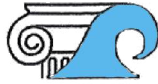


AUTORITA' PORTUALE DI PALERMO

PORTO DELL'ACQUASANTA DI PALERMO

Ditta:



MARINA VILLA IGIEA
PALERMO

PROGETTO DI POTENZIAMENTO, ADEGUAMENTO E COMPLETAMENTO DELLE
INFRASTRUTTURE DEL PORTO TURISTICO DELL'ACQUASANTA DI PALERMO

PO FESR 2007/2013, linea di intervento 3.3.2.5 - Bando pubblico per la realizzazione di interventi strutturali
ed infrastrutturali finalizzati all'attuazione del piano strategico regionale della portualità turistica
- CODICE CUP G71G1000030004 - prog.n° 21 -

Documentazione di cui all'allegato II del D.M. 14-04-1998 richiesta dall'Assessorato alle Attività Produttive
Dipartimento Regionale delle Attività Produttive - Servizio 4 con nota prot. n. 0014233 del 11-03-2014
e nota prot. n. 0014954 del 13-03-2014

All. B.1 - Relazione geologica e sismica
(Redatta dal Dr. Geologo Oreste Adelfio)

Palermo, 29-03-2014


Il Progettista:
SIGMA INGEGNERIA S.P.A.
Via della Libertà 201/a 90143 Palermo
Tel. 091 6254742

ING. VINCENZO NICOLETTI



La Ditta:
MARINA VILLAIGIEA S.P.A.

MARINA VILLAIGIEA S.p.A.
Il Presidente
(Giacchino Guccione)



ARCH. IDA ZIMMATORE



ING. FRANCESCO AGIO



INDICE

↳1 - PREMESSA	3
↳2 - UBICAZIONE DELL'AREA IN STUDIO	5
↳3 - GEO-LITOLOGIA DELL'AREA	5
↳4 - GEOMORFOLOGIA:	
4.1 - CARATTERI GEOMORFOLOGICI GENERALI DELL'AREA COSTIERA	8
4.2 - CARATTERI GEOMORFOLOGICI DEL SITO	13
↳5 - SONDAGGI GEOGNOSTICI	16
↳6 - CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA, SEDIMENTOLOGICA E GEOMECCANICA DEL SITO DETERMINATA DALLE INDAGINI GEOGNOSTICHE IN CORRISPONDENZA DELLE OPERE DA REALIZZARE	17
7. CONCLUSIONI	19

GRAFICI

- Corografia scala 1:10.000
- Carta Geolitologica e Geomorfologica 1:25.000
- Planimetria sondaggi
- Stratigrafie attuali ed acquisite
- Sezione stratigrafico – tecnica schematica
- Documentazione fotografica sondaggi geognostici

1 - PREMESSA

Lo studio che si relaziona con la presente riguarda la caratterizzazione geologica, geomorfologica e geomeccanica costiero è stato redatto su incarico dell'ing. Giordano Francesco, in nome e per conto della ditta *MARINA VILLA IGEA* di Palermo, per la progettazione di un bacino di alaggio di servizio alla nautica da diporto, all'interno del Porto dell'Acquasanta, nel Comune di Palermo.

Lo studio geologico è finalizzato alla identificazione litostratigrafica dei terreni costituenti il sottofondo delle banchine portuali, il fondale ed il substrato geologico di tutta l'area, al fine di indirizzare con precisione le verifiche geotecniche necessarie alla progettazione delle opere di presidio e di fondazione.

Lo studio è consistito nella caratterizzazione dei processi geomorfologici e sedimentologici che si esplicano ed in particolare dei terreni e delle litologie affioranti sui fondali interessati al progetto.

Lo studio dell'ambiente geologico costiero, necessario per inquadrare il contesto entro cui inserire i dati puntuali reperiti del sito, fa riferimento a campagne di indagine sedimentologiche e stratigrafiche condotte in precedenza fra il Porto industriale di Palermo, a sud del sito di progetto, e quello dell'Arenella, a nord del sito stesso.

Inoltre per condurre tale studio ci si è avvalsi di carotaggi condotti nel sito nel mese di Settembre 2005 ed in area limitrofa (area di colmata) nel Settembre 2007. Sono stati utilizzati anche carotaggi condotti negli anni scorsi nel sito limitrofo, prospiciente la radice del bacino di carenaggio da 150.000 del Porto industriale di Palermo.

Vista la complessità geologica e la variabilità litologica determinata dalle indagini, lo scrivente si è avvalso inoltre delle stratigrafie acquisite tramite una campagna di indagine geognostica in terraferma, precisamente nelle banchine del Porto industriale di Palermo a sud, e nella piattaforma di retrospiaggia occupata dall'area della ex "Chimica Arenella", compresa fra il quartiere dell'Arenella e quello di Vergine Maria, a nord del sito.

Le stratigrafie dei terreni affioranti nell'area hanno permesso di inquadrare le distribuzioni spaziali delle litologie e l'assetto geologico, spiegando la variabilità litologica, mentre la distribuzione granulometrica dei sedimenti ha consentito di delineare le idrodinamiche connesse ai processi geomorfologici costieri.

Tali indagini sono sufficienti a definire un quadro generale della situazione geolitologica dell'area portuale interessata nonché, più in dettaglio, la ricostruzione litostratigrafica dei siti specifici destinati ad accogliere le opere già citate da realizzare.

In particolare la presente relazione definisce, nel quadro geologico della piana di Palermo e della fascia costiera, le condizioni di affioramento e giacitura del substrato geologico e dei terreni di copertura e le relative interazioni geometriche e dimensionali con le opere in progetto. Del substrato per quanto attiene litologia, struttura tettonica e sedimentaria, della copertura per le caratteristiche costitutive in relazione all'ambiente di provenienza e di sedimentazione.

2 - UBICAZIONE DELL'AREA IN STUDIO

L'area indagata si ubica lungo la fascia costiera, ad est del Monte Pellegrino. Si tratta di un'area intensamente urbanizzata, sede di quartieri cittadini espansi su vecchi borghi marinari e del porto dell'Arenella, all'interno del quale si sviluppano le strutture da diporto di Marina di Villa Igea. Il sito di progetto e di specifica indagine e caratterizzazione geomeccanica, si ubica a nord della diga Acquasanta e del bacino di carenaggio da 150.000 del Porto industriale di Palermo.

3 - GEO-LITOLOGIA DELL'AREA

Vari autori si sono occupati della geologia della piana che ospita la città di Palermo, a partire dai primi decenni dal '900. Nella piana affiora una estesa ma discontinua piattaforma calcarenitica di origine marina e di età pleistocenica, che ricopre substrati radicati, talora affioranti, pelitici e arenacei di età Miocene – Pliocene, con spessore indeterminato (il Flysch Numidico supera i 400 m). La calcarenite arriva a ricoprire anche il substrato calcareo affiorante alle falde dei rilievi montuosi, come nel sito in studio (falde del M. Pellegrino).

La calcarenite dunque costituisce una piattaforma distribuita su substrati carbonatici e argillitici, articolati in alti e bassi strutturali. Essa presenta pertanto spessori vari nella piana della città di Palermo e lungo la fascia costiera, con terminazioni di spessore laminare ai margini della cintura montuosa della piana, ma raggiunge spessori fino a 80 m circa dove è massima la sua potenza.

Sono presenti inoltre coltri detritico – alluvionali, palustri, colluviali, eluviali etc. sciolte o di riporto a riempimento delle depressioni preesistenti, connesse alla morfologia a terrazzi costieri ed alla rete idrografica.

La piattaforma calcarenitica testimonia le oscillazioni del mare quaternario, che ha modellato e ricoperto in gran parte il substrato miocenico e pliocenico, costituito da formazioni pelitiche ed arenacee. L'insieme dei terreni si ritrovano in assetto ribassato tettonicamente rispetto ai complessi carbonatici mesozoici, che affiorano lungo la cintura montuosa della Piana di Palermo e in prossimità del sito in studio, alle falde del M. Pellegrino. Infatti le sponde del porto turistico e peschereccio dell'*Acquasanta*, sono costituite dalla scogliera calcarea in facies di calcareniti compatte e breccie risedimentate, di margine di piattaforma carbonatica mesozoica.

Da dati preesistenti, nel sottosuolo della fascia costiera prospiciente il porto commerciale affiora la calcarenite in banchi litoidi, continui, compatti e ben cementati. Nella zona del porto industriale predominano le facies intermedie, con intercalazioni ed alterne predominanze di facies sabbioso-arenacee e calcarenitiche massive, ovvero con caratteristiche strutture a noduli di cementazione.

Nel sito in studio al di sotto dei fondali indagati e delle banchine, si riscontrano terreni di copertura recenti di natura organica e detritica, depositi sciolti che derivano dal disfacimento in ambiente subaereo dei calcari grigi mesozoici di piattaforma carbonatica, affioranti lungo le sponde settentrionali del porto dell'*Acquasanta*.

Tali coperture derivano dagli apporti detritici di varia elaborazione e rimaneggiamento. Infatti i sondaggi condotti dallo scrivente hanno rilevato la presenza di sabbie e breccie calcaree grigie a spigoli vivi, di materiali sabbioso tufacei, di limi

organici scuri. Si tratta quindi, come dicevo più sopra, di apporti e rielaborazioni conseguenti alle interferenze di attività umane e fenomeni naturali, propri di un ambiente costiero, prossimo alle aree di scarichi dei detriti di falda del Monte Pellegrino. Tali detriti si sono intercettati sia nei sondaggi condotti nel sito di indagine interno al porto dell'Acquasanta, sia nella zona della ex chimica Arenella, più a nord. Ambedue tali siti sono pertinenti alla cintura detritica del Monte Pellegrino, costituito da calcari grigi. Nel sito a ridosso della diga Acquasanta si riscontrano abbondanti spessori di limi organici scuri, chiaramente derivanti dai notevoli apporti fognari del canale Passo di Rigano, il cui sbocco è stato convogliato alcune decine di anni or sono alla radice della diga foranea.

Infine il sito dell'area di colmata, di cui si occupa la presente relazione, è originato dal prosciugamento per riempimento di uno specchio d'acqua di mare compreso fra la diga foranea ed il porto dell'Acquasanta, al fine di guadagnare nuovi spazi per le attività di servizio al diporto. Tale riempimento è stato eseguito con terreni di riporto, di evidente origine locale, derivanti da scavi eseguiti nella piana di Palermo, con la presenza di abbondante scheletro tufaceo, prodotto da sbancamenti eseguiti in seno alle calcareniti e alle relative coperture alterative.

4 - GEOMORFOLOGIA

4.1 - CARATTERI GEOMORFOLOGICI GENERALI DELL'AREA COSTIERA

Per studiare la conformazione geomorfologica costiera dell'area di intervento, si è considerato il tratto costiero di circa 9 km, che si può ricondurre ad una subunità fisiografica, perché presenta una fenomenologia geomorfologica omogenea, compresa fra il molo della tonnara *Bordonaro* e le discariche di *Vergine Maria* a nord, e il complesso portuale di Palermo a sud, fino alla "*Cala*". Consiste in un tratto di linea costiera integralmente condizionato dalle opere portuali e urbane, comprese le discariche presenti. Con ciò si tiene conto dell'uniformità geomorfologica attuale del tratto di progetto e delle interferenze provenienti dagli agenti naturali marini, a prescindere dalle condizioni naturali originarie. Tale condizioni sono rappresentate nella Carta Geomorfologica costiera a fine testo che, per comodità, è stata suddivisa in 2 segmenti, uno a nord ed uno a sud rispetto al porto di Palermo.

Il sito costiero in studio insiste nel settore settentrionale del porto di Palermo, in corrispondenza della borgata *Acquasanta*, all'estremità della linea costiera della Piana di Palermo, lambendo le falde del rilievo del M. Pellegrino. Il porto turistico e peschereccio dell'*Acquasanta* si ubica fra quello industriale, a sud, e le falde del promontorio del M. Pellegrino a nord. Tutto il sistema portuale ed urbano fin dai tempi storici è cresciuto a partire dall'originario porto fenicio a sud, oggi *La Cala*, che si addentrava nella terraferma, modificando tutto l'assetto costiero, compreso quello idrografico. Le rete idrografica è stata interamente inglobata dalla urbanizzazione, ricolmata o tombata. Le acque defluiscono lungo la rete fognaria, stradale o lungo storiche canalizzazioni del sottosuolo (*Qanat*) fino a riversarsi entro gli specchi d'acqua

portuali. Sono in corso opere e progetti per il convogliamento dei reflui fognari in aree diverse, con impianti di depurazione.

Oggi la costa si trova interamente banchinata o invasa da residui a scarica, dal porticciolo di S. Erasmo, a ridosso della foce del F. Oreto, anche esso canalizzato ma a cielo aperto, fino al porticciolo di Vergine Maria, sulla scogliera calcarea alle pendici del M. Pellegrino. Opere portuali minori e poderosi corpi di discariche hanno modificato la restante linea costiera sia più a sud (*Acqua dei Corsari, Romagnolo, Bandita, Aspra*, foce del F. *Eleuterio*) che più a nord (*Vergine Maria, Addaura*).

La linea di costa cittadina si sviluppa nell'omonimo golfo, fra i due promontori di Capo Zafferano a sud e M. Pellegrino a Nord, lungo la piattaforma calcarenitica che costituisce la parte maggiore del sottosuolo cittadino. Tale substrato è interrotto in aree circoscritte dall'emergere di "alti strutturali" di substrati pelitici radicati più in profondità, e da coperture di natura alluvionale e palustre. Queste costituiscono gli alvei torrentizi che attraversavano la piana, oggi tombati, nonché i sedimenti delle zone morfologicamente e tettonicamente depresse, oggi ricolmati e livellati.

La struttura geologica ha determinato una morfologia articolata della linea costiera, fino a tempi protostorici, segmentata fra scogliere basse e insenature (foce del Kemonia-Papireto e dell'Oreto). Su tale ambiente è intervenuta negli ultimi secoli l'attività di urbanizzazione, che ha colmato le depressioni interne e le insenature della costa in corrispondenza dei sistemi fluviali (Oreto-Ponte Ammiraglio, Fossa della Garofala-Kemonia, Danisinni-Papireto, Passo di Rigano-Ucciardone) prosciugando le aree palustri e di foce. Inoltre in epoca più recente è stato compiuto il più massiccio avanzamento della maggior parte della costa a scogliera, con terrapieni, discariche postbelliche ed opere portuali.

L'area portuale, dal suo primo insediamento a sud (*La Cala*), fino alla attuale posizione del porto di *Acquasanta*, è certamente quella che ha subito le più profonde trasformazioni e che conserva, nella natura dei suoi fondali sommersi e dei terrapieni, testimonianza della sua storia evolutiva più recente. In particolare dal raffronto fra i rilievi I.G.M.I. dei primi '900 ed il rilievo del 1973 si evince che l'area antistante lo sbocco dei canali fognari (Passo di Rigano, Notarbartolo, Sampolo, Molo) in corrispondenza del bacino di carenaggio da 150.000 TPL, è interessata da interrimento, con depositi che emergono costituendo una piattaforma di m 100 x 200, rilasciati e fluitati a nord dello sbocco, in direzione della radice del molo *Acquasanta*. Tali sedimenti non vengono ad essere intercettati dalle correnti costiere, la cui dinamica di trasporto verge da nord verso sud, ma rimangono oggi nello specchio d'acqua portuale interno alla diga *Acquasanta*.

Il riempimento più cospicuo è avvenuto nello specchio di mare esterno allo stesso molo, fra questo ed il porto turistico dell' *Acquasanta*, dove è stata creata una piattaforma a sagoma triangolare di oltre 200 m di lato e quota di oltre m 2, per l'ampliamento delle banchine del porto turistico, limitrofo al sito di progetto. Su tale riempimento, noto come area di colmata, interviene il progetto del capannone di cui si occupa il presente studio.

Per effetto del regime correntizio e del trasporto solido lungo la costa, si è determinato negli ultimi anni un parziale interrimento anche del settore nord della scogliera sommersa, posta in opera parzialmente a protezione dello sbocco del canale emissario degli sbocchi fognari (indagini del subottom).

A nord del porto Acquasanta, dopo un breve tratto costituito dalle falesie calcaree del Monte Pellegrino (Villa Igiea), l'area si caratterizza come una piattaforma di abrasione marina, fino al porticciolo di Vergine Maria, che borda le ripide pendici del monte, ricavata a spese del substrato calcareo. Questo è stato conformato dalla tettonica in terrazzi costieri, secondo una geometria che traccia un'ansa costiera, oggi ricolma di depositi recenti. Anche questi, come descritto per l'area dell'Acquasanta, sono sia di origine naturale (detriti di falda) che antropica (discariche di inerti ma anche delle attività dell'ex "Chimica Arenella"). Tali depositi hanno rettificato la linea di costa.

Nell'area emersa si riscontrano affioramenti calcarei, sia a monte che lungo la costa, alternati ad accumuli di depositi di origine detritica continentale, indice di sollevamenti tettonici e regressione marina. I depositi di origine marina sono limitati ad una sottile crosta calcarenitica ed a strette (<10 m) e discontinue linee di spiaggia. Il tutto viene celato da corpi caotici aggiunti di riporti e discariche, con spessori fino a qualche decina di metri, abbandonati negli ultimi 50 anni lungo la costa.

L'estremità settentrionale del tratto costiero è ricoperto da cumuli caotici di detriti provenienti dalle attività chimiche industriali, mentre più a nord affiorano scogliere calcaree a profilo trasversale basso fino alla insenatura ed al porticciolo di *Vergine Maria*, dove inizia una serie di poderosi corpi di detriti di riporti a discarica, con spessori > 20 m e fianchi a scarpate costiere incoerenti, con pendenze >40°.

Depositi sciolti si riscontrano spiaggiati, in parte di riporto, costituiti da sabbie grossolane e ciottoli, lungo l'estradosso del molo del porticciolo dell'*Arenella* e dell'*Acquasanta*. Infatti, coerentemente con le analoghe fenomenologie morfodinamiche della costa a nord-est della città, le correnti con azione prevalente di trasporto da nord verso sud, rilasciano il carico sedimentario per brevi tratti sopraflutto

a ridosso delle strutture aggettanti della linea di costa. In tal modo si è mantenuta qualche tratto di spiaggia emersa di tipo misto, soggetta alla aggressione delle correnti e del moto ondoso e non in grado di accrescersi con sedimenti di deposito naturale.

Nell'area sommersa fra il molo portuale e la discarica dell'ex *Chimica*, grazie ai campionamenti ed alle indagini visive documentate da foro subacquee, si riscontrano fondali rocciosi, privi di sedimenti mobili fino alla fascia di isobate compresa fra -3 ÷ -6, e fondali sabbiosi fino a -12. Ciò denota un ambiente idrodinamico ad alta energia, che non consente il rilascio dei sedimenti fini sabbiosi lungo la spiaggia emersa. Lungo la battigia l'attività idrodinamica marina infatti consente solo i depositi di materiali grossolani. I sedimenti sabbiosi vengono parzialmente rilasciati lungo una fascia di fondale distaccata dalla battigia, determinando una sottile e discontinua copertura tabulare. Sono assenti barre sabbiose.

La costa sommersa è conformata su una morfologia di età Pliocenica – Quaternaria a scogliere rocciose con profili frastagliati. Il fondale attuale continua verso il largo con pendenze >5%.

L'influenza fisiografica costiera si esplica da nord, essendo presente una direzione preferenziale di correnti trattive verso sud. Pertanto la presenza di lunghi e spessi corpi a discarica a nord, costituisce una alimentazione continua di sedimenti grossolani ed eterogenei verso il sito in studio.

Più a sud le opere portuali risultano sottoflutto e non hanno influenza sul sito di progetto. In ogni caso la realizzazione del manufatto in progetto non può interferire con l'assetto della linea di costa.

4.2 - CARATTERI GEOMORFOLOGICI DEL SITO

La conformazione del sito è oggi completamente sotto il controllo delle opere portuali. Infatti oltre ad essere il sito inserito entro lo specchio d'acqua del porto dell'Acquasanta, è stato interessato da radicali riassetto delle opere portuali degli ultimi anni. In particolare la diga di sottoflutto limitrofa al sito è stata modificata, con la creazione di un ampio terrapieno, il convogliamento verso l'esterno dei reflui provenienti dallo sbocco del Passo di Rigano e la parziale realizzazione di una scogliera di protezione esterna alla diga. A ridosso di quest'ultima si registrano modesti apporti detritici da correnti marine o di spiaggiamento da ondatazione (vd. indagini del subbottom).

Inoltre, in accordo con quanto sopra esposto riguardo il tratto costiero in generale, non si verificano più apporti di sedimenti naturali dalla terraferma, in conseguenza della presenza delle opere portuali in continuità e della obliterazione della rete idrografica preesistente, che è stata fagocitata dalle reti fognarie e stradali.

Infatti il sito si ubica in prossimità dello sbocco attuale del canale Passo di Rigano, che è stato originato dalla deviazione artificiale di un impluvio torrentizio naturale proveniente dalla cintura montuosa di Palermo, che raccoglieva gli apporti dilavanti dalle pendici occidentali sovrastanti la Piana, insieme agli affluenti *Celona* e *Mortillaro*. Il Passo di Rigano terminava il proprio corso nell'attuale zona dell'*Ucciardone*, scaricando in un'area palustre in posizione depressa (probabilmente una laguna costiera). In epoca storica questa è stata bonificata ed il canale tombato e deviato verso l'attuale sede di sbocco, dove ha continuato a scaricare modesti detriti alluvionali e prevalentemente gli scarichi fognari della città di recente espansione. Il

proprio bacino idrografico è stato cementificate e drenato dalla rete fognaria. Prova ne è la presenza di depositi misti nello specchio d'acqua antistante lo sbocco del canale, maggiormente al di fuori della diga foranea attuale. L'orizzonte carotato al di sotto del sito in studio per m 2 di spessore a m -10≈12 è del tutto analogo.

Il corso originario del Passo di Rigano risulta prolungato di circa km 1. Studi degli ultimi anni sulle idrostrutture pertinenti questa zona della Piana di Palermo, rivelano la presenza di flussi idrici occulti con vergenza prevalente verso il tratto terminale del Passo di Rigano e l'area palustre dell'Ucciardone, dove la falda emergeva naturalmente. Tale andamento è coerente a quello delle isopieze e delle isosaline a clorite, sia in Novembre che a Giugno, che indica la prevalenza idraulica perenne di acqua dolce e la mancanza di intrusioni marine, come avviene invece massicciamente per km nella zone della Piana poco più a nord (area del *M. Pellegrino* e della *Piana dei Colli*).

Tale situazione ha conferito al Passo di Rigano la funzione di adduttore naturale di flussi idrici perenni in grado di trasportare anche apporti solidi prevalentemente organici, che hanno influenzato il regime sedimentario costiero con sabbie limose, limi e torbe. Tali depositi sono documentati dai sondaggi condotti nel sito con la presenza di un livello di circa m2 di spessore alla base dei materiali di riporto, situazione che documenta la sedimentazione verificatasi nel recente passato fino a prima delle più recenti modifiche nell'assetto delle opere portuali. Attualmente tali scarichi sono collettati all'esterno delle opere portuali e possono avere solo una indiretta connessione con la sedimentazione interna ai porti. Tuttavia il regime sedimentario interno alle opere portuali dipende dalle sopracitate modifiche più recenti nella

disposizione di queste, che risale agli ultimi anni e pertanto non sono documentabili gli ulteriori sviluppi conseguenti nel tempo.

Più in dettaglio si precisa che nel sito, al di sotto degli inerti di riporto e dei fanghi fognari misti a detriti, non sono stati carotati calcareniti ma depositi di origine detritica continentale, costituiti da detriti di falda calcarei, provenienti dal gruppo carbonatico del M. Pellegrino, e dilavamenti delle calcareniti e degli stessi calcari, costituenti la piattaforma quaternaria emersa e sottoposta alla abrasione marina.

Considerando le stratigrafie riscontrate a meno di 100 m più a sud (radice del bacino di carenaggio – *confronta Planimetria sondaggi e stratigrafie acquisite*) in cui si raggiungono le calcareniti al di sotto dei riporti, si nota la già citata complessità ed articolazione della conformazione costiera in studio. Nel sito invece, entro i -15 m dal livello mare, non si sono raggiunte le calcareniti in posto, ma ghiaie e sabbie da disfacimento continentale (detriti di falda dei calcari e dilavamenti in seno sia a questi ultimi che alle calcareniti).

Dalla distribuzione di tali depositi si riscontrano le evidenze sedimentarie dell'evoluzione della fisiografia costiera dall'epoca preurbana ad oggi, con la immissione localizzata, su un fondale sabbioso arenaceo, dei dilavamenti torrentizi e palustri-torbosi, i riempimenti delle banchine portuali e le sedimentazioni fognarie, con un tasso di sedimentazione molto differenziato per zone.

5 - SONDAGGI GEOGNOSTICI

Sono stati eseguiti nel Settembre 2005 due sondaggi geognostici in sito, consistenti in perforazioni a carotaggio continuo del terreno sottostante il fondale (a -6 m circa) prospiciente le banchine sud del porto turistico di Marina di Villa Igea. A fine testo sono riportate la Planimetria con disposizione dei sondaggi, la documentazione fotografica e le relative stratigrafie. Inoltre si riportano le stratigrafie acquisite dai 2 sondaggi più vicini, estratti fra quelli acquisiti dalle numerose campagne di indagine effettuate nel porto industriale di Palermo, cui il sito di progetto si trova limitrofo. Infine nella limitrofa area di colmata nello scorso Settembre 2007 sono stati eseguiti, a cura dello scrivente, n° 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, con prove geomeccaniche e sismiche in foro.

I carotaggi in sito hanno rilevato, al di sotto del fondale, terreni sciolti o poco consistenti, fino ai limi liquefatti, su cui non è stato possibile effettuare prove meccaniche di laboratorio.

**6 - CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA, SEDIMENTOLOGIA E
GEOMECCANICA DEL SITO DETERMINATA DALLE INDAGINI GEOGNOSTICHE
IN CORRISPONDENZA DELLE OPERE DA REALIZZARE**

In seguito alla campagna di indagini geognostiche eseguite in sito, dal fondale, a circa -6 m dal livello mare, è stata accertata la presenza delle seguenti tipologie di terreni, in sequenza dall'alto verso il basso:

- terreni di riporto costituiti da sabbie e ghiaie, blocchi lapidei e calcestruzzo per 3 ÷ 4 m di spessore;
- depositi di sedimentazione dei reflui urbani misti a detriti sabbiosi, di natura limosa a forte componente organica in stato ridotto, derivante da accumuli rapidi (ultimi decenni) e quindi in ambiente anaerobico, in stato di liquefazione; spessore circa m2;
- coperture di tipo sabbio ghiaioso, di origine detritico-continentale, derivante da rimaneggiamenti dei terreni calcarei affioranti lungo la terraferma a nord; spessore indeterminato, fino a fondo foro m 3;

C'è da sottolineare la presenza probabile del substrato lapideo, di natura calcarenitica o calcarea, riscontrato in precedenti campagne di indagine nei siti limitrofi a -15 dal l.m. e tuttavia non raggiunto nel sito entro i -17,5 m dal livello mare. In verità i riscontri nei siti limitrofi sono non univoci, poiché si sono realizzati anche carotaggi di limi torbosi in corrispondenza della diga Acquasanta e dello specchio d'acqua antistante a profondità oscillanti fra -12 ed oltre -30 m dal l.m. Il substrato sabbioso

calcarenitico nei siti limitrofi si è comunque raggiunto al di sotto delle coperture detritiche.

Ai fini del presente lavoro si ritiene dunque sufficiente l'acquisizione di dati geomeccanici e stratigrafici entro -9 m dal fondale ovvero -17,5 dal livello mare, poiché la caratterizzazione di un tale pacco di terreni in sottofondazione è già sufficiente a indirizzare le scelte fondazionali delle opere in progetto.

Per ciò che concerne le caratteristiche fisico meccaniche di tali terreni, trattandosi di terreni sciolti e di natura varia lungo la verticale, si fa riferimento a quelli meno consistenti riscontrati nell'area di colmata, riguardanti il complesso costituito dai riporti e dalle sabbiose giacenti sul fondale.

Nel complesso il sottofondo del fondale attuale nel sito è costituito da un pacco di terreni di copertura detritica e di riporto, consistenti in limi liquefatti per uno spessore di m 2 al di sotto di circa m6 di blocchi, sabbie e ghiaie. Seguono verso il basso orizzonti sciolti a grana prevalentemente sabbiosa di origine calcarea e calcarenitica.

	stratigrafia fondale m -6 dal l.m.	spessore (m)	Φ'	C'	γ (KN/m ³)
terreni di riporto	ghiaie e sabbie eterogranulari ed eterotipiche, costituite in prevalenza da calcari grigio-scuri	4 ÷ 6	30°	0	18
	limi neri in stato liquefatto	2	15°	0	15
	sabbie e ghiaie eterogenee (detriti dilavati da aree emerse e calcareniti poco cementate)	> 3	30°	0	18

7 - CONCLUSIONI

Mediante una campagna di indagini geognostiche condotta sul sito, a corredo di uno studio e di campagne di indagini precedenti, è stata determinata la condizione stratigrafica e geomeccanica del prisma di terreno, che sarà interessato dalle opere per il bacino di alaggio per nautica da diporto in progetto sull'area del porto turistico dell'Acquasanta. Inoltre lo studio, esteso all'ambito geomorfologico di competenza (subunità geomorfologica costiera del Golfo di Palermo riconducibile al segmento Vergine Maria - foce Oreto), avendo individuato le dinamiche costiere operanti, sia antropiche che naturali, ha consentito di accertare che le opere in progetto non hanno interferenze con esse.

Le indagini in sito ed in laboratorio per la caratterizzazione geomeccanica del terreno di fondazione, hanno individuato un pacco di terreni di riporto, derivati sia da precedenti lavori di banchinamento che da apporti detritici e fognari degli ultimi decenni, a costituire un prisma di circa 8 m di spessore. Al di sotto giace la coltre originaria del fondale, di un paio di metri di spessore, di natura sabbiosa sciolta, che a sua volta giace sul substrato calcarenitico di età pleistocenica, derivata dal rimaneggiamento in ambiente di mare costiero, di rocce e detriti carbonatico – dolomitici, oggi affioranti sulle sponde settentrionali del porto di Acquasanta.

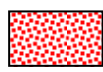
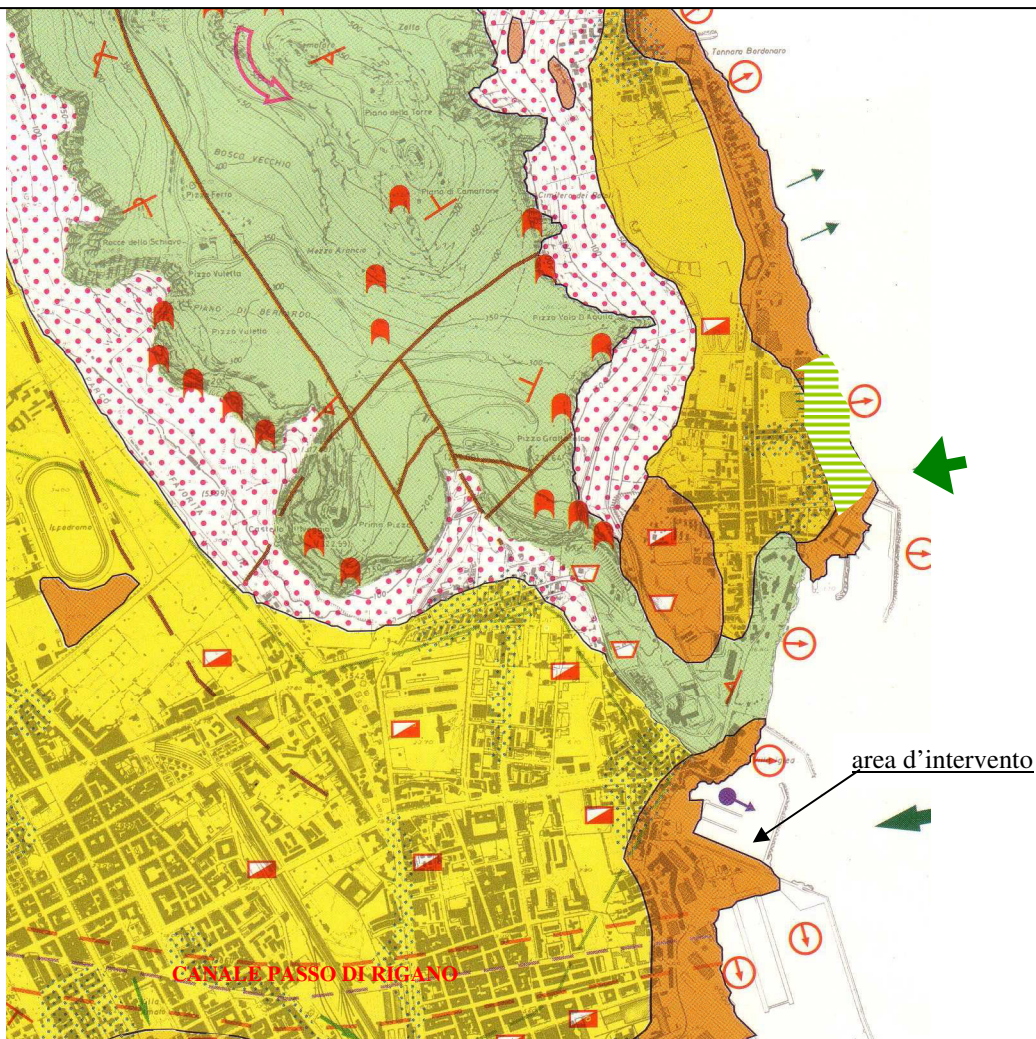
Mediante l'integrazione e la correlazione con i dati conseguiti in modalità differenziate nelle aree limitrofe, al fine di conseguire risultati attendibili, si è potuto così caratterizzare il terreno di fondazione e indirizzare le scelte fondali, con criteri di economicità ed efficienza (vd. Sezione Litotecnica a fine testo). È comunque importante tenere presente che i dati riportati, frutto di elaborazioni interpretative di

dati intrinsecamente puntuali, possono subire nella realtà variazioni significative nell'ambito della area di progetto, a causa non solo della eterogeneità che contraddistingue i materiali di riporto, ma anche della presenza di intercalazioni irregolari di limi scuri di origine organica e di probabile provenienza fognaria.

Lo spessore dei riporti e la propria costituzione sostanzialmente sabbio-ghiaiosa con limi, produce cedimenti differenziali sotto carichi imposti. Non si deve trascurare peraltro che si tratta sempre di ambiente sotto falda in quanto giacente oltre 6 m al di sotto del livello del mare.

IL GEOLOGO

CARTA GEOLITOLOGICA - GEOMORFOLOGICA (scala 1:25.000)



Detriti di falda



Coperture recenti da riporti artificiali



Biocalcareni e biocalciruditi giallastre in banchi e strati a vario grado di cementazione, con livelli intercalati di sabbie e sabbie argillose, limi ed argille siltose – Spessore max 40 – 50
Gli affioramenti persistono lungo la fascia costiera ed i fondali, mentre lungo la costa emersa sono ricoperti con continuità da materiali di riporto



Calcarei e calcari dolomitici di scogliera carbonatica mesozoica, da stratificati in banchi a massivi, tettonicamente pertinenti a varie Unità Stratigrafico Strutturali – Spessori variabili con le varie Unità, comunemente oltre 300 m



Aree soggette a mareggiate



Recapito di reflui urbani



Sorgente ipotermale



Direzione di massima ondazione



Costa in avanzamento (discariche)



Cave storiche


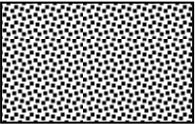
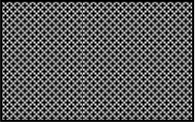
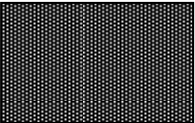



Cavit  carsiche

profili portuali risalenti agli anni '70

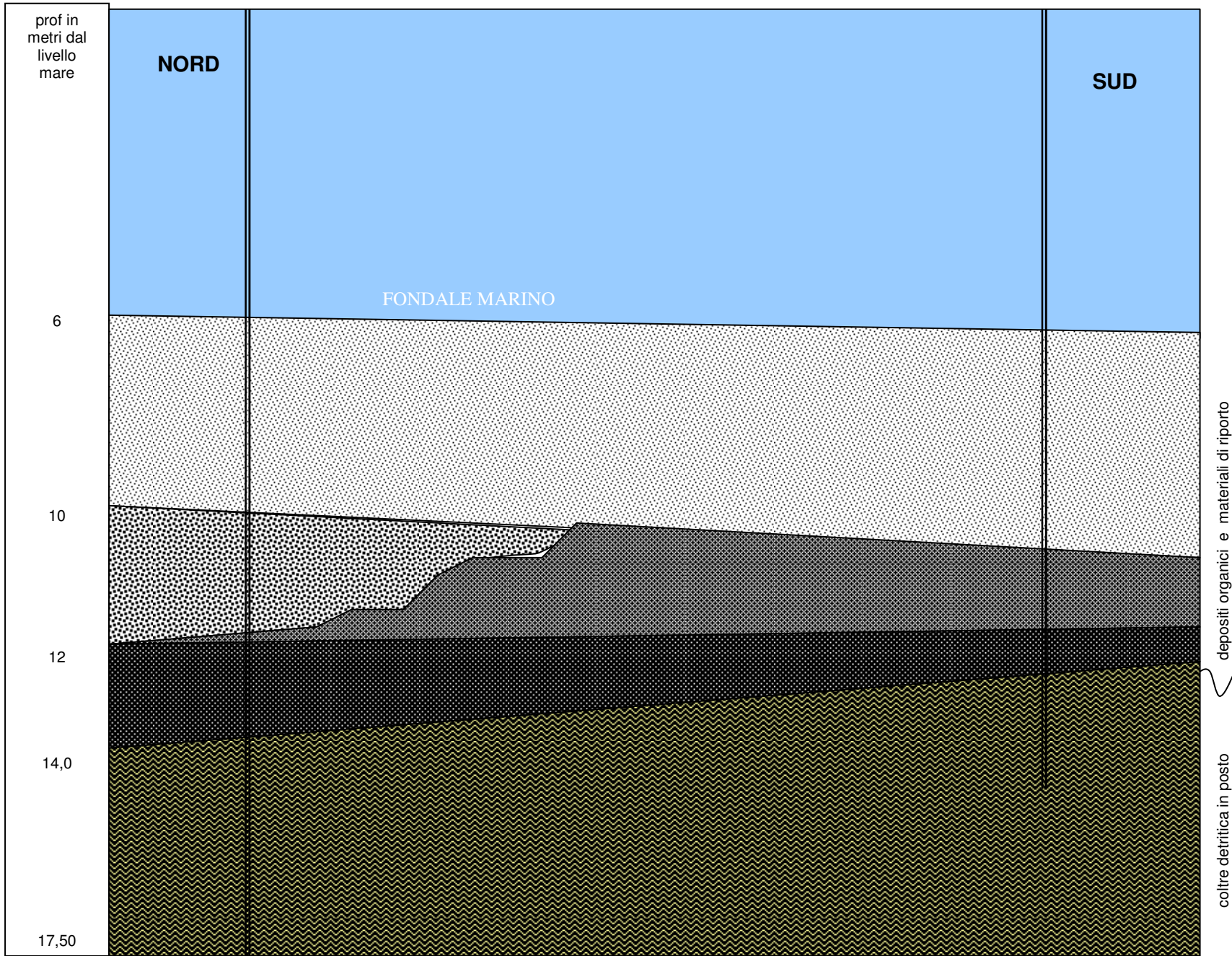
Porto turistico Acquasanta – Bacino di alaggio
SEZIONE STRATIGRAFICO – TECNICA SCHEMATICA

LEGENDA

 sabbie e ghiaie grigie eterogranulari ed eterotipiche costituite in prevalenza da calcari grigio-scuri		spessore (m)	Φ'	C'	γ (KN/m ³)
		4 ÷ 6	30°	0	18
 sabbie e ghiaie in una matrice costituita da limi organici		2	15°	0	15
		limi organici liquefatti			
		> 3	30°	0	18

S1

S2



AUTORITÀ PORTUALE DI PALERMO

Porto turistico Acquasanta – Bacino di alaggio

SONDAGGI A MARE - Settembre 2005

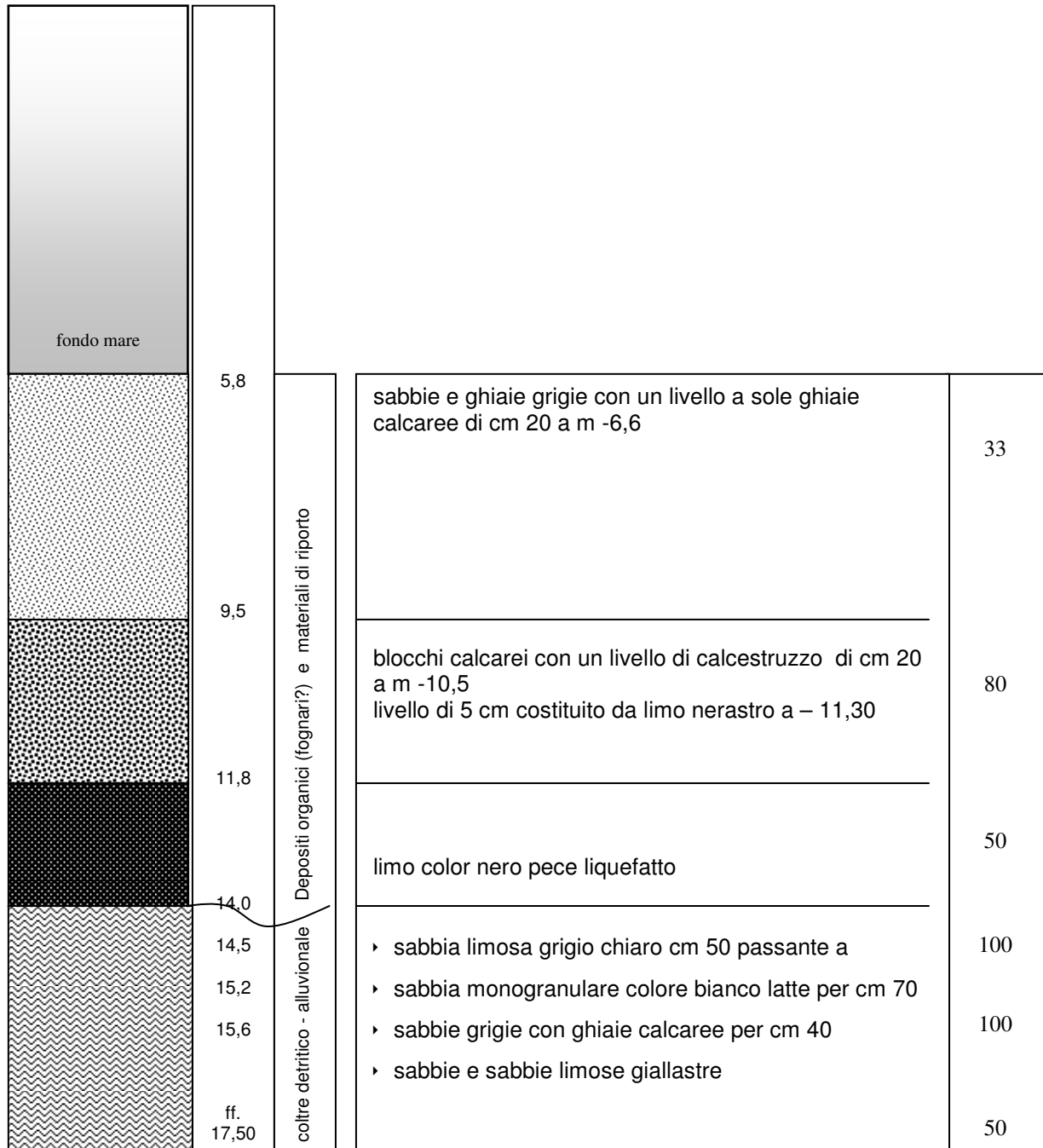


COLONNA STRATIGRAFICA

Prof. in m dal l.m.m.

DESCRIZIONE

Carotaggio %



AUTORITÀ PORTUALE DI PALERMO

Porto turistico Acquasanta – Bacino di alaggio

SONDAGGI A MARE - Settembre 2005

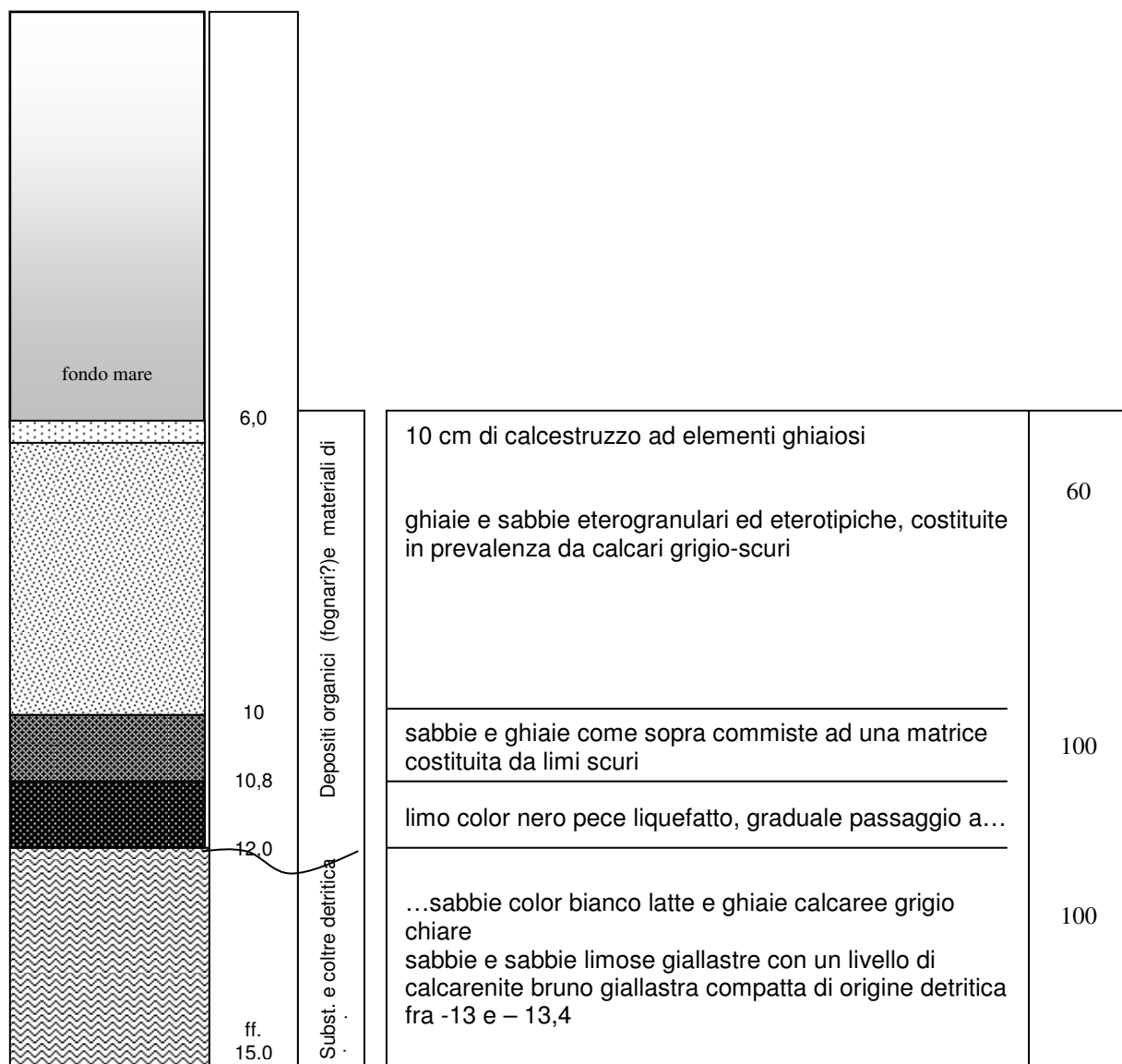


COLONNA STRATIGRAFICA

DESCRIZIONE

Carotaggio %

Prof. in m dal l.m.m.



INDICE

1 - PREMESSA	3
2 - UBICAZIONE DELL'AREA IN STUDIO	6
3 - GEO-LITOLOGIA DELL'AREA	6
4 - GEOMORFOLOGIA:	
4.1 - CARATTERI GEOMORFOLOGICI GENERALI DELL'AREA COSTIERA	9
4.2 - CARATTERI GEOMORFOLOGICI DEL SITO	14
5 - SONDAGGI GEOGNOSTICI	17
6 - CARATTERIZZAZIONE FISICO – MECCANICA DEL SUBSTRATO DEL SITO DI PROGETTO	19
7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO DEL SITO	
7.1 ESECUZIONE DI PROVE SISMICHE IN FORO	21
7.2 – CARATTERIZZAZIONE SISMOSTRATIGRAFICA	22
8 – CONCLUSIONI	24

GRAFICI

- Corografia scala 1:10.000
- Carta Geolitologica - Geomorfologica 1:25.000
- Planimetria generale dei sondaggi eseguiti nell'area del porto turistico acquasanta
- Planimetria sondaggi in sito
- Stratigrafie sondaggi in sito
- Stratigrafie acquisite da precedenti campagne di indagini
- Sezione Lito tecnica schematica

1 - PREMESSA

Lo studio che si relaziona con la presente riguarda la caratterizzazione geologica, geomorfologica e geomeccanica del sito, interessato alla progettazione di un capannone di servizio alla nautica da diporto, nell'area c.d. di colmata, all'interno del Porto dell'Acquasanta, nel Comune di Palermo. Tale studio è stato commissionato dalla ditta *MARINA VILLA IGIEA S.p.A.* di Palermo.

Lo studio geologico ha riguardato la c.d. area di colmata, creata a ridosso del molo di sopraflutto del porto industriale di Palermo, dove è prevista la realizzazione del capannone. Per conseguire le caratterizzazioni fisiche suddette, nel contesto ambientale locale, si è proceduto alla identificazione litostratigrafica dei terreni costituenti il sottofondo del sito interessato, delle banchine portuali, il fondale ed il substrato geologico di tutta l'area, al fine di indirizzare con precisione le verifiche geotecniche necessarie alla progettazione delle opere di fondazione.

In particolare, con riferimento alle particolari condizioni ambientali del contesto, la cui dinamica risulta essere stata molto attiva negli ultimi decenni, è stata necessaria la caratterizzazione dei processi geomorfologici e sedimentologici, sia di origine antropica che naturale, che si sono esplicitati nell'area.

Lo studio dell'ambiente geologico costiero, necessario per inquadrare il contesto entro cui inserire i dati puntuali reperiti del sito, si basa su cartografie, foto e cronache riferite circa l'origine delle opere portuali e di urbanizzazione esistenti, sui rilievi di superficie e su pregresse campagne di indagine sedimentologiche e stratigrafiche condotte fra il Porto industriale di Palermo, a sud del sito di progetto, e

quello dell'Arenella, a nord del sito stesso (vd. Carta tematica a fine testo). Lo scrivente si è avvalso infatti delle stratigrafie acquisite tramite due campagne di indagine geognostiche sull'area costiera in oggetto (banchi e fondali), fornite dalla Autorità Portuale di Palermo, precisamente una nelle banchine del Porto industriale di Palermo a sud e una prospiciente la radice del bacino di carenaggio da 150.000 ton (entro un raggio di qualche centinaio di metri dal sito), nonché da sondaggi condotti in prima persona nella piattaforma di retrospiaggia occupata dall'area della ex "Chimica Arenella", compresa fra il quartiere dell'Arenella e quello di Vergine Maria, a nord del sito. Inoltre lo scrivente ha determinato le stratigrafie di 2 sondaggi condotti a mare nel Settembre 2005, radenti alle banchine del bacino di alaggio, un centinaio di metri ad est del sito in studio.

Si è quindi proceduto a effettuare tre sondaggi a carotaggio continuo nel sito nel mese di Settembre 2007. A fine testo si riportano le planimetrie sia dei sondaggi in sito che di quelli acquisiti, realizzati nei siti citati.

Le stratigrafie dei terreni affioranti nell'area hanno permesso di inquadrare le distribuzioni spaziali delle litologie e l'assetto geologico e sedimentologico. Infatti, a causa della interferenza fra substrato, processi naturali e attività antropiche, si è determinata una variabilità litologica e sedimentologica non altrimenti spiegabile nel ristretto ambito del sito. In particolare la distribuzione granulometrica dei sedimenti ha consentito di delineare le idrodinamiche connesse ai processi geomorfologici costieri, di varia origine.

Tali indagini sono sufficienti a definire un quadro generale della situazione geolitologica dell'area portuale interessata nonché, più in dettaglio, la ricostruzione litostratigrafica dei siti specifici destinati ad accogliere le opere già citate da realizzare.

La presente relazione definisce pertanto, nel quadro geologico della piana di Palermo e della fascia costiera, le condizioni di affioramento e giacitura del substrato geologico e dei terreni di copertura e le relative interazioni geometriche e dimensionali con le opere in progetto:

- del substrato per quanto attiene litologia, struttura tettonica e sedimentaria,
- dei terreni di copertura per le caratteristiche costitutive in relazione all'ambiente di provenienza e alle modalità di sedimentazione e/o rilascio.

2 - UBICAZIONE DELL'AREA IN STUDIO

L'area indagata si ubica lungo la fascia costiera, a sud est del Monte Pellegrino. Si tratta di un'area intensamente urbanizzata, sede di quartieri cittadini espansi su vecchi borghi marinari e del porto dell'Acquasanta, all'interno del quale si sviluppano le strutture da diporto di Marina di Villa Igea. Il sito di progetto e di specifica indagine e caratterizzazione geomeccanica, si ubica a ridosso del lato nord della diga Acquasanta e del bacino di carenaggio da 150.000 ton del Porto industriale di Palermo.

3 - GEO-LITOLOGIA DELL'AREA

Vari autori si sono occupati della geologia della piana che ospita la città di Palermo, a partire dai primi decenni dal '900. Nella piana affiora una estesa ma discontinua piattaforma calcarenitica di origine marina e di età pleistocenica, che ricopre substrati radicati, talora affioranti, pelitici e arenacei di età Miocene – Pliocene, con spessore indeterminato (il Flysch Numidico supera i 400 m). La calcarenite arriva a ricoprire anche il substrato calcareo affiorante alle falde dei rilievi montuosi, come nel sito in studio (falde del M. Pellegrino).

La calcarenite dunque costituisce una piattaforma distribuita su substrati carbonatici e argillitici, articolati in alti e bassi strutturali. Essa presenta pertanto spessori vari nella piana della città di Palermo e lungo la fascia costiera, con terminazioni di spessore laminare ai margini della cintura montuosa della piana, ma raggiunge spessori fino a 80 m circa dove è massima la sua potenza.

Le calcareniti si presentano a consistenza e cementazione medio – alta, a zone con banchi nodulari a matrice limo-sabbiosa ed interstrati sabbioso - conglomeratici. Nella sequenza sedimentaria interna alla formazione si riscontrano intercalazioni di facies arenaceo – sabbiose bianco giallastre. Nel sito la calcarenite carotata dal fondale si presenta bianco grigiastra con impronte di macrofossili, per rielaborazione della sottostante formazione calcarea.

Sono presenti inoltre coltri detritico – alluvionali, palustri, colluviali, eluviali etc. sciolte o coltri di riporto, a riempimento delle depressioni preesistenti, connesse alla morfologia a terrazzi costieri ed alla rete idrografica.

La piattaforma calcarenitica testimonia le oscillazioni del mare quaternario, che ha modellato e ricoperto in gran parte il substrato miocenico e pliocenico, costituito da formazioni pelitiche ed arenacee. L'insieme dei terreni si ritrovano in assetto ribassato tettonicamente rispetto ai complessi carbonatici mesozoici, che affiorano lungo la cintura montuosa della Piana di Palermo e in prossimità del sito in studio, alle falde del M. Pellegrino. Infatti le sponde del porto turistico e peschereccio dell'*Acquasanta*, sono costituite dalla scogliera calcarea in facies di calcareniti compatte e breccie risedimentate, di margine di piattaforma carbonatica mesozoica.

Da dati preesistenti, nel sottosuolo della fascia costiera prospiciente il porto commerciale affiora la calcarenite in banchi litoidi, continui, compatti e ben cementati. Nella zona del porto industriale predominano le facies intermedie, con intercalazioni ed alterne predominanze di facies sabbioso-arenacee e calcarenitiche massive, ovvero con caratteristiche strutture a noduli di cementazione.

Nel sito in studio al di sotto dei fondali indagati e delle banchine, si riscontrano terreni di copertura recenti di natura organica e detritica, depositi sciolti che derivano dal disfacimento in ambiente subaereo dei calcari grigi mesozoici di piattaforma carbonatica, affioranti lungo le sponde settentrionali del porto dell'Acquasanta.

Tali coperture derivano dagli apporti detritici di varia elaborazione e rimaneggiamento. Infatti i sondaggi condotti dallo scrivente hanno rilevato la presenza di sabbie e brecce calcaree grigie a spigoli vivi, di materiali sabbioso tufacei, di limi organici scuri. Si tratta quindi, come dicevo più sopra, di apporti e rielaborazioni conseguenti alle interferenze di attività umane e fenomeni naturali, propri di un ambiente costiero, prossimo alle aree di scarichi dei detriti di falda del Monte Pellegrino. Tali detriti si sono intercettati sia nei sondaggi condotti nel sito di indagine interno al porto dell'Acquasanta, sia nella zona della ex chimica Arenella, più a nord. Ambedue tali siti sono pertinenti alla cintura detritica del Monte Pellegrino, costituito da calcari grigi. Nel sito a ridosso della diga Acquasanta si riscontrano abbondanti spessori di limi organici scuri, chiaramente derivanti dai notevoli apporti fognari del canale Passo di Rigano, il cui sbocco è stato convogliato alcune decine di anni or sono alla radice della diga foranea.

Infine il sito dell'area di colmata, di cui si occupa la presente relazione, è originato dal prosciugamento per riempimento di uno specchio d'acqua di mare compreso fra la diga foranea ed il porto dell'Acquasanta, al fine di guadagnare nuovi spazi per le attività di servizio al diporto. Tale riempimento è stato eseguito con terreni di riporto, di evidente origine locale, derivanti da scavi eseguiti nella piana di Palermo, con la presenza di abbondante scheletro tufaceo, prodotto da sbancamenti eseguiti in seno alle calcareniti e alle relative coperture alterative.

4 - GEOMORFOLOGIA

4.1 - CARATTERI GEOMORFOLOGICI GENERALI DELL'AREA COSTIERA

Per studiare la conformazione geomorfologica costiera dell'area di intervento, si è considerato il tratto costiero di circa 9 km, che si può ricondurre ad una subunità fisiografica, perché presenta una fenomenologia geomorfologica omogenea, compresa fra il molo della tonnara *Bordonaro* e le discariche di *Vergine Maria* a nord, e il complesso portuale di Palermo a sud, fino alla "*Cala*". Consiste in un tratto di linea costiera integralmente condizionato dalle opere portuali e urbane, comprese le discariche presenti. Con ciò si tiene conto dell'uniformità geomorfologica attuale del tratto di progetto e delle interferenze provenienti dagli agenti naturali marini, a prescindere dalle condizioni naturali originarie. Tale condizioni sono rappresentate nella Carta Geomorfologica costiera a fine testo che, per comodità, è stata suddivisa in 2 segmenti, uno a nord ed uno a sud rispetto al porto di Palermo.

Il sito costiero in studio insiste nel settore settentrionale del porto di Palermo, in corrispondenza della borgata *Acquasanta*, all'estremità della linea costiera della Piana di Palermo, lambendo le falde del rilievo del M. Pellegrino. Il porto turistico e peschereccio dell'*Acquasanta* si ubica fra quello industriale, a sud, e le falde del promontorio del M. Pellegrino a nord. Tutto il sistema portuale ed urbano fin dai tempi storici è cresciuto a partire dall'originario porto fenicio a sud, oggi *La Cala*, che si addentrava nella terraferma, modificando tutto l'assetto costiero, compreso quello idrografico. Le rete idrografica è stata interamente inglobata dalla urbanizzazione, ricolmata o tombata. Le acque defluiscono lungo la rete fognaria,

stradale o lungo storiche canalizzazioni del sottosuolo (*Qanat*) fino a riversarsi entro gli specchi d'acqua portuali. Sono in corso opere e progetti per il convogliamento dei reflui fognari in aree diverse, con impianti di depurazione.

Oggi la costa si trova interamente banchinata o invasa da residui a discarica, dal porticciolo di S. Erasmo, a ridosso della foce del F. Oreto, anche esso canalizzato ma a cielo aperto, fino al porticciolo di Vergine Maria, sulla scogliera calcarea alle pendici del M. Pellegrino. Opere portuali minori e poderosi corpi di discariche hanno modificato la restante linea costiera sia più a sud (*Acqua dei Corsari, Romagnolo, Bandita, Aspra*, foce del F. *Eleuterio*) che più a nord (*Vergine Maria, Addaura*).

La linea di costa cittadina si sviluppa nell'omonimo golfo, fra i due promontori di Capo Zafferano a sud e M. Pellegrino a Nord, lungo la piattaforma calcarenitica che costituisce la parte maggiore del sottosuolo cittadino. Tale substrato è interrotto in aree circoscritte dall'emergere di "alti strutturali" di substrati pelitici radicati più in profondità, e da coperture di natura alluvionale e palustre. Queste costituiscono gli alvei torrentizi che attraversavano la piana, oggi tombati, nonché i sedimenti delle zone morfologicamente e tettonicamente depresse, ogni ricolmati e livellati.

La struttura geologica ha determinato una morfologia articolata della linea costiera, fino a tempi protostorici, segmentata fra scogliere basse e insenature (foce del Kemonia-Papireto e dell'Oreto). Su tale ambiente è intervenuta negli ultimi secoli l'attività di urbanizzazione, che ha colmato le depressioni interne e le insenature della costa in corrispondenza dei sistemi fluviali (Oreto-Ponte Ammiraglio, Fossa della Garofala-Kemonia, Danisinni-Papireto, Passo di Rigano-Ucciardone) prosciugando le aree palustri e di foce. Inoltre in epoca più recente è

stato compiuto il più massiccio avanzamento della maggior parte della costa a scogliera, con terrapieni, discariche postbelliche ed opere portuali.

L'area portuale, dal suo primo insediamento a sud (*La Cala*), fino alla attuale posizione del porto di *Acquasanta*, è certamente quella che ha subito le più profonde trasformazioni e che conserva, nella natura dei suoi fondali sommersi e dei terrapieni, testimonianza della sua storia evolutiva più recente. In particolare dal raffronto fra i rilievi I.G.M.I. dei primi '900 ed il rilievo del 1973 si evince che l'area antistante lo sbocco dei canali fognari (Passo di Rigano, Notarbartolo, Sampolo, Molo) in corrispondenza del bacino di carenaggio da 150.000 TPL, è interessata da interrimento, con depositi che emergono costituendo una piattaforma di m 100 x 200, rilasciati e fluitati a nord dello sbocco, in direzione della radice del molo *Acquasanta*. Tali sedimenti non vengono ad essere intercettati dalle correnti costiere, la cui dinamica di trasporto verge da nord verso sud, ma rimangono oggi nello specchio d'acqua portuale interno alla diga *Acquasanta*.

Il riempimento più cospicuo è avvenuto nello specchio di mare esterno allo stesso molo, fra questo ed il porto turistico dell' *Acquasanta*, dove è stata creata una piattaforma a sagoma triangolare di oltre 200 m di lato e quota di oltre m 2, per l'ampliamento delle banchine del porto turistico, limitrofo al sito di progetto. Su tale riempimento, noto come area di colmata, interviene il progetto del capannone di cui si occupa il presente studio.

Per effetto del regime correntizio e del trasporto solido lungo la costa, si è determinato negli ultimi anni un parziale interrimento anche del settore nord della scogliera sommersa, posta in opera parzialmente a protezione dello sbocco del canale emissario degli sbocchi fognari (indagini del subottom).

A nord del porto Acquasanta, dopo un breve tratto costituito dalle falesie calcaree del Monte Pellegrino (Villa Igiea), l'area si caratterizza come una piattaforma di abrasione marina, fino al porticciolo di Vergine Maria, che borda le ripide pendici del monte, ricavata a spese del substrato calcareo. Questo è stato conformato dalla tettonica in terrazzi costieri, secondo una geometria che traccia un'ansa costiera, oggi ricolma di depositi recenti. Anche questi, come descritto per l'area dell'Acquasanta, sono sia di origine naturale (detriti di falda) che antropica (discariche di inerti ma anche delle attività dell'ex "Chimica Arenella"). Tali depositi hanno rettificato la linea di costa.

Nell'area emersa si riscontrano affioramenti calcarei, sia a monte che lungo la costa, alternati ad accumuli di depositi di origine detritica continentale, indice di sollevamenti tettonici e regressione marina. I depositi di origine marina sono limitati ad una sottile crosta calcarenitica ed a strette (<10 m) e discontinue linee di spiaggia. Il tutto viene celato da corpi caotici aggiunti di riporti e discariche, con spessori fino a qualche decina di metri, abbandonati negli ultimi 50 anni lungo la costa.

L'estremità settentrionale del tratto costiero è ricoperto da cumuli caotici di detriti provenienti dalle attività chimiche industriali, mentre più a nord affiorano scogliere calcaree a profilo trasversale basso fino alla insenatura ed al porticciolo di *Vergine Maria*, dove inizia una serie di poderosi corpi di detriti di riporti a discarica, con spessori > 20 m e fianchi a scarpate costiere incoerenti, con pendenze >40°.

Depositoli sciolti si riscontrano spiaggiati, in parte di riporto, costituiti da sabbie grossolane e ciottoli, lungo l'estradosso del molo del porticciolo dell'*Arenella* e dell'*Acquasanta*. Infatti, coerentemente con le analoghe fenomenologie morfodinamiche della costa a nord-est della città, le correnti con azione prevalente

di trasporto da nord verso sud, rilasciano il carico sedimentario per brevi tratti sopraflutto a ridosso delle strutture aggettanti della linea di costa. In tal modo si è mantenuta qualche tratto di spiaggia emersa di tipo misto, soggetta alla aggressione delle correnti e del moto ondoso e non in grado di accrescersi con sedimenti di deposito naturale.

Nell'area sommersa fra il molo portuale e la discarica dell'ex *Chimica*, grazie ai campionamenti ed alle indagini visive documentate da foro subacquee, si riscontrano fondali rocciosi, privi di sedimenti mobili fino alla fascia di isobate compresa fra -3 ÷ -6, e fondali sabbiosi fino a -12. Ciò denota un ambiente idrodinamico ad alta energia, che non consente il rilascio dei sedimenti fini sabbiosi lungo la spiaggia emersa. Lungo la battigia l'attività idrodinamica marina infatti consente solo i depositi di materiali grossolani. I sedimenti sabbiosi vengono parzialmente rilasciati lungo una fascia di fondale distaccata dalla battigia, determinando una sottile e discontinua copertura tabulare. Sono assenti barre sabbiose.

La costa sommersa è conformata su una morfologia di età Pliocenica – Quaternaria a scogliere rocciose con profili frastagliati. Il fondale attuale continua verso il largo con pendenze >5%.

L'influenza fisiografica costiera si esplica da nord, essendo presente una direzione preferenziale di correnti trattive verso sud. Pertanto la presenza di lunghi e spessi corpi a discarica a nord, costituisce una alimentazione continua di sedimenti grossolani ed eterogenei verso il sito in studio.

Più a sud le opere portuali risultano sottoflutto e non hanno influenza sul sito di progetto. In ogni caso la realizzazione del manufatto in progetto non può interferire con l'assetto della linea di costa.

4.2 - CARATTERI GEOMORFOLOGICI DEL SITO

La conformazione del sito è oggi completamente sotto il controllo delle opere portuali. Infatti oltre ad essere il sito inserito entro lo specchio d'acqua del porto dell'Acquasanta, è stato interessato da radicali riassetto delle opere portuali degli ultimi anni. In particolare la diga di sottoflutto limitrofa al sito è stata modificata, con la creazione di un ampio terrapieno, fra questa e la diga di sopraflutto del porto industriale, il convogliamento verso l'esterno dei reflui provenienti dallo sbocco del Passo di Rigano e la parziale realizzazