tipo Sonda: CMV MK 420 D	Coordinate: N 38° 9' 0,91"	SONDAGGIO: S1	Certificato n°: 01/2014
Progetto: Piscina comunale scoperta	Prof. raggiunta: 13,50	Coordinate: E 13° 20' 40,68"	Carotaggio: continuo a rotazione	Commessa n°: 01/2014
Località: Palermo presso piscina comunale scoperta	Diam. foro: 101,00	Quota: 38,00	Rivestimento (m): 0,00	Inizio/Fine Esecuzione: 16 luglio 2014
Comune: Palermo	N° Cass. catalog.: 3	N° di foto: 4	Falda (m pc): 0,00	Pagina: 1

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	% Carot. R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Falda	Piezom / Inclinom
-0.50	Suolo vegetale		-0.50	%C=60						
-1		calcareniti friabili immerse in matrice limosa- sabbiosa di colore marrone-bruno		%C=50						
-2										
-3										
-4		calcareniti biancastre	-4.10	%C=50						
-5		calcareniti friabili immerse in matrice limosa- sabbiosa di colore marrone-bruno	-5.00	%C=40						
-6		calcareniti bianco-giallastre	-6.00	%C=45						
-7										
-8										
-9										
-10										
-11										
-12										
-13			-13.00							
-14										
-15										
-16										
-17										
-18										
-19										

Condizionamento foro: no

Operatore sonda: Geo. Gabriele Fiumara
 Resp. Tecnica in campo: Geo. Gabriele Fiumara

DIREZIONE REGIONALE
 DEI GEOLGICI DI SICILIA
 PALERMO
 GABRIELE FIUMARA
 DIR. GEOL.

Comune di Palermo

Servizio di esecuzione di indagini geostatiche in sito e laboratorio e prove sismiche per l'intervento "Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi"

Committente: Ufficio servizi pubblici a rete di pubblica utilità	Tipo Sonda: CMV MK 420 D	Coordinate: N 38° 9' 0,38"	SONDAGGIO: S2	Certificato n°: 02/2014
Progetto: Piscina comunale scoperta	Prof. raggiunta: 13,50	Coordinate: E 13° 20' 40,95"	Carotaggio: continuo a rotazione	Commessa n°: 01/2014
Località: Palermo presso piscina comunale scoperta	Diam. foro: 101,00	Quota: 38,30	Rivestimento (m): 0,00	Inizio/Fine Esecuzione: 17 luglio 2014
Comune: Palermo	N° Cass. catalog.: 3	N° di foto: 4	Falda (m pc): 0,00	Pagina: 1

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	% Carot. R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Falda	Piezometri
-0,50		suolo vegetale	-0,50	%C=50						
-1		calcareni friabili immerse in matrice limosa-sabbiosa di colore marrone-bruno		%C=20						
-4,70		calcreniti biancastre	-4,70	%C=20						
-6,00		calcreniti bianco-giallastre	-6,00	%C=15						
-15,00			-15,00							

Condizionamento foro: no

Operatore sonda: Ges. Gabriele Fiumara
 Resp. Tecnico: Ing. Geol. Gabriele Fiumara

Prot. N°: 0271

Certificato N° 01

Richiedente: Comune di Palermo

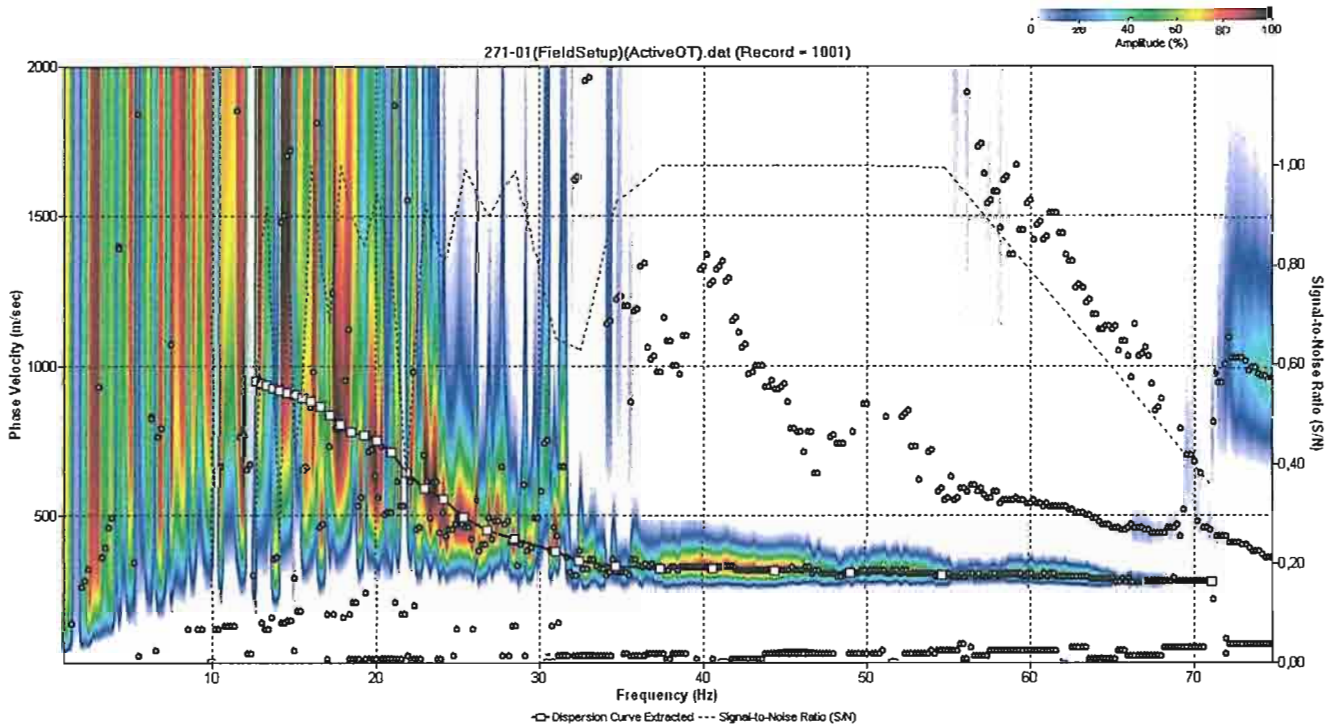
Pagina 1/2

Data inizio e fine prova: 05.08.2014

Rif. Lavoro: ESECUZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO E LABORATORIO
E PROVE SISMICHE PER L'INTERVENTO "PISCINA COMUNALE SCOPERTA
-NUOVA TRIBUNA E SERVIZI ANNESSI"

Attrezzatura: Sismografo M.A.E A3000S16 Matr. N° M040743

CERTIFICATO DI PROVA SISMICA ATTIVA MASW_01



Il presente certificato di prova è composto da 2 fogli numerati da 1 a 2.

E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento senza la preventiva autorizzazione scritta del Geol. Gabriele Fiumara.

Prot. N°: 0271

Certificato N° 01

Pagina 2/2

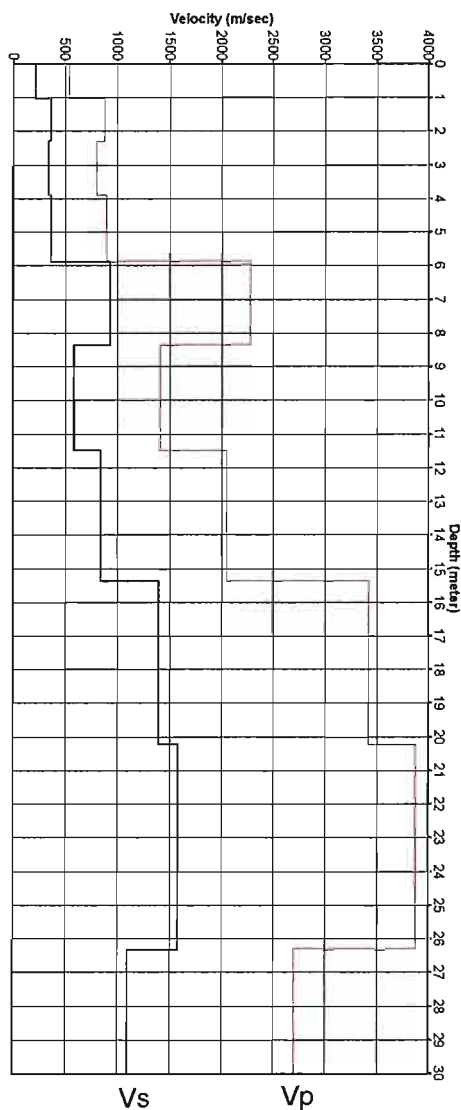
Data inizio e fine prova: 05.08.2014

Richiedente: Comune di Palermo

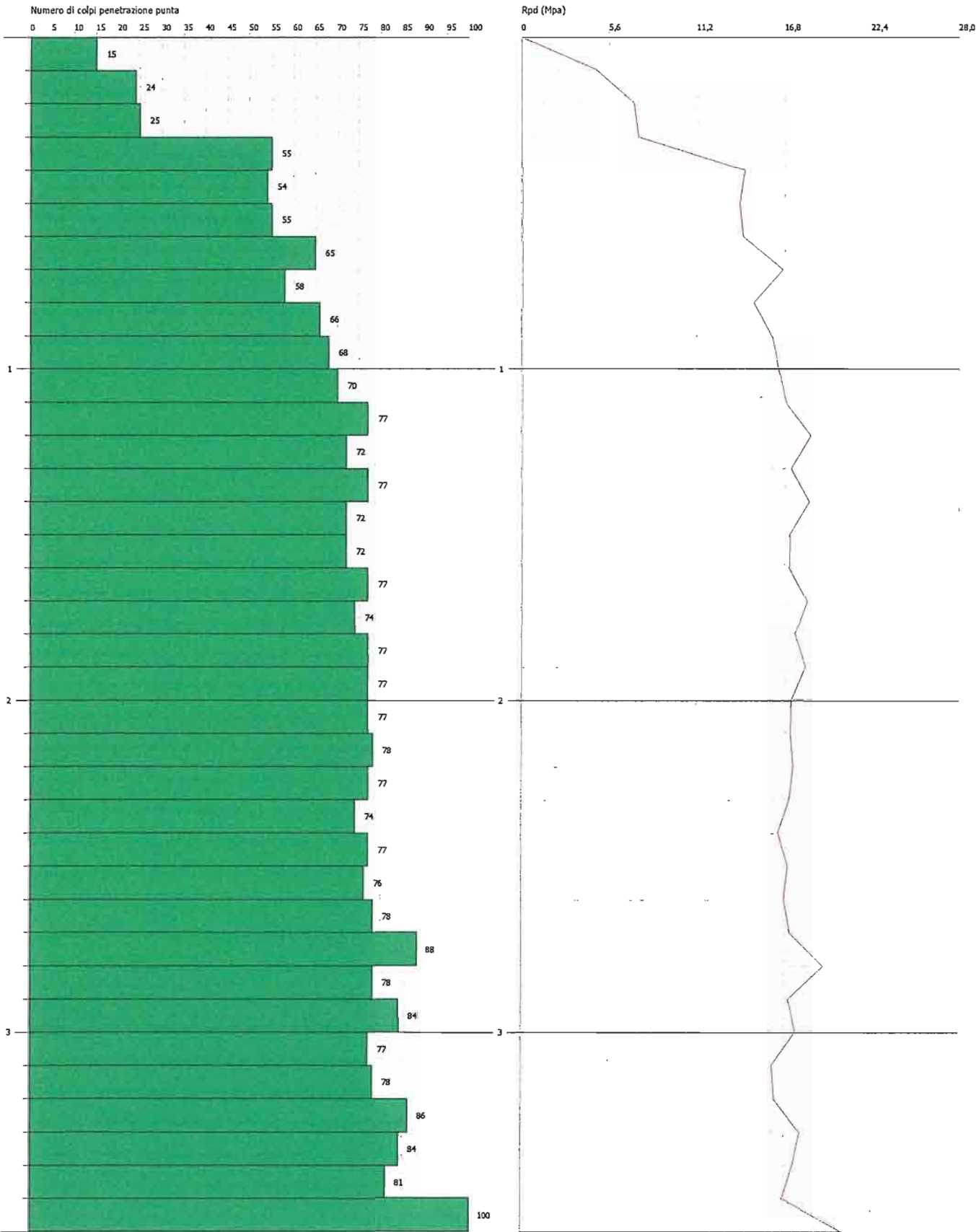
Rif. Lavoro: ESECUZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO E LABORATORIO
E PROVE SISMICHE PER L'INTERVENTO "PISCINA COMUNALE SCOPERTA
-NUOVA TRIBUNA E SERVIZI ANNESSI"

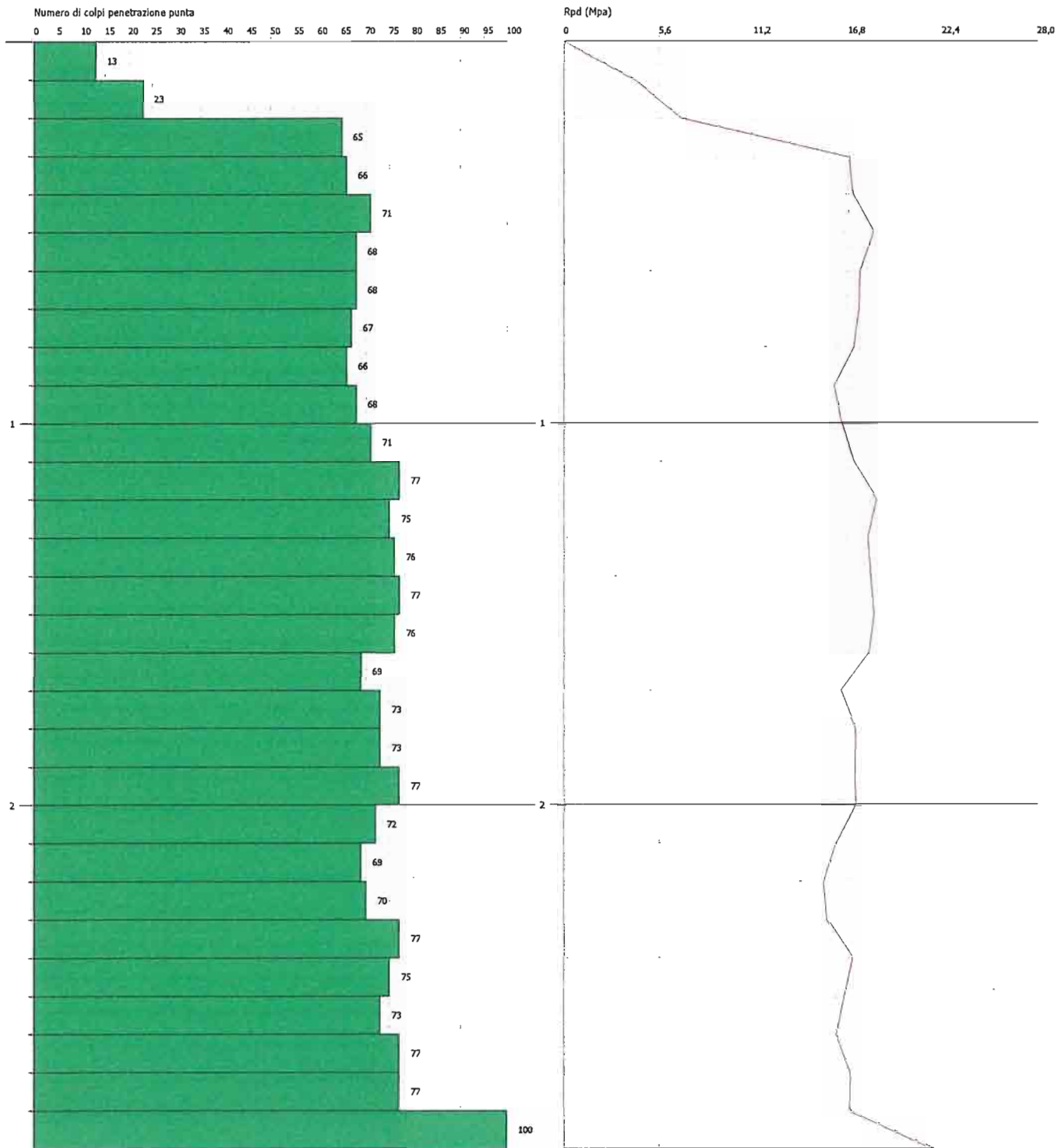
Attrezzatura: Sismografo M.A.E A3000S16 Matr. N° M040743

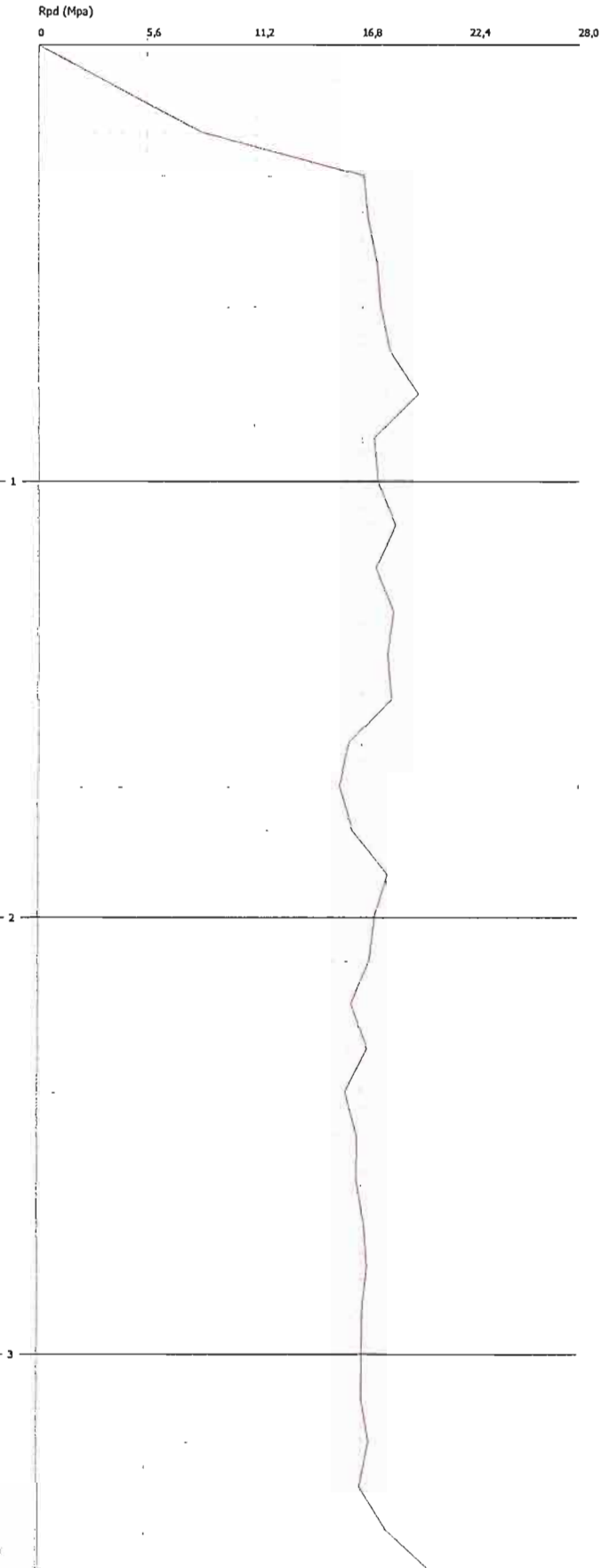
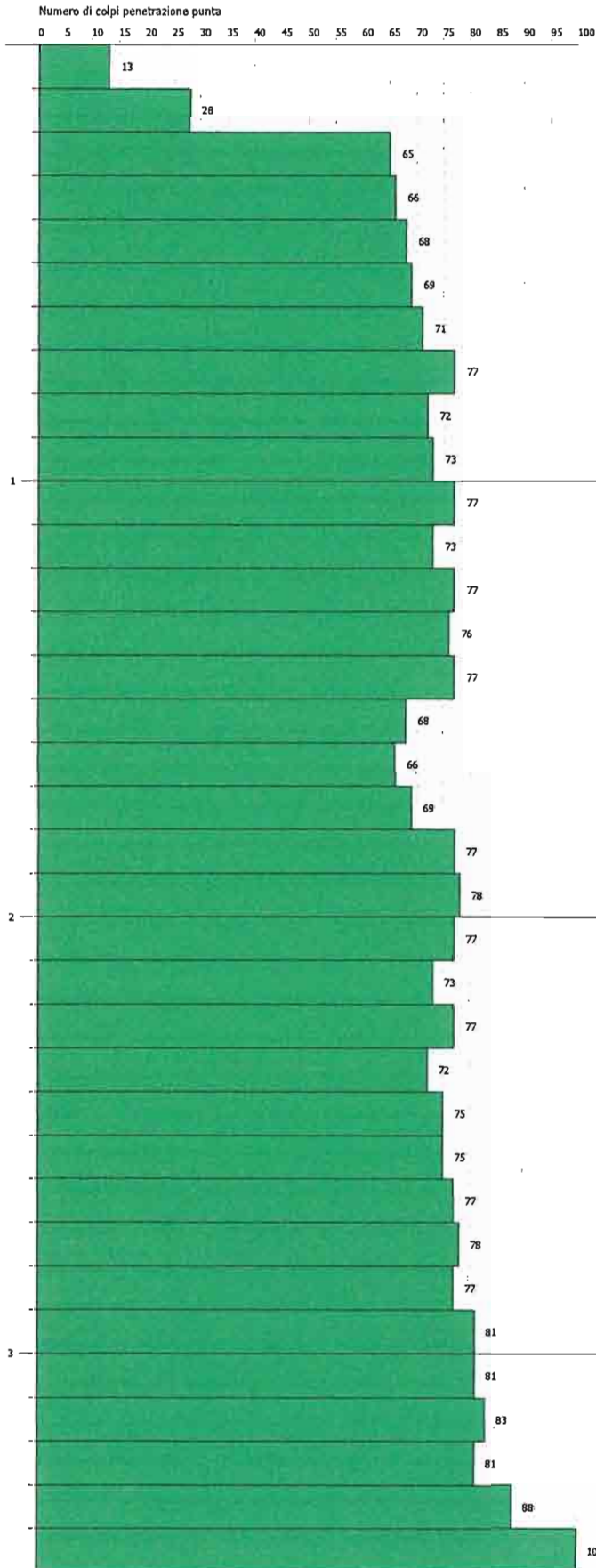
CERTIFICATO DI PROVA SISMICA ATTIVA MASW_01



Vs30 = 713,50 m/sec







PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Comune di Palermo
Cantiere: PROGETTO PER LA NUOVA TRIBUNA E SERVIZI ANNESSI
Località: Piscina scoperta -Palermo

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: PENNY 30

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	12 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2,4 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,90 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coef. Correlazione	0,765
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

OPERATORE
Geol. Gabriele Fiumara



RESPONSABILE
Geol. Gabriele Fiumara



PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE
(DYNAMIC PROBING)
DPSH – DPM (... scpt ecc.)

Le illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità operativa, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le dovute cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

I parametri caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione) δ
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si fa una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

La classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

Penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha=60-90^\circ$), diametro D 35.7 mm, area base cono $A=10 \text{ cm}^2$ rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
 massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H=0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
 massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A=20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
 massa battente $M=63.5$ kg, altezza caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

La prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni sul sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova. Pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} . Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

cui

- = peso massa battente;
- = peso aste;
- = altezza di caduta;
- = area base punta conica;
- = passo di avanzamento.

Calcolo resistenza dinamica alla punta R_{pd}

Formula Olandese

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

- R_{pd} = resistenza dinamica punta (area A);
- = infissione media per colpo (δ / N);
- = peso massa battente (altezza caduta H);
- = peso totale aste e sistema battuta.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*. Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Squalini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981. Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

La vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati su prove verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea e/o complessa.

Questo particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenze alla punta.

Elaborazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori ammissibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media + s

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media - s

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Immissione ammissibile

Immissione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. e di ancoramento $d = 1$ mt..

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

N_{spt} corretto = $15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$

Nspt è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38°
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONAL RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Consistenza relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_v)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buismann-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Metodo di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Metodo di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Metodo di volume saturo

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa $\gamma = 2,65$ t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95)

Indice di Poisson

- Classificazione A.G.I.

Indice di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss 1978-1981 . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità di onde di taglio V_s (m/sec)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Indice di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Indice di reazione (K_o)

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso .

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

Correlazioni geotecniche terreni coesivi**Coesione non drenata**

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). C_u min-max.
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (C_u - N_{spt} -grado plasticità).
- Schmertmann 1975 C_u (Kg/cmq) (valori medi), valida per argille e limi argillosi con $N_c=20$ e $Q_c/N_{spt}=2$.
- Schmertmann 1975 C_u (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata C_u (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità .
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni 1982 , valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

Indice Edometrico-Confinato (M_o)

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - M_o (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($N_{spt} < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt}=6-12$).

ulo Di Young (E_y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. >15
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

di volume saturo

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa $G=2,70$ (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 ($N_{spt}=0$) a 0,545 ($N_{spt}=28$)

PROVA ... Nr.1

to utilizzato...
eguita in data
tà prova
n rilevata

PENNY 30
05/08/2014
3,60 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	15	0,807	4,81	5,96	240,51	298,18
0,20	24	0,755	7,20	9,54	360,02	477,08
0,30	25	0,753	7,48	9,94	374,06	496,96
0,40	55	0,651	14,23	21,87	711,49	1093,31
0,50	54	0,649	13,93	21,47	696,52	1073,43
0,60	55	0,647	14,15	21,87	707,38	1093,31
0,70	65	0,645	16,67	25,84	833,60	1292,09
0,80	58	0,643	14,83	23,06	741,73	1152,94
0,90	66	0,642	16,83	26,24	841,67	1311,97
1,00	68	0,640	16,41	25,65	820,43	1282,41
1,10	70	0,638	16,84	26,40	842,24	1320,13
1,20	77	0,636	18,48	29,04	923,95	1452,14
1,30	72	0,635	17,23	27,16	861,63	1357,84
1,40	77	0,633	18,38	29,04	919,01	1452,14
1,50	72	0,631	17,14	27,16	857,07	1357,84
1,60	72	0,630	17,10	27,16	854,84	1357,84
1,70	77	0,628	18,24	29,04	911,84	1452,14
1,80	74	0,626	17,48	27,91	874,08	1395,56
1,90	77	0,625	18,14	29,04	907,22	1452,14
2,00	77	0,623	17,22	27,63	860,81	1381,30
2,10	77	0,622	17,17	27,63	858,68	1381,30
2,20	78	0,620	17,35	27,98	867,70	1399,24
2,30	77	0,619	17,09	27,63	854,51	1381,30
2,40	74	0,617	16,39	26,55	819,25	1327,49
2,50	77	0,616	17,01	27,63	850,45	1381,30
2,60	76	0,614	16,75	27,27	837,44	1363,36
2,70	78	0,613	17,15	27,98	857,49	1399,24
2,80	88	0,611	19,30	31,57	965,21	1578,63
2,90	78	0,610	17,07	27,98	853,59	1399,24
3,00	84	0,609	17,49	28,74	874,54	1436,79
3,10	77	0,607	16,00	26,34	799,89	1317,06
3,20	78	0,606	16,17	26,68	808,50	1334,16
3,30	86	0,605	17,79	29,42	889,50	1471,00
3,40	84	0,603	17,34	28,74	866,96	1436,79
3,50	81	0,602	16,68	27,71	834,23	1385,47
3,60	100	0,601	20,56	34,21	1027,77	1710,46

PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

UNI COESIVI
ne non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (t/mq)
Strato 1	11,47	0,10	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	9,45
Strato 2	55,89	3,60	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	29,

resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
--	------	------------------	--------------	----------

Strato 1	11,47	0,10	Robertson (1983)	2,25
Strato 2	55,89	3,60	Robertson (1983)	10,96

ulo Edometrico non drenato

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eu (Kg/cmq)
Strato 1	11,47	0,10	Stroud e Butler (1975)	15,16
Strato 2	55,89	3,60	Stroud e Butler (1975)	281,15

ulo Edometrico drenato

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	E' (Kg/cmq)
Strato 1	11,47	0,10	Stroud e Butler (1975)	22,16
Strato 2	55,89	3,60	Stroud e Butler (1975)	421,88

ulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato 1	11,47	0,10	Apollonia	11,25
Strato 2	55,89	3,60	Apollonia	54,81

e di consistenza

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ic
Strato 1	11,47	0,10	Apollonia	0,73
Strato 2	55,89	3,60	Apollonia	1,19

ificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	11,47	0,10	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 2	55,89	3,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 1	11,47	0,10	Meyerhof ed altri	19,71
Strato 2	55,89	3,60	Meyerhof ed altri	24,52

unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 1	11,47	0,10	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	--
Strato 2	55,89	3,60	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	24,52

PROVA ... Nr.2

mento utilizzato...
eseguita in data
ndità prova
non rilevata

PENNY 30
05/08/2014
2,90 mt

Fondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda	Res. dinamica ridotta	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione	Pres. ammissibile Herminier -
-------------	-----------	--------------------------------	-----------------------	---------------------	---------------------------------	-------------------------------

		Chi	(Mpa)		Herminier - Olandesi (KPa)	Olandesi (KPa)
0,10	13	0,807	4,17	5,17	208,44	258,42
0,20	23	0,755	6,90	9,14	345,02	457,20
0,30	65	0,653	16,87	25,84	843,34	1292,09
0,40	66	0,651	17,08	26,24	853,79	1311,97
0,50	71	0,649	18,32	28,23	915,80	1411,36
0,60	68	0,647	17,49	27,03	874,58	1351,73
0,70	68	0,645	17,44	27,03	872,08	1351,73
0,80	67	0,643	17,14	26,64	856,82	1331,85
0,90	66	0,642	16,83	26,24	841,67	1311,97
1,00	68	0,640	16,41	25,65	820,43	1282,41
1,10	71	0,638	17,09	26,78	854,27	1338,99
1,20	77	0,636	18,48	29,04	923,95	1452,14
1,30	75	0,635	17,95	28,29	897,53	1414,42
1,40	76	0,633	18,14	28,67	907,07	1433,28
1,50	77	0,631	18,33	29,04	916,59	1452,14
1,60	76	0,630	18,05	28,67	902,33	1433,28
1,70	69	0,628	16,34	26,03	817,10	1301,27
1,80	73	0,626	17,25	27,53	862,27	1376,70
1,90	73	0,625	17,20	27,53	860,09	1376,70
2,00	77	0,623	17,22	27,63	860,81	1381,30
2,10	72	0,622	16,06	25,83	802,92	1291,61
2,20	69	0,620	15,35	24,76	767,58	1237,79
2,30	70	0,619	15,54	25,11	776,82	1255,73
2,40	77	0,617	17,05	27,63	852,46	1381,30
2,50	75	0,616	16,57	26,91	828,36	1345,42
2,60	73	0,614	16,09	26,19	804,38	1309,55
2,70	77	0,613	16,93	27,63	846,49	1381,30
2,80	77	0,611	16,89	27,63	844,56	1381,30
2,90	100	0,610	21,89	35,88	1094,35	1793,90

TA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

RENI COESIVI one non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (t/mq)
Strato 1	9,94	0,10	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	1,71
Strato 2	54,54	2,90	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	29,00

Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	9,94	0,10	Robertson (1983)	1,95
Strato 2	54,54	2,90	Robertson (1983)	10,70

lo Edometrico non drenato

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	E' (Kg/cmq)
Strato 1	9,94	0,10	Stroud e Butler (1975)	70,28
Strato 2	54,54	2,90	Stroud e Butler (1975)	562,47

lo Edometrico drenato

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eu (Kg/cmq)
Strato 1	9,94	0,10	Stroud e Butler (1975)	47,47

Strato 2	54,54	2,90	Stroud e Butler (1975)	324,54
----------	-------	------	------------------------	--------

ulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato 1	9,94	0,10	Apollonia	9,75
Strato 2	54,54	2,90	Apollonia	53,49

ce di consistenza

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ic
Strato 1	9,94	0,10	Apollonia	0,20
Strato 2	54,54	2,90	Apollonia	1,21

sificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	9,94	0,10	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 2	54,54	2,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 1	9,94	0,10	Meyerhof ed altri	19,32
Strato 2	54,54	2,90	Meyerhof ed altri	24,52

unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 1	9,94	0,10	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	--
Strato 2	54,54	2,90	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	24,52

PROVA ... Nr.3

mento utilizzato...
a eseguita in data
ondità prova
a non rilevata

PENNY 30
05/08/2014
3,50 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	13	0,807	4,17	5,17	208,44	258,42
0,20	28	0,755	8,40	11,13	420,02	556,59
0,30	65	0,653	16,87	25,84	843,34	1292,09
0,40	66	0,651	17,08	26,24	853,79	1311,97
0,50	68	0,649	17,54	27,03	877,10	1351,73
0,60	69	0,647	17,75	27,43	887,44	1371,61
0,70	71	0,645	18,21	28,23	910,55	1411,36
0,80	77	0,643	19,69	30,61	984,71	1530,63
0,90	72	0,642	18,36	28,62	918,19	1431,24
1,00	73	0,640	17,62	27,53	880,75	1376,70
1,10	77	0,638	18,53	29,04	926,46	1452,14
1,20	73	0,636	17,52	27,53	875,95	1376,70

1,30	77	0,635	18,43	29,04	921,46	1452,14
1,40	76	0,633	18,14	28,67	907,07	1433,28
1,50	77	0,631	18,33	29,04	916,59	1452,14
1,60	68	0,630	16,15	25,65	807,34	1282,41
1,70	66	0,628	15,63	24,89	781,58	1244,69
1,80	69	0,626	16,30	26,03	815,02	1301,27
1,90	77	0,625	18,14	29,04	907,22	1452,14
2,00	78	0,623	17,44	27,98	871,98	1399,24
2,10	77	0,622	17,17	27,63	858,68	1381,30
2,20	73	0,620	16,24	26,19	812,08	1309,55
2,30	77	0,619	17,09	27,63	854,51	1381,30
2,40	72	0,617	15,94	25,83	797,11	1291,61
2,50	75	0,616	16,57	26,91	828,36	1345,42
2,60	75	0,614	16,53	26,91	826,42	1345,42
2,70	77	0,613	16,93	27,63	846,49	1381,30
2,80	78	0,611	17,11	27,98	855,53	1399,24
2,90	77	0,610	16,85	27,63	842,65	1381,30
3,00	81	0,609	16,87	27,71	843,30	1385,47
3,10	81	0,607	16,83	27,71	841,44	1385,47
3,20	83	0,606	17,21	28,39	860,33	1419,68
3,30	81	0,605	16,76	27,71	837,79	1385,47
3,40	88	0,603	18,16	30,10	908,24	1505,21
3,50	100	0,602	20,60	34,21	1029,92	1710,46

A PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

RENI COESIVI zone non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (t/mq)
Strato 1	9,94	0,10	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	6,08
Strato 2	56,75	3,50	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	29,00

Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	9,94	0,10	Robertson (1983)	1,95
Strato 2	56,75	3,50	Robertson (1983)	11,13

Edometrico non drenato

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eu (Kg/cmq)
Strato 1	9,94	0,10	Stroud e Butler (1975)	106,22
Strato 2	56,75	3,50	Stroud e Butler (1975)	414,36

Edometrico drenato

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	E' (Kg/cmq)
Strato 1	9,94	0,10	Stroud e Butler (1975)	71,25
Strato 2	56,75	3,50	Stroud e Butler (1975)	276,25

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato 1	9,94	0,10	Apollonia	9,75
Strato 2	56,75	3,50	Apollonia	55,65

di consistenza

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ic
Strato 1	9,94	0,10	Apollonia	0,55
Strato 2	56,75	3,50	Apollonia	2,33

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	9,94	0,10	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 2	56,75	3,50	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 1	9,94	0,10	Meyerhof ed altri	19,32
Strato 2	56,75	3,50	Meyerhof ed altri	24,52

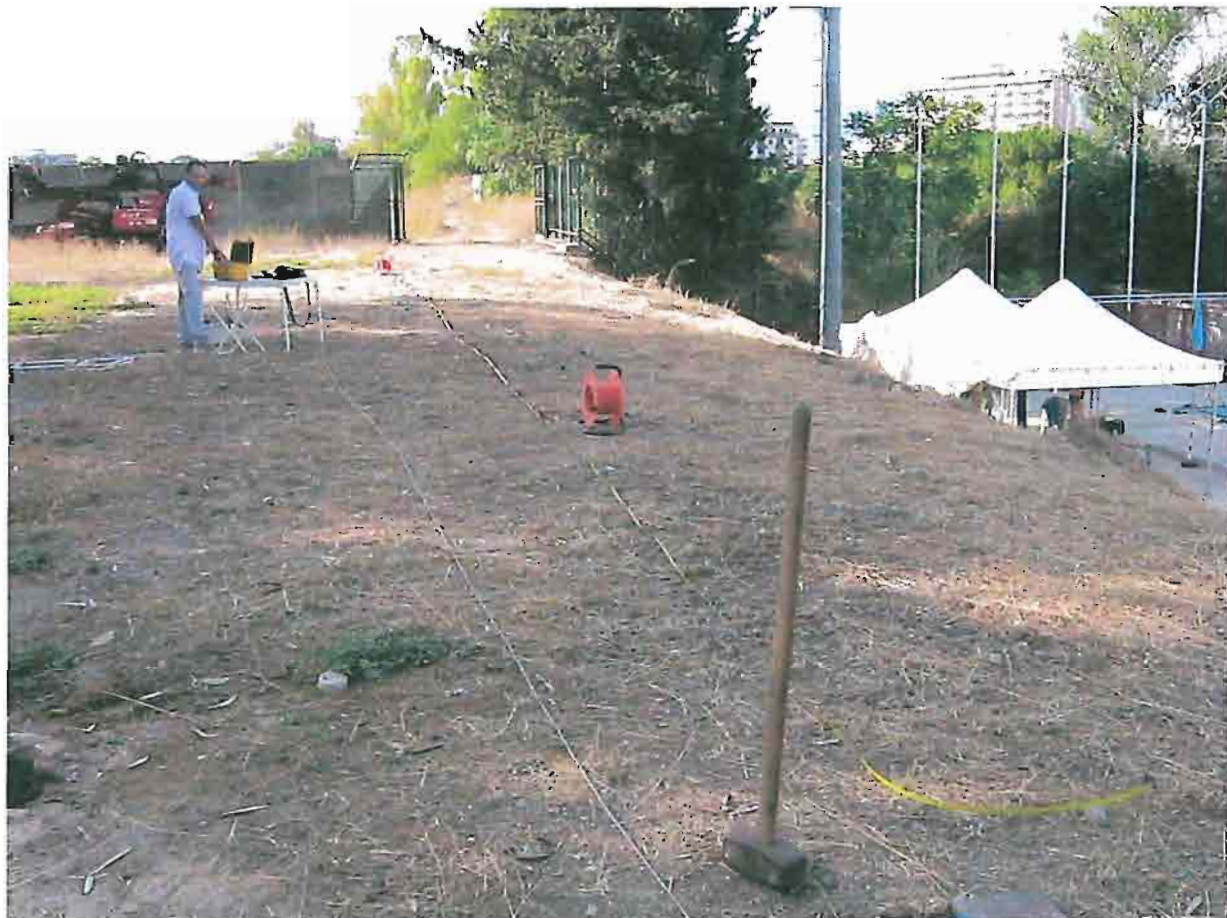
Unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 1	9,94	0,10	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	--
Strato 2	56,75	3,50	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	24,52

REGIONE SICILIANA

COMUNE DI PALERMO

ESECUZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO E LABORATORIO E PROVE SISMICHE PER L'INTERVENTO "PISCINA COMUNALE SCOPERTA - NUOVA TRIBUNA E SERVIZI ANNESSI"



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

ALL.	DESCRIZIONE	REDATTO	APPR.	LA DITTA ESECUTRICE
A	PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI	Dott. Geol.G. Fiumara	Dott. Geol.G. Fiumara	GABRIELE FIUMARA Via Catania n° 164 98124 Messina C.F.: FMR GR... P.IVA: 02146620832
B	CERTIFICATI DI PROVA	Dott. Geol.G. Fiumara	Dott. Geol.G. Fiumara	
C	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA			

IL PRESENTE DOCUMENTO E' CREATO DA Dott. Geol. Gabriele Fiumara A TERMINE DI LEGGE OGNI DIRITTO E' RISERVATO

Geol. Gabriele FIUMARA
via Catania n. 164 - 98124 MESSINA
Tel, 090 2922390 FAX 095 5183233 gabriele.fiumara@pec.it

Sondaggio: **S1**
Committente: **COMUNE DI PALERMO**
Progetto: **PISCINA COMUNALE SCOPERTA –
PROGETTO PER LA NUOVA TRIBUNA E SERVIZI ANNESSI”**

Certificato: **A01-2014**
Commessa: **Appalto 2014**

Data: **16 Luglio 2014**

Località: **Piscina comunale scoperta - Palermo**

pag. 1 / 1

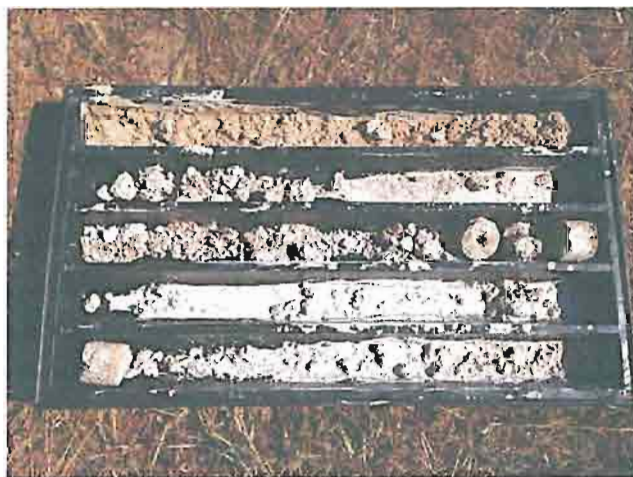


Sondaggio: **S2**
Committente: **COMUNE DI PALERMO**
Progetto: **PISCINA COMUNALE SCOPERTA -**
PROGETTO PER LA NUOVA TRIBUNA E SERVIZI ANNESSI"

Certificato: **A01-2014**
Commessa: **Appalto 2014**

Data: **17 Luglio 2014**

Località: **Piscina comunale scoperta - Palermo**



Sondaggio: **MASW - PENETROMETRICHE**
Committente: **COMUNE DI PALERMO**
Progetto: **PISCINA COMUNALE SCOPERTA -
PROGETTO PER LA NUOVA TRIBUNA E SERVIZI ANNESSI"**

Certificato: **A01-2014**
Commessa: **Appalto 2014**

Data: **05 Agosto 2014**

Località: **Piscina comunale scoperta - Palermo**

pag. 1 / 1





geocima

s.a.s. di Cibella Carlo e C.

**Laboratorio di
Geologia Tecnica**

Prove di Laboratorio

COMUNE DI PALERMO

- Piscina comunale scoperta -

Progetto per la nuova tribuna e servizi annessi

COMMITTENTE: *Ditta Fiumara Gabriele*

13 Ottobre 2014


GABRIELE FIUMARA
Via Catania n° 164
98121 Messina
C.F. FMR/GRL/2103 F158N
P.IVA. 02146620832

Il Direttore Tecnico
Dott. Geol. Carlo Cibella



GEOCIMA s.a.s. - Laboratorio di Geologia Tecnica - Via Borremans, 36 - 90145 - Palermo
Tel/Fax 0916824940 – Email: geocimasnc@tiscali.it - P.I. 04405870827

Concessione n° 0005593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto del

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per prove sui terreni (settore A)

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2008 - CQB Italia n° Q-1485-13

Nel mese di Ottobre dell'anno 2014 sono pervenuti al laboratorio complessivamente n° 2 campioni indisturbati costituiti di terra contenuti in fustelle metalliche ermeticamente sigillate.

Dietro indicazione della ditta committente sono state effettuate le seguenti analisi e le prove di laboratorio necessarie per definire sia i parametri fisici che meccanici:

- Descrizione macroscopica del campione;
- Determinazione del contenuto d'acqua naturale per essiccamento in stufa;
- Determinazione del Peso dell'Unità di Volume mediante fustella tarata di diametro pari a 38 mm;
- Determinazione della composizione granulometrica mediante stacciatura per via umida del materiale trattenuto allo staccio n° 200 della serie ASTM ($\varnothing=0,075$ mm); per il passante è stata eseguita la determinazione tramite il metodo del densimetro;
- Prova di taglio diretto del tipo consolidata drenata (CD);
- Prova di permeabilità a carico costante

- La determinazione del contenuto d'acqua (**W_n**) è stata realizzata secondo una media effettuata su tre prove, sottoponendo una quantità nota del campione ad essiccamento in stufa a 105°.

La normativa di riferimento è la ASTM D-2216 e CNR-UNI 10008.

- Il Peso di Volume (γ) è stato calcolato mediante una fustella di acciaio a volume noto, secondo una media effettuata su tre prove. La normativa di riferimento è la BS 1377: 1990

- L'analisi granulometrica è stata realizzata tramite vagliatura meccanica per la porzione di terra avente grana di dimensione superiore a 0.075 mm, invece per il materiale avente diametro inferiore viene riservata l'analisi per sedimentazione con il metodo del densimetro.

La serie di setacci utilizzata è ASTM D 422 ed UNI,8520.

Per il materiale fine è stata eseguita una procedura per via umida secondo la normativa ASTM D 2217 - Metodo A, seguendo le indicazioni di Bowles (1978).

- La prova di taglio è stata realizzata con l'apparecchio di Casagrande su tre provini quadrati aventi altezza di 2 cm e diametro di 6 cm; la fase di consolidazione si è protratta per 24 h,

sino al raggiungimento della consolidazione secondaria.

La velocità di rottura é stata scelta tenendo conto del tempo di consolidazione del materiale di prova; sono stati analizzati i tempi relativi al 50% ed al 100% della consolidazione, valori che hanno permesso di risalire alla velocità necessaria per raggiungere la rottura utilizzando le formule proposte da Bowles (1970), Ladd (1971) e Gibson ed Henkel (1954).

I carichi applicati durante la fase di consolidazione sono stati compresi tra circa 98 e circa 292 KN/m² (= tra circa 1 e 3 Kg/cm²).

La normativa di riferimento é la ASTM D 3080-72.

- Per eseguire la prova di permeabilità, preliminarmente, il campione è stato disposto all'interno del permeametro in tre strati ognuno dei quali è stato compattato utilizzando il metodo per vibrazione. Il carico idraulico costante è stato impresso tramite l'uso di un recipiente posto ad un'altezza di 270 cm. La prova è stata condotta impiegando un cilindro graduato ad alta precisione che ha permesso di misurare il volume di acqua che filtrava lungo il campione nell'unità di tempo. Sono state prese una serie di misure fino a quando le letture raggiungevano valori costanti.

La normativa di riferimento é la AASHTO T 215-70, ASTM D 2434-68, BS1377: Part5: 1990.

Nelle pagine seguenti sono stati riportati i seguenti elaborati:

- Elenco delle prove eseguite:
- Tabella delle caratteristiche fisiche dei campioni
- Certificati delle singole prove ed analisi.

Palermo, 13 Ottobre 2014

Il Direttore Tecnico del Laboratorio



ELENCO DELLA SIMBOLOGIA UTILIZZATA

DESCRIZIONE	SIMBOLO	UNITA' di MISURA
Peso specifico	γ_s	KN/m^3
Peso dell'Unità di Volume	γ	KN/m^3
Peso dell'Unità di Volume all'inizio della prova	γ_i	KN/m^3
Peso dell'Unità di Volume alla fine della prova	γ_f	KN/m^3
Peso secco dell'unità di volume	γ_d	KN/m^3
Contenuto naturale d'acqua	W_n	%
Contenuto naturale d'acqua all'inizio della prova	W_i	%
Contenuto naturale d'acqua alla fine della prova	W_f	%
Limite di Liquidità	W_l	%
Limite di Plasticità	W_p	%
Indice di Plasticità	I_p	%
Indice di Consistenza	I_c	-
Indice dei vuoti	e	-
Indice dei vuoti all'inizio della prova	e_o	-
Porosità	n	%
Coefficiente di saturazione	S	%
Coazione drenata	c'	KN/m^2
Coazione non drenata	C_u	KN/m^2
Angolo di attrito interno in condizioni drenate	ϕ'	Gradi
Angolo di attrito interno in condizioni non drenate	ϕ_u	Gradi
Tensione tangenziale	τ	KN/m^2
Tensione normale	σ	KN/m^2
Deformazione orizzontale	$\epsilon - \delta$	% - mm
Resistenza a compressione non confinata	Q_{max}	KN/m^2
Indice di resistenza normalizzato	$I_s (50)$	KN/m^2
Modulo edometrico	E_d	KN/m^2
Indice di compressibilità	A_v	m^2/KN
Coefficiente di compressibilità di volume	M_v	m^2/KN
Coefficiente di consolidazione	C_v	m^2/KN
Coefficiente di permeabilità	K	cm/sec

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



eocima

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N° 0005593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2008 - CQB Italia n° Q-1485-13

ELENCO DELLE PROVE ESEGUITE

COMMITTENTE: Ditta Fiumara Gabriele

LOCALITA': Comune di Palermo

PROGETTO: Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi

DATA RICEV. CAMPIONI: 02/10/2014

DATA EMISS. CERTIF.: 13/10/2014

N° PROT.: 23/14

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROF. (m)	Descrizione	γ	γ_s	W_n	WI - Wp	Analisi granul.	Taglio CD	Prova di taglio Residuo	Compressione Edometrica	Compressione Triassiale	Prova di permeabilità	E.L.L.	Classificazione funzionale
S1	C1	8.70	*	*		*		*	*				*		
S1	C2	10.50	*	*		*			*						

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N° 000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940



eocima

email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2008 - CQB Italia n° Q-1485-13

COMMITTENTE : **Ditta Fiumara Gabriele**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi**

Data ricevimento camp: 2/10/14

Data emissione certificati: 13/10/14

N° verb. accett.: 23/14

RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE FISICHE

CAMPIONE	PROF. (m)	γ KN/m ³	γ_s KN/m ³	γ_d KN/m ³	Wn %	Wl %	Wp %	S %	n %
SIC1	8.70	20.11		16.01	25.63				
SIC2	10.50	20.49		17.76	15.33				



Certificato n° 6626 del 13/10/14 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Ditta Fiumara Gabriele**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **8.70 m**

Data ricevimento camp: 2/10/14

Data escuz. prova : 2/8/14

N° verb. accett.: 23/14

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input checked="" type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input type="checkbox"/> Carotiere rotativo	
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input checked="" type="checkbox"/> Pressione	<input type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input checked="" type="checkbox"/> Indisturbato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input checked="" type="checkbox"/> Incoerente	<input type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 6626 del 13/10/14 Pag 2/2
COMMITTENTE : **Ditta Fiumara Gabriele**
LOCALITA' : **Comune di Palermo**
PROGETTO : **Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi**
SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **8.70 m**

Data ricevimento camp: 2/10/14 Data esecuz. prova : 02/08/2014 N° verb. accett.: 23/14

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

		Pocket Penetrometer Test	Vane Test	DESCRIZIONE
ALTO				<p>Sabbia a grana grossolana di colore beige incoerente. Dall'analisi granulometrica effettuata il campione risulta costituito da sabbia debolmente limosa.</p>
BASSO				
<p>Ident.: Identificazione del campione Gran: Analisi granulometrica T1: Prova di taglio diretto CD</p>				

Lo Sperimentatore
Il Direttore del laboratorio



Certificato n° 6627 del 13/10/14 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Ditta Fiumara Gabriele**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **8.70 m**

Data ricevimento camp: 2/10/14 Data esecuz. prova : 9/10/14 N° verb. accett.: 23/14

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (mmN)	Volume fustella (cm ³)	Peso umido lordo (mmN)
Campione 1	815.52	59.23	1966.72
Campione 2	815.52	59.23	2022.62
Campione 3	815.52	59.23	2030.66

	KN/m ³
γ_1	19.436
γ_2	20.380
γ_3	20.516

γ medio: **20.111 KN/m³**

DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA

Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;
 UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : 2/10/14

	Tara (mmN)	Peso umido lordo (mmN)	Peso secco lordo (mmN)	Wn (%)
Campione 1	60.11	2242.68	255.92	26.096
Campione 2	59.92	2338.69	248.51	25.341
Campione 3	60.02	2354.58	249.46	25.438

Wn medio: 25.625 %

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 6628 del 13/10/14 Pag 1/2

COMMITTENTE : Ditta Fiumara Gabriele

LOCALITA' : Comune di Palermo

PROGETTO : Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi

SONDAGGIO : S1 CAMPIONE : C1 PROFONDITA' : 8.70 m

Data ricevimento camp: 2/10/14 Data esecuz. prova : 7/10/14 N° verb. accett.: 23/14

ANALISI GRANULOMETRICANormativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;
ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F

P.S.N. Totale : 3527.84 mmN
 P.S.N. passante 200 : 377.26 mmN
 % passante al 200 : 10.69

ANALISI PER STACCIATURA

N° setaccio (serie ASTM)	peso trattenuto (mmN)	diametro maglia (mm)	passante %
4	0.00	4.75	0.00
10	74.43	2	97.89
18	334.41	1	90.52
40	1816.98	0.425	48.50
60	2625.04	0.25	25.59
100	3003.29	0.15	14.87
200	3150.58	0.075	10.69

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Tempo (minuti)	lettura al densimetro	diametro (mm)	passante %
0.5	1.0285	0.0620	10.57
1	1.027	0.0446	9.93
2	1.0255	0.0321	9.29
4	1.0235	0.0230	8.44
9	1.021	0.0156	7.37
16	1.02	0.0117	6.95
47	1.0178	0.0070	6.01
60	1.0162	0.0063	5.33
120	1.0145	0.0045	4.60
240	1.0125	0.0033	3.75
480	1.0105	0.0023	2.90
1440	1.008	0.0014	1.83

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 6628 del 13/10/14 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Ditta Fiumara Gabriele**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

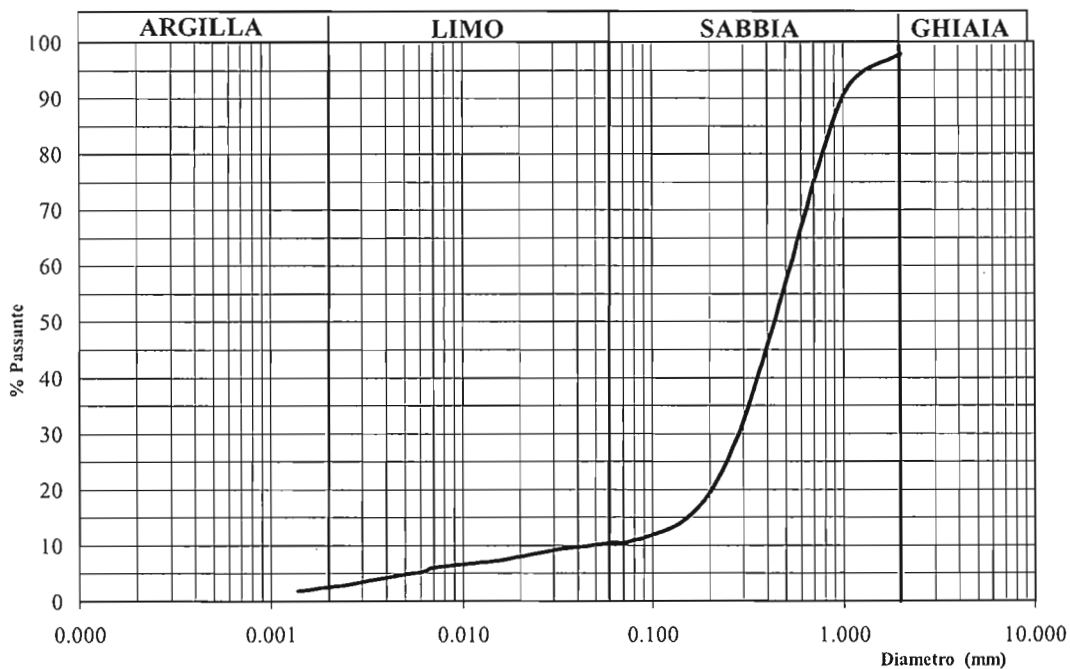
PROGETTO : **Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **8.70 m**

Data ricevimento camp: 2/10/14 Data esecuz. prova : 7/10/14 N° verb. accett.: 23/14

ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;
ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F



Ghiaia: 2.11 %
Sabbia: 87.39 %
Limo: 7.98 %
Argilla: 2.52 %

Percentuale del passante al setaccio 200 (75 μ) = 10.69%

Classificazione ai sensi della norma AGI 1977: **sabbia debolmente limosa**

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 6629 del 13/10/14 Pag 1/4

COMMITTENTE : Ditta Fiumara Gabriele

LOCALITA' : Comune di Palermo

PROGETTO : Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi

SONDAGGIO : S1 CAMPIONE : C1 PROFONDITA' : 8.70 m

Data ricevimento camp: 2/10/14 Data esecuzione prova : 9/10/14 N° verb. accett.: 23/14

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

Caratteristiche iniziali dei provini

PROVINO		A	B	C
Forma		Cilindrica	Cilindrica	Cilindrica
Volume	cm ³	59.23	59.23	59.23
Sezione	cm ²	31.17	31.17	31.17
Diametro	cm	6.3	6.3	6.3
Altezza	cm	1.9	1.9	1.9

PROVA DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m ²)	99.41	199.02	292.65
Durata della consolidazione	24 h	24 h	24 h
Deformazione verticale (mm)	0.855	1.868	2.862

PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.008	0.008	0.008

CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	γ KN/m ³	γ_d KN/m ³	S (%)	ni (%)	ei	Wi (%)	Wf (%)
A	19.43	-	-	-	-	-	-
B	20.37	-	-	-	-	-	-
C	20.51	-	-	-	-	-	-

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

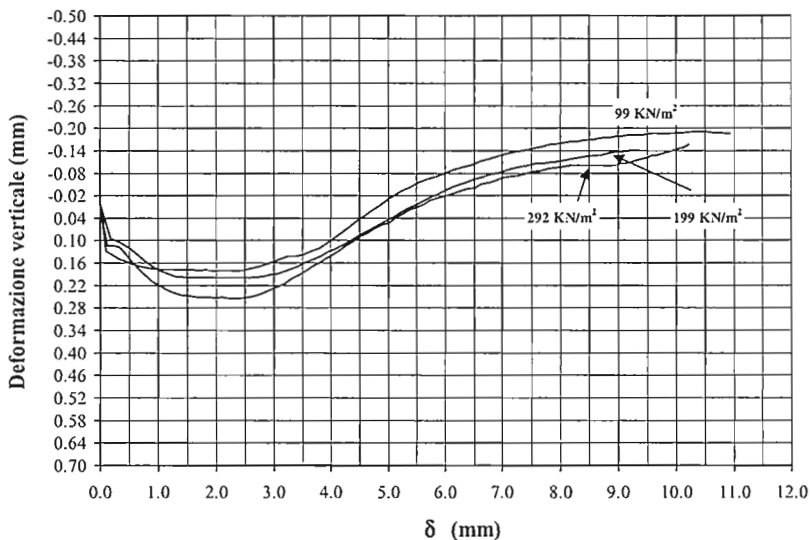
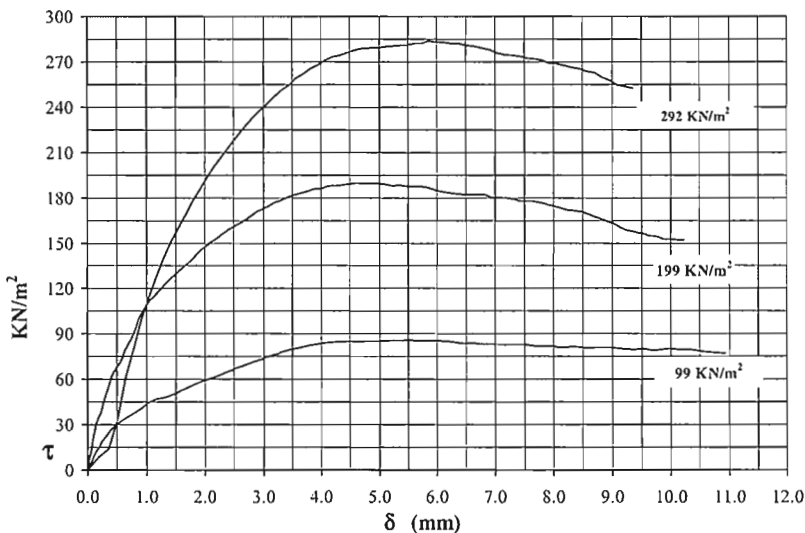


Certificato n° 6629 del 13/10/14 Pag 2/4

COMMITTENTE : **Ditta Fiumara Gabriele**
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**
 PROGETTO : **Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi**
 SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **8.70 m**
 Data ricevimento camp: 2/10/14 Data csecuz. prova : 9/10/14 N° verb. accett.: 23/14

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



NOTE: i provini sono stati ricostruiti

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 6629 del 13/10/14 Pag 3/4

COMMITTENTE : **Ditta Fiumara Gabriele**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi**

SONDAGGIO : **S1 CAMPIONE : CI PROFONDITA' : 8.70 m**

Data ricevimento camp: 2/10/14 Data esecuz. prova : 9/10/14 N° verb. accett.: 23/14

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0	0	0.000	0	0	0.000	0	0	0.000
0.128	0.103	8.983	0.114	0.133	28.874	0.094	0.178	8.021
0.137	0.203	15.399	0.114	0.247	39.782	0.106	0.364	14.116
0.148	0.317	22.457	0.118	0.337	52.936	0.121	0.518	34.649
0.155	0.435	27.911	0.136	0.444	64.485	0.138	0.656	62.239
0.163	0.561	32.082	0.158	0.556	71.543	0.158	0.799	82.451
0.168	0.683	35.290	0.177	0.677	81.809	0.172	0.921	99.455
0.173	0.811	38.178	0.194	0.79	91.113	0.181	1.043	114.212
0.176	0.941	41.386	0.209	0.901	101.700	0.187	1.166	126.724
0.177	1.059	44.915	0.221	1.028	110.363	0.196	1.292	139.557
0.176	1.189	47.161	0.23	1.138	115.175	0.197	1.42	150.465
0.177	1.315	47.802	0.238	1.254	119.987	0.199	1.546	160.090
0.178	1.44	49.727	0.245	1.382	125.441	0.199	1.667	169.073
0.178	1.569	51.973	0.247	1.507	129.612	0.199	1.79	177.735
0.18	1.7	54.540	0.249	1.635	134.424	0.199	1.918	185.435
0.178	1.828	56.785	0.252	1.752	138.595	0.199	2.043	193.776
0.181	1.954	58.710	0.252	1.867	142.765	0.199	2.17	200.834
0.18	2.082	60.314	0.253	2.002	147.257	0.199	2.297	207.571
0.179	2.209	62.239	0.252	2.109	150.786	0.198	2.422	213.988
0.181	2.339	64.164	0.254	2.234	153.994	0.199	2.553	220.404
0.18	2.467	66.089	0.254	2.359	157.523	0.198	2.682	226.500
0.175	2.598	68.335	0.253	2.478	160.411	0.195	2.815	232.595
0.169	2.727	70.260	0.25	2.598	163.298	0.191	2.948	238.049
0.163	2.859	71.864	0.245	2.724	166.185	0.188	3.076	242.541
0.157	2.989	73.468	0.239	2.835	169.394	0.181	3.202	247.032
0.149	3.118	75.393	0.229	2.967	171.960	0.174	3.328	251.203
0.141	3.251	76.676	0.222	3.082	174.206	0.167	3.453	254.411
0.142	3.389	78.601	0.213	3.203	177.093	0.157	3.574	259.224
0.137	3.522	79.885	0.201	3.323	178.697	0.15	3.693	261.790
0.129	3.656	81.168	0.192	3.439	180.622	0.142	3.818	265.319
0.12	3.792	82.451	0.181	3.562	182.226	0.131	3.947	267.886
0.108	3.923	83.414	0.168	3.679	183.510	0.122	4.073	271.094
0.094	4.05	84.055	0.159	3.796	184.793	0.112	4.198	273.019
0.079	4.178	84.376	0.149	3.9	185.756	0.101	4.325	274.623
0.064	4.31	84.697	0.137	4.034	186.397	0.089	4.454	276.227
0.05	4.441	84.697	0.125	4.153	188.001	0.078	4.585	277.510
0.036	4.572	85.018	0.113	4.271	188.001	0.068	4.716	278.794
0.02	4.705	85.018	0.103	4.392	188.964	0.056	4.846	279.115
0.007	4.839	85.338	0.09	4.513	189.285	0.045	4.98	279.435
-0.007	4.97	85.338	0.079	4.635	189.605	0.035	5.109	280.077
-0.02	5.103	85.338	0.068	4.754	189.605	0.022	5.237	280.398
-0.032	5.231	85.659	0.059	4.887	189.605	0.013	5.368	281.039
-0.044	5.386	85.659	0.051	5.024	189.285	0.005	5.49	281.039
-0.056	5.54	85.980	0.039	5.134	188.643	-0.006	5.612	282.002
-0.064	5.692	85.338	0.031	5.244	188.001	-0.015	5.737	282.323
-0.071	5.846	85.659	0.018	5.375	188.322	-0.024	5.864	283.606

[Signature]

Lo Sperimentatore

[Signature]

Il Direttore del laboratorio

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m²



Certificato n° 6629 del 13/10/14 Pag 4/5

COMMITTENTE : **Ditta Fiumara Gabriele**LOCALITA' : **Comune di Palermo**PROGETTO : **Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi**SONDAGGIO : **SI** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **8.70 m**

Data ricevimento camp: 2/10/14 Data esecuz. prova : 9/10/14 N° verb. accett.: 23/14

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
-0.081	6.001	85.659	0.01	5.506	187.680	-0.034	5.995	282.964
-0.089	6.152	85.018	0.002	5.628	187.360	-0.043	6.124	282.964
-0.096	6.304	84.376	-0.007	5.737	187.360	-0.049	6.249	282.323
-0.103	6.46	83.734	-0.013	5.868	186.397	-0.057	6.377	282.002
-0.112	6.608	83.734	-0.019	5.999	184.793	-0.064	6.505	281.039
-0.119	6.764	83.414	-0.025	6.13	183.831	-0.07	6.639	280.398
-0.125	6.914	83.414	-0.032	6.253	183.189	-0.076	6.772	279.435
-0.131	7.069	83.414	-0.039	6.379	182.547	-0.081	6.906	278.152
-0.137	7.225	82.772	-0.042	6.509	181.906	-0.086	7.036	276.227
-0.142	7.382	83.093	-0.051	6.634	182.226	-0.093	7.165	274.944
-0.146	7.535	82.772	-0.055	6.768	182.226	-0.098	7.3	274.623
-0.152	7.69	82.130	-0.062	6.893	180.943	-0.101	7.427	273.661
-0.157	7.814	82.130	-0.067	7.006	179.981	-0.105	7.554	272.377
-0.158	7.932	81.809	-0.071	7.149	179.660	-0.106	7.677	272.056
-0.161	8.044	81.489	-0.073	7.265	179.339	-0.109	7.803	271.094
-0.164	8.159	81.168	-0.079	7.404	178.377	-0.111	7.928	269.169
-0.165	8.272	81.489	-0.084	7.514	177.735	-0.114	8.058	268.848
-0.168	8.383	81.489	-0.085	7.646	177.735	-0.118	8.188	267.565
-0.17	8.495	81.168	-0.092	7.797	176.773	-0.122	8.315	266.282
-0.171	8.607	80.847	-0.094	7.907	175.489	-0.125	8.446	265.319
-0.174	8.718	81.168	-0.097	8.041	174.206	-0.127	8.575	263.715
-0.174	8.828	81.168	-0.1	8.158	172.923	-0.129	8.707	262.753
-0.177	8.943	81.168	-0.1	8.302	171.639	-0.133	8.835	259.865
-0.179	9.055	80.847	-0.1	8.454	170.998	-0.136	8.966	257.620
-0.182	9.168	80.205	-0.101	8.566	169.714	-0.139	9.099	254.411
-0.182	9.279	79.885	-0.1	8.696	167.790	-0.141	9.228	253.770
-0.183	9.391	79.564	-0.1	8.816	165.865	-0.141	9.358	252.486
-0.184	9.503	79.885	-0.1	8.918	164.261			
-0.187	9.616	79.564	-0.105	9.034	162.656			
-0.185	9.729	79.243	-0.107	9.146	160.411			
-0.186	9.841	79.564	-0.11	9.238	158.807			
-0.187	9.952	80.205	-0.115	9.347	157.844			
-0.187	10.063	79.885	-0.121	9.453	156.561			
-0.189	10.171	79.564	-0.126	9.563	155.919			
-0.19	10.291	79.564	-0.129	9.661	154.636			
-0.19	10.419	79.243	-0.133	9.782	154.315			
-0.191	10.546	78.280	-0.139	9.887	152.711			
-0.188	10.675	77.960	-0.145	9.992	152.711			
-0.187	10.806	77.639	-0.148	10.109	152.069			
-0.185	10.936	77.318	-0.156	10.22	152.069			

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m²



Certificato n° 6629 del 13/10/14 Pag 4/4

COMMITTENTE : **Ditta Fiumara Gabriele**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

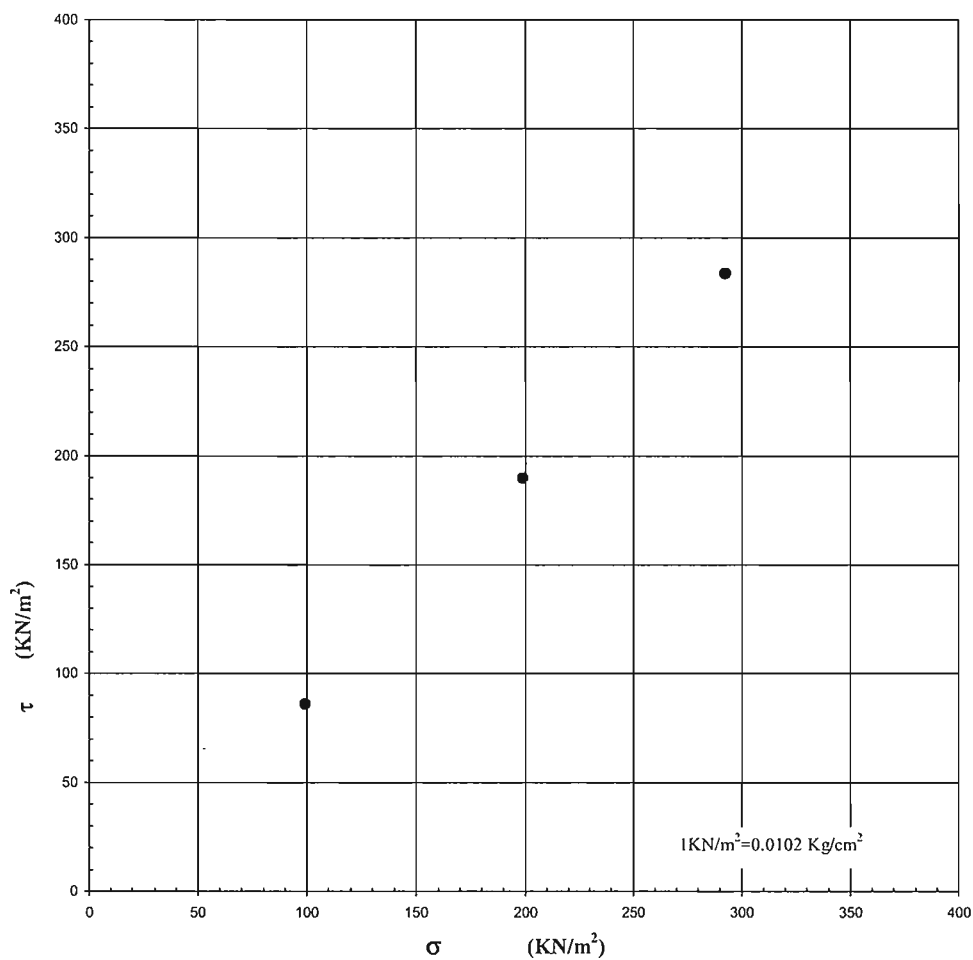
PROGETTO : **Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **8.70 m**

Data ricevimento camp: 2/10/14 Data esecuz. prova : 9/10/14 N° verb. accett.: 23/14

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



eocima

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2008 - CQB Italia n°Q-1485-13

PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO COSTANTE

AASHTO T 215-70, ASTM D 2434-68, BS1377: Part5: 1990.

Certificato n° 6630 del 13/10/14 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Ditta Fiumara Gabriele**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **8.70 m**

Data ricevimento camp: 2/10/14 Data esecuz. prova : 6/10/14 N° verb. accett.: 23/14

Caratteristiche fisiche campione		
Peso campione	gr	1910
Umidità iniziale	%	-
Peso unità volume	KN/m ³	20.07
Peso specifico	KN/m ³	-
Densità secca	KN/m ³	-
Indice dei vuoti		-

Dimensioni del campione	
Sezione	cm ² 80.44
Altezza	cm 11.60
Volume	cm ³ 933.06

Carico idraulico applicato (cm)	270
---------------------------------	-----

tempo (sec)	Volume Acqua permeata (cm ³)	T (°C)	Permeabilità (K : cm/sec)
60	130	25	1.16E-03
120	240		1.07E-03
240	420		9.35E-04
480	700		7.79E-04
960	1150		6.40E-04
1920	1960		5.45E-04
3600	3320		4.93E-04
5400	4890		4.84E-04

Il direttore del laboratorio

Lo sperimentatore



Certificato n° 6631 del 13/10/14 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Ditta Fiumara Gabriele**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **10.50 m**

Data ricevimento camp: 2/10/14

Data esecuz. prova : 2/10/14

N° verb. accett.: 23/14

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input checked="" type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input type="checkbox"/> Carotiere rotativo	
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input checked="" type="checkbox"/> Pressione	<input type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input checked="" type="checkbox"/> Indisturbato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input checked="" type="checkbox"/> Incoerente	<input type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Spesimentatore



Certificato n° 6631 del 13/10/14 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Ditta Fiumara Gabriele**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **10.50 m**

Data ricevimento camp: 2/10/14

Data esecuz. prova : 02/10/2014

N° verb. accett.: 23/14

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

		Pocket Penetrometer Test	Vane Test	DESCRIZIONE
ALTO	<p>Ident. Gran.</p> <p>T1</p> <p>T2</p> <p>T3</p> <p>0 cm</p> <p>25 cm</p>			Sabbia debolmente limosa a grana grossolana di colore biancastro incoerente.
BASSO				
				Ident.: Identificazione del campione T1: Prova di taglio diretto CD

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio



Certificato n° 6632 del 13/10/14 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Ditta Fiumara Gabriele**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **10.50 m**

Data ricevimento camp: 2/10/14 Data esecuz. prova : 10/10/14 N° verb. accett.: 23/14

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (mmN)	Volume fustella (cm ³)	Peso umido lordo (mmN)
Campione 1	815.52	59.23	2048.02
Campione 2	815.52	59.23	2026.15
Campione 3	815.52	59.23	2012.72

	KN/m ³
γ_1	20.809
γ_2	20.439
γ_3	20.213

γ medio: 20.487 KN/m³

DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA

Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;
 UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : 2/10/14

	Tara (mmN)	Peso umido lordo (mmN)	Peso secco lordo (mmN)	Wn (%)
Campione 1	59.62	3463.32	140.59	14.337
Campione 2	61.29	4604.22	157.77	16.088
Campione 3	61.10	2535.41	152.52	15.553

Wn medio: 15.326 %

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 6633 del 13/10/14 Pag 1/4

COMMITTENTE : Ditta Fiumara Gabriele

LOCALITA' : Comune di Palermo

PROGETTO : Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi

SONDAGGIO : S1 CAMPIONE : C2 PROFONDITA' : 10.50 m

Data ricevimento camp: 2/10/14 Data esecuz. prova : 10/10/14 N° verb. accett.: 23/14

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

Caratteristiche iniziali dei provini

PROVINO		A	B	C
Forma		Cilindrica	Cilindrica	Cilindrica
Volume	cm ³	59.23	59.23	59.23
Sezione	cm ²	31.17	31.17	31.17
Diametro	cm	6.3	6.3	6.3
Altezza	cm	1.9	1.9	1.9

PROVA DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m ²)	99.41	199.02	292.65
Durata della consolidazione	24 h	24 h	24 h
Deformazione verticale (mm)	0.310	0.515	0.945

PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.008	0.008	0.008

CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	γ KN/m ³	γ_d KN/m ³	S (%)	n _i (%)	e _i	W _i (%)	W _f (%)
A	20.80	-	-	-	-	-	-
B	20.43	-	-	-	-	-	-
C	20.21	-	-	-	-	-	-

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

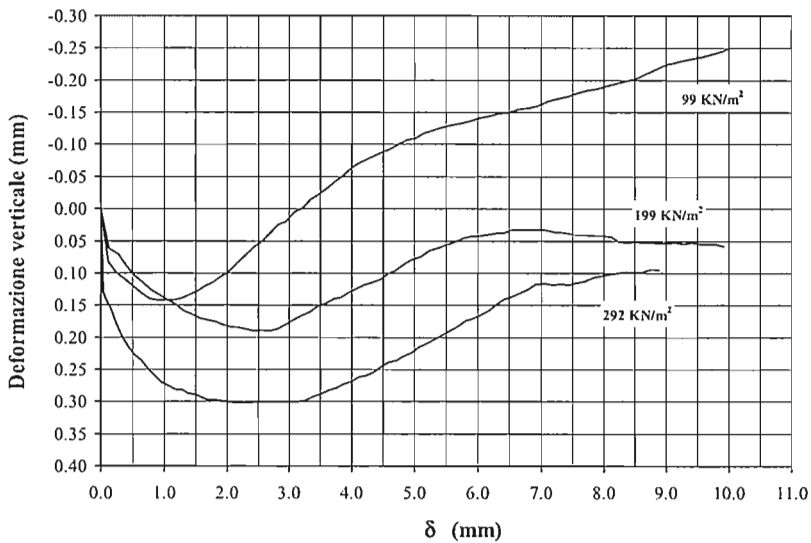
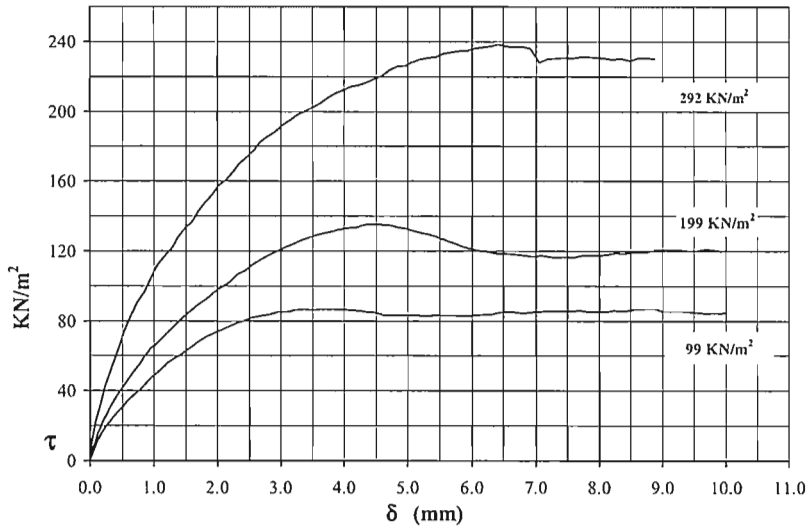


Certificato n° 6633 del 13/10/14 Pag 2/4

COMMITTENTE : **Ditta Fiumara Gabriele**
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**
 PROGETTO : **Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi**
 SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **10.50 m**
 Data ricevimento camp: 2/10/14 Data esecuz. prova : 10/10/14 N° verb. accett.: 23/14

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



NOTE: i provini sono stati ricostruiti

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 6633 del 13/10/14 Pag 3/4

COMMITTENTE : **Ditta Fiumara Gabriele**
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**
 PROGETTO : **Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi**
 SONDAGGIO : **S1 CAMPIONE : C2 PROFONDITA' : 10.50 m**
 Data ricevimento camp: 2/10/14 Data csecuz. prova : 10/10/14 N° verb. accett.: 23/14

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0	0	0.000	0	0	0.000	0	0	0.000
0.083	0.118	11.229	0.062	0.128	15.720	0.131	0.041	12.833
0.099	0.243	19.249	0.071	0.274	27.270	0.142	0.087	22.457
0.11	0.383	25.666	0.089	0.401	35.932	0.156	0.161	32.403
0.121	0.516	31.120	0.104	0.531	43.311	0.177	0.237	42.348
0.132	0.644	36.253	0.115	0.664	50.048	0.198	0.33	52.615
0.14	0.774	40.423	0.126	0.795	56.465	0.215	0.436	63.202
0.142	0.899	45.557	0.134	0.923	62.881	0.227	0.533	74.110
0.142	1.026	49.727	0.142	1.056	67.693	0.236	0.637	83.414
0.142	1.153	53.898	0.148	1.183	72.506	0.249	0.743	91.113
0.139	1.28	57.748	0.158	1.316	76.997	0.259	0.849	96.888
0.134	1.406	59.994	0.164	1.443	81.489	0.269	0.956	104.909
0.128	1.532	63.843	0.17	1.571	85.659	0.275	1.061	112.287
0.12	1.654	67.052	0.173	1.7	89.188	0.281	1.174	117.421
0.114	1.779	69.939	0.176	1.822	92.397	0.282	1.287	121.912
0.105	1.911	72.506	0.18	1.942	95.926	0.287	1.38	128.008
0.096	2.038	74.751	0.183	2.057	99.134	0.288	1.489	133.462
0.084	2.168	76.676	0.184	2.178	102.021	0.293	1.599	136.991
0.072	2.296	78.922	0.187	2.299	106.192	0.297	1.694	142.765
0.06	2.424	80.205	0.19	2.432	108.758	0.297	1.812	148.219
0.051	2.554	81.809	0.189	2.554	112.287	0.299	1.923	152.390
0.039	2.684	83.093	0.19	2.678	115.175	0.3	2.021	157.523
0.025	2.814	83.734	0.187	2.807	117.421	0.302	2.145	161.052
0.02	2.946	85.018	0.18	2.939	119.987	0.302	2.249	165.865
0.005	3.08	85.018	0.173	3.064	122.233	0.302	2.347	170.356
-0.001	3.208	86.301	0.166	3.2	124.158	0.3	2.472	174.206
-0.014	3.336	86.622	0.16	3.33	126.404	0.301	2.576	178.056
-0.022	3.464	86.301	0.152	3.462	128.008	0.3	2.677	182.547
-0.032	3.594	86.622	0.147	3.588	129.612	0.3	2.79	185.756
-0.042	3.721	86.622	0.14	3.713	130.574	0.301	2.912	188.322
-0.051	3.85	86.622	0.137	3.835	131.537	0.301	3.025	192.172
-0.062	3.978	86.622	0.13	3.956	132.499	0.3	3.143	194.739
-0.071	4.108	86.301	0.124	4.075	133.462	0.298	3.261	197.947
-0.077	4.237	85.980	0.118	4.2	133.782	0.292	3.383	200.192
-0.083	4.366	85.018	0.114	4.329	135.066	0.288	3.501	202.438
-0.089	4.5	84.697	0.11	4.455	135.066	0.283	3.626	204.684
-0.094	4.626	83.414	0.101	4.578	135.066	0.279	3.74	207.892
-0.101	4.755	83.414	0.095	4.705	134.745	0.273	3.86	210.459
-0.107	4.886	83.414	0.086	4.832	133.782	0.268	3.993	212.384
-0.11	5.015	83.414	0.079	4.963	133.141	0.262	4.116	214.309
-0.118	5.146	83.414	0.074	5.098	131.537	0.26	4.224	214.950
-0.121	5.278	83.093	0.065	5.235	130.253	0.254	4.353	216.875
-0.126	5.413	83.414	0.061	5.372	129.291	0.246	4.458	218.479
-0.13	5.567	83.414	0.056	5.51	127.366	0.239	4.582	220.404
-0.133	5.724	83.414	0.051	5.639	125.441	0.236	4.719	223.612
-0.137	5.879	83.093	0.046	5.777	123.837	0.229	4.826	225.858

[Signature]

Lo Sperimentatore

[Signature]

Il Direttore del laboratorio

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m²



Certificato n° 6633 del 13/10/14 Pag 4/5

COMMITTENTE : Ditta Fiumara Gabriele

LOCALITA' : Comune di Palermo

PROGETTO : Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi

SONDAGGIO : S1 CAMPIONE : C2 PROFONDITA' : 10.50 m

Data ricevimento camp: 2/10/14 Data esecuz. prova : 10/10/14 N° verb. accett.: 23/14

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
-0.141	6.031	83.414	0.043	5.905	122.233	0.224	4.953	226.179
-0.144	6.189	83.734	0.042	6.031	120.950	0.216	5.058	228.104
-0.148	6.346	84.055	0.04	6.161	119.987	0.21	5.183	229.708
-0.15	6.494	85.018	0.038	6.288	119.666	0.203	5.313	230.671
-0.155	6.651	85.018	0.037	6.421	118.704	0.197	5.432	231.312
-0.157	6.804	84.376	0.032	6.562	118.704	0.19	5.563	233.237
-0.161	6.954	85.018	0.033	6.692	118.383	0.183	5.673	233.879
-0.167	7.11	85.659	0.033	6.825	117.421	0.175	5.805	234.841
-0.171	7.268	85.659	0.032	6.955	116.779	0.171	5.92	234.841
-0.175	7.422	85.659	0.033	7.088	117.421	0.165	6.047	236.124
-0.18	7.576	85.659	0.036	7.221	116.779	0.157	6.183	236.766
-0.184	7.726	85.980	0.037	7.358	116.458	0.149	6.297	237.408
-0.186	7.876	85.018	0.039	7.49	116.458	0.141	6.414	238.370
-0.189	7.988	85.018	0.041	7.619	116.458	0.136	6.54	237.408
-0.192	8.097	85.018	0.041	7.748	117.421	0.131	6.677	236.766
-0.195	8.209	85.980	0.042	7.877	117.421	0.125	6.794	237.087
-0.198	8.321	85.659	0.042	8.002	117.421	0.117	6.914	236.124
-0.201	8.437	85.980	0.044	8.124	117.741	0.116	7.064	228.104
-0.204	8.547	86.622	0.051	8.247	119.025	0.118	7.185	230.029
-0.209	8.656	86.622	0.052	8.374	118.704	0.117	7.319	230.350
-0.214	8.769	86.943	0.051	8.501	119.346	0.118	7.449	230.671
-0.219	8.883	86.943	0.052	8.629	119.346	0.115	7.562	230.350
-0.225	8.997	85.659	0.052	8.755	119.666	0.113	7.689	231.312
-0.226	9.108	85.659	0.053	8.884	120.629	0.107	7.838	230.991
-0.229	9.225	85.338	0.053	9.015	120.629	0.105	7.959	230.671
-0.232	9.336	85.338	0.052	9.147	120.629	0.102	8.091	230.350
-0.234	9.452	85.018	0.054	9.279	120.629	0.1	8.212	229.708
-0.236	9.561	84.697	0.052	9.415	119.987	0.098	8.342	230.350
-0.239	9.675	84.376	0.055	9.543	119.987	0.098	8.484	229.066
-0.242	9.787	84.376	0.054	9.668	120.950	0.098	8.601	230.350
-0.246	9.898	84.376	0.055	9.795	120.629	0.094	8.757	230.671
-0.25	10.011	84.697	0.058	9.919	119.987	0.095	8.875	230.029

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio

 Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m²



Certificato n° 6633 del 13/10/14 Pag 4/4

COMMITTENTE : **Ditta Fiumara Gabriele**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

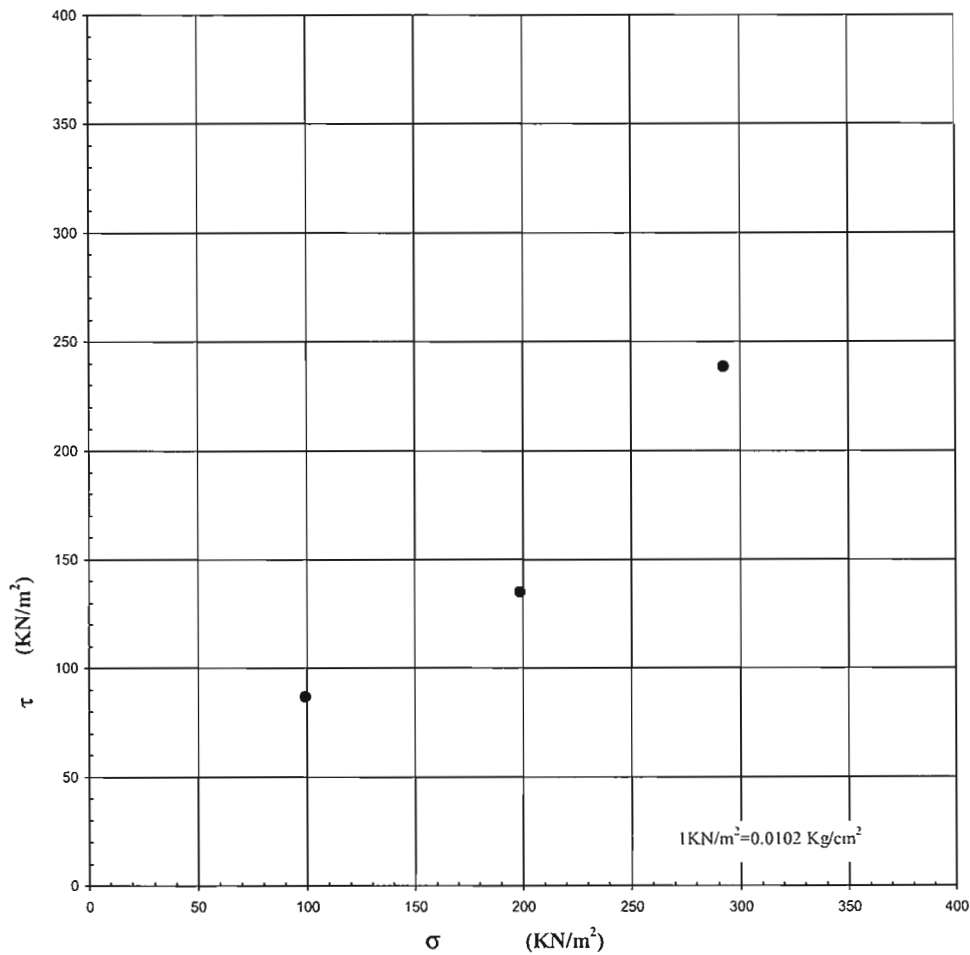
PROGETTO : **Piscina comunale scoperta - progetto per la nuova tribuna e servizi annessi**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **10.50 m**

Data ricevimento camp: 2/10/14 Data esecuz. prova : 10/10/14 N° verb. accett.: 23/14

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Comune di Palermo
Cantiere: PROGETTO PER LA NUOVA TRIBUNA E SERVIZI ANNESSI
Località: Piscina scoperta -Palermo

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: PENNY 30

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	12 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2,4 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,90 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,765
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

OPERATORE
Geol. Gabriele Fiumara



RESONANZA
Geol. Gabriele Fiumara



- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
 massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H=0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
 massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A=20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
 massa battente $M=63.5$ kg, altezza caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} . Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

- M = peso massa battente;
- M' = peso aste;
- H = altezza di caduta;
- A = area base punta conica;
- δ = passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd}

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

- R_{pd} = resistenza dinamica punta (area A);
- e = infissione media per colpo (δ/N);
- M = peso massa battente (altezza caduta H);
- P = peso totale aste e sistema battuta.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Nspt è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONAL RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose .
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_p)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buisman-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa $\gamma = 2,65$ t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95)

Modulo Di Young (E_y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. >15
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa $G=2,70$ (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 (N_{spt}=0) a 0,545 (N_{spt}=28)

Strato 1	11,47	0,10	Robertson (1983)	2,25
Strato 2	55,89	3,60	Robertson (1983)	10,96

Modulo Edometrico non drenato

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 1	11,47	0,10	Stroud e Butler (1975)	15,16
Strato 2	55,89	3,60	Stroud e Butler (1975)	281,15

Modulo Edometrico drenato

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	E' (Kg/cm ²)
Strato 1	11,47	0,10	Stroud e Butler (1975)	22,16
Strato 2	55,89	3,60	Stroud e Butler (1975)	421,88

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato 1	11,47	0,10	Apollonia	11,25
Strato 2	55,89	3,60	Apollonia	54,81

Indice di consistenza

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ic
Strato 1	11,47	0,10	Apollonia	0,73
Strato 2	55,89	3,60	Apollonia	1,19

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	11,47	0,10	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 2	55,89	3,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m ³)
Strato 1	11,47	0,10	Meyerhof ed altri	19,71
Strato 2	55,89	3,60	Meyerhof ed altri	24,52

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m ³)
Strato 1	11,47	0,10	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	--
Strato 2	55,89	3,60	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	24,52

PROVA ... Nr.2

strumento utilizzato...
 prova eseguita in data
 profondità prova
 sonda non rilevata

PENNY 30
 05/08/2014
 2,90 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda	Res. dinamica ridotta	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione	Pres. ammissibile Herminier -
----------------	-----------	--------------------------------	-----------------------	---------------------	---------------------------------	-------------------------------

		Chi	(Mpa)		Herminier - Olandesi (KPa)	Olandesi (KPa)
0,10	13	0,807	4,17	5,17	208,44	258,42
0,20	23	0,755	6,90	9,14	345,02	457,20
0,30	65	0,653	16,87	25,84	843,34	1292,09
0,40	66	0,651	17,08	26,24	853,79	1311,97
0,50	71	0,649	18,32	28,23	915,80	1411,36
0,60	68	0,647	17,49	27,03	874,58	1351,73
0,70	68	0,645	17,44	27,03	872,08	1351,73
0,80	67	0,643	17,14	26,64	856,82	1331,85
0,90	66	0,642	16,83	26,24	841,67	1311,97
1,00	68	0,640	16,41	25,65	820,43	1282,41
1,10	71	0,638	17,09	26,78	854,27	1338,99
1,20	77	0,636	18,48	29,04	923,95	1452,14
1,30	75	0,635	17,95	28,29	897,53	1414,42
1,40	76	0,633	18,14	28,67	907,07	1433,28
1,50	77	0,631	18,33	29,04	916,59	1452,14
1,60	76	0,630	18,05	28,67	902,33	1433,28
1,70	69	0,628	16,34	26,03	817,10	1301,27
1,80	73	0,626	17,25	27,53	862,27	1376,70
1,90	73	0,625	17,20	27,53	860,09	1376,70
2,00	77	0,623	17,22	27,63	860,81	1381,30
2,10	72	0,622	16,06	25,83	802,92	1291,61
2,20	69	0,620	15,35	24,76	767,58	1237,79
2,30	70	0,619	15,54	25,11	776,82	1255,73
2,40	77	0,617	17,05	27,63	852,46	1381,30
2,50	75	0,616	16,57	26,91	828,36	1345,42
2,60	73	0,614	16,09	26,19	804,38	1309,55
2,70	77	0,613	16,93	27,63	846,49	1381,30
2,80	77	0,611	16,89	27,63	844,56	1381,30
2,90	100	0,610	21,89	35,88	1094,35	1793,90

PRIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Pressione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (t/mq)
Strato 1	9,94	0,10	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	1,71
Strato 2	54,54	2,90	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	29,00

c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	9,94	0,10	Robertson (1983)	1,95
Strato 2	54,54	2,90	Robertson (1983)	10,70

Modulo Edometrico non drenato

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	E' (Kg/cmq)
Strato 1	9,94	0,10	Stroud e Butler (1975)	70,28
Strato 2	54,54	2,90	Stroud e Butler (1975)	562,47

Modulo Edometrico drenato

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eu (Kg/cmq)
Strato 1	9,94	0,10	Stroud e Butler (1975)	47,47

Strato 2	54,54	2,90	Stroud e Butler (1975)	324,54
----------	-------	------	------------------------	--------

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato 1	9,94	0,10	Apollonia	9,75
Strato 2	54,54	2,90	Apollonia	53,49

Indice di consistenza

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ic
Strato 1	9,94	0,10	Apollonia	0,20
Strato 2	54,54	2,90	Apollonia	1,21

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	9,94	0,10	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 2	54,54	2,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 1	9,94	0,10	Meyerhof ed altri	19,32
Strato 2	54,54	2,90	Meyerhof ed altri	24,52

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 1	9,94	0,10	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	--
Strato 2	54,54	2,90	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	24,52

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Carica massima non rilevata

PENNY 30
 05/08/2014
 3,50 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	13	0,807	4,17	5,17	208,44	258,42
0,20	28	0,755	8,40	11,13	420,02	556,59
0,30	65	0,653	16,87	25,84	843,34	1292,09
0,40	66	0,651	17,08	26,24	853,79	1311,97
0,50	68	0,649	17,54	27,03	877,10	1351,73
0,60	69	0,647	17,75	27,43	887,44	1371,61
0,70	71	0,645	18,21	28,23	910,55	1411,36
0,80	77	0,643	19,69	30,61	984,71	1530,63
0,90	72	0,642	18,36	28,62	918,19	1431,24
1,00	73	0,640	17,62	27,53	880,75	1376,70
1,10	77	0,638	18,53	29,04	926,46	1452,14
1,20	73	0,636	17,52	27,53	875,95	1376,70

1,30	77	0,635	18,43	29,04	921,46	1452,14
1,40	76	0,633	18,14	28,67	907,07	1433,28
1,50	77	0,631	18,33	29,04	916,59	1452,14
1,60	68	0,630	16,15	25,65	807,34	1282,41
1,70	66	0,628	15,63	24,89	781,58	1244,69
1,80	69	0,626	16,30	26,03	815,02	1301,27
1,90	77	0,625	18,14	29,04	907,22	1452,14
2,00	78	0,623	17,44	27,98	871,98	1399,24
2,10	77	0,622	17,17	27,63	858,68	1381,30
2,20	73	0,620	16,24	26,19	812,08	1309,55
2,30	77	0,619	17,09	27,63	854,51	1381,30
2,40	72	0,617	15,94	25,83	797,11	1291,61
2,50	75	0,616	16,57	26,91	828,36	1345,42
2,60	75	0,614	16,53	26,91	826,42	1345,42
2,70	77	0,613	16,93	27,63	846,49	1381,30
2,80	78	0,611	17,11	27,98	855,53	1399,24
2,90	77	0,610	16,85	27,63	842,65	1381,30
3,00	81	0,609	16,87	27,71	843,30	1385,47
3,10	81	0,607	16,83	27,71	841,44	1385,47
3,20	83	0,606	17,21	28,39	860,33	1419,68
3,30	81	0,605	16,76	27,71	837,79	1385,47
3,40	88	0,603	18,16	30,10	908,24	1505,21
3,50	100	0,602	20,60	34,21	1029,92	1710,46

PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI COESIVI

Condizione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (t/mq)
Strato 1	9,94	0,10	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	6,08
Strato 2	56,75	3,50	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	29,00

(Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	9,94	0,10	Robertson (1983)	1,95
Strato 2	56,75	3,50	Robertson (1983)	11,13

Modulo Edometrico non drenato

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eu (Kg/cmq)
Strato 1	9,94	0,10	Stroud e Butler (1975)	106,22
Strato 2	56,75	3,50	Stroud e Butler (1975)	414,36

Modulo Edometrico drenato

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	E' (Kg/cmq)
Strato 1	9,94	0,10	Stroud e Butler (1975)	71,25
Strato 2	56,75	3,50	Stroud e Butler (1975)	276,25

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato 1	9,94	0,10	Apollonia	9,75
Strato 2	56,75	3,50	Apollonia	55,65

Indici di consistenza

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ic
Strato 1	9,94	0,10	Apollonia	0,55
Strato 2	56,75	3,50	Apollonia	2,33

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	9,94	0,10	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 2	56,75	3,50	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m ³)
Strato 1	9,94	0,10	Meyerhof ed altri	19,32
Strato 2	56,75	3,50	Meyerhof ed altri	24,52

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m ³)
Strato 1	9,94	0,10	Bowles 1982, Terzaghi- Peck 1948/1967	--
Strato 2	56,75	3,50	Bowles 1982, Terzaghi- Peck 1948/1967	24,52

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Comune di Palermo
Cantiere: PROGETTO PER LA NUOVA TRIBUNA E SERVIZI ANNESSI
Località: Piscina scoperta -Palermo

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: PENNY 30

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	12 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2,4 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,90 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,765
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

OPERATORE
Geol. Gabriele Fiumara



RESPONSABILE
Geol. Gabriele Fiumara



- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
 massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H=0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
 massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A=20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
 massa battente $M=63.5$ kg, altezza caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} . Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{spt}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

- M = peso massa battente;
- M' = peso aste;
- H = altezza di caduta;
- A = area base punta conica;
- δ = passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd}

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

- R_{pd} = resistenza dinamica punta (area A);
- e = infissione media per colpo (δ/N);
- M = peso massa battente (altezza caduta H);
- P = peso totale aste e sistema battuta.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Nspt è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONAL RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose .
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa $\gamma = 2,65$ t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95)

Modulo Di Young (E_y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. >15
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa $G=2,70$ (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 (N_{spt}=0) a 0,545 (N_{spt}=28)

Strato 1	11,47	0,10	Robertson (1983)	2,25
Strato 2	55,89	3,60	Robertson (1983)	10,96

Modulo Edometrico non drenato

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eu (Kg/cmq)
Strato 1	11,47	0,10	Stroud e Butler (1975)	15,16
Strato 2	55,89	3,60	Stroud e Butler (1975)	281,15

Modulo Edometrico drenato

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	E' (Kg/cmq)
Strato 1	11,47	0,10	Stroud e Butler (1975)	22,16
Strato 2	55,89	3,60	Stroud e Butler (1975)	421,88

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato 1	11,47	0,10	Apollonia	11,25
Strato 2	55,89	3,60	Apollonia	54,81

Indice di consistenza

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ic
Strato 1	11,47	0,10	Apollonia	0,73
Strato 2	55,89	3,60	Apollonia	1,19

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	11,47	0,10	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 2	55,89	3,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 1	11,47	0,10	Meyerhof ed altri	19,71
Strato 2	55,89	3,60	Meyerhof ed altri	24,52

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 1	11,47	0,10	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	--
Strato 2	55,89	3,60	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	24,52

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Velocità non rilevata

PENNY 30
 05/08/2014
 2,90 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda	Res. dinamica ridotta	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione	Pres. ammissibile Herminier -
----------------	-----------	--------------------------------	-----------------------	---------------------	---------------------------------	-------------------------------

		Chi	(Mpa)		Herminier - Olandesi (KPa)	Olandesi (KPa)
0,10	13	0,807	4,17	5,17	208,44	258,42
0,20	23	0,755	6,90	9,14	345,02	457,20
0,30	65	0,653	16,87	25,84	843,34	1292,09
0,40	66	0,651	17,08	26,24	853,79	1311,97
0,50	71	0,649	18,32	28,23	915,80	1411,36
0,60	68	0,647	17,49	27,03	874,58	1351,73
0,70	68	0,645	17,44	27,03	872,08	1351,73
0,80	67	0,643	17,14	26,64	856,82	1331,85
0,90	66	0,642	16,83	26,24	841,67	1311,97
1,00	68	0,640	16,41	25,65	820,43	1282,41
1,10	71	0,638	17,09	26,78	854,27	1338,99
1,20	77	0,636	18,48	29,04	923,95	1452,14
1,30	75	0,635	17,95	28,29	897,53	1414,42
1,40	76	0,633	18,14	28,67	907,07	1433,28
1,50	77	0,631	18,33	29,04	916,59	1452,14
1,60	76	0,630	18,05	28,67	902,33	1433,28
1,70	69	0,628	16,34	26,03	817,10	1301,27
1,80	73	0,626	17,25	27,53	862,27	1376,70
1,90	73	0,625	17,20	27,53	860,09	1376,70
2,00	77	0,623	17,22	27,63	860,81	1381,30
2,10	72	0,622	16,06	25,83	802,92	1291,61
2,20	69	0,620	15,35	24,76	767,58	1237,79
2,30	70	0,619	15,54	25,11	776,82	1255,73
2,40	77	0,617	17,05	27,63	852,46	1381,30
2,50	75	0,616	16,57	26,91	828,36	1345,42
2,60	73	0,614	16,09	26,19	804,38	1309,55
2,70	77	0,613	16,93	27,63	846,49	1381,30
2,80	77	0,611	16,89	27,63	844,56	1381,30
2,90	100	0,610	21,89	35,88	1094,35	1793,90

PRIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

pressione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (t/mq)
Strato 1	9,94	0,10	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	1,71
Strato 2	54,54	2,90	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	29,00

c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	9,94	0,10	Robertson (1983)	1,95
Strato 2	54,54	2,90	Robertson (1983)	10,70

Modulo Edometrico non drenato

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	E' (Kg/cmq)
Strato 1	9,94	0,10	Stroud e Butler (1975)	70,28
Strato 2	54,54	2,90	Stroud e Butler (1975)	562,47

Modulo Edometrico drenato

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eu (Kg/cmq)
Strato 1	9,94	0,10	Stroud e Butler (1975)	47,47

Strato 2	54,54	2,90	Stroud e Butler (1975)	324,54
----------	-------	------	------------------------	--------

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato 1	9,94	0,10	Apollonia	9,75
Strato 2	54,54	2,90	Apollonia	53,49

Indice di consistenza

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ic
Strato 1	9,94	0,10	Apollonia	0,20
Strato 2	54,54	2,90	Apollonia	1,21

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	9,94	0,10	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 2	54,54	2,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 1	9,94	0,10	Meyerhof ed altri	19,32
Strato 2	54,54	2,90	Meyerhof ed altri	24,52

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 1	9,94	0,10	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	--
Strato 2	54,54	2,90	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	24,52

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Carica applicata non rilevata

PENNY 30
 05/08/2014
 3,50 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	13	0,807	4,17	5,17	208,44	258,42
0,20	28	0,755	8,40	11,13	420,02	556,59
0,30	65	0,653	16,87	25,84	843,34	1292,09
0,40	66	0,651	17,08	26,24	853,79	1311,97
0,50	68	0,649	17,54	27,03	877,10	1351,73
0,60	69	0,647	17,75	27,43	887,44	1371,61
0,70	71	0,645	18,21	28,23	910,55	1411,36
0,80	77	0,643	19,69	30,61	984,71	1530,63
0,90	72	0,642	18,36	28,62	918,19	1431,24
1,00	73	0,640	17,62	27,53	880,75	1376,70
1,10	77	0,638	18,53	29,04	926,46	1452,14
1,20	73	0,636	17,52	27,53	875,95	1376,70

1,30	77	0,635	18,43	29,04	921,46	1452,14
1,40	76	0,633	18,14	28,67	907,07	1433,28
1,50	77	0,631	18,33	29,04	916,59	1452,14
1,60	68	0,630	16,15	25,65	807,34	1282,41
1,70	66	0,628	15,63	24,89	781,58	1244,69
1,80	69	0,626	16,30	26,03	815,02	1301,27
1,90	77	0,625	18,14	29,04	907,22	1452,14
2,00	78	0,623	17,44	27,98	871,98	1399,24
2,10	77	0,622	17,17	27,63	858,68	1381,30
2,20	73	0,620	16,24	26,19	812,08	1309,55
2,30	77	0,619	17,09	27,63	854,51	1381,30
2,40	72	0,617	15,94	25,83	797,11	1291,61
2,50	75	0,616	16,57	26,91	828,36	1345,42
2,60	75	0,614	16,53	26,91	826,42	1345,42
2,70	77	0,613	16,93	27,63	846,49	1381,30
2,80	78	0,611	17,11	27,98	855,53	1399,24
2,90	77	0,610	16,85	27,63	842,65	1381,30
3,00	81	0,609	16,87	27,71	843,30	1385,47
3,10	81	0,607	16,83	27,71	841,44	1385,47
3,20	83	0,606	17,21	28,39	860,33	1419,68
3,30	81	0,605	16,76	27,71	837,79	1385,47
3,40	88	0,603	18,16	30,10	908,24	1505,21
3,50	100	0,602	20,60	34,21	1029,92	1710,46

PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

PARAMETRI COESIVI Condizione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (t/mq)
Strato 1	9,94	0,10	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	6,08
Strato 2	56,75	3,50	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	29,00

PARAMETRI RESISTENZA PUNTA (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	9,94	0,10	Robertson (1983)	1,95
Strato 2	56,75	3,50	Robertson (1983)	11,13

PARAMETRI MODULO Edometrico non drenato

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eu (Kg/cmq)
Strato 1	9,94	0,10	Stroud e Butler (1975)	106,22
Strato 2	56,75	3,50	Stroud e Butler (1975)	414,36

PARAMETRI MODULO Edometrico drenato

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	E' (Kg/cmq)
Strato 1	9,94	0,10	Stroud e Butler (1975)	71,25
Strato 2	56,75	3,50	Stroud e Butler (1975)	276,25

PARAMETRI MODULO di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato 1	9,94	0,10	Apollonia	9,75
Strato 2	56,75	3,50	Apollonia	55,65

Indice di consistenza

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ic
Strato 1	9,94	0,10	Apollonia	0,55
Strato 2	56,75	3,50	Apollonia	2,33

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	9,94	0,10	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 2	56,75	3,50	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m ³)
Strato 1	9,94	0,10	Meyerhof ed altri	19,32
Strato 2	56,75	3,50	Meyerhof ed altri	24,52

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m ³)
Strato 1	9,94	0,10	Bowles 1982, Terzaghi- Peck 1948/1967	--
Strato 2	56,75	3,50	Bowles 1982, Terzaghi- Peck 1948/1967	24,52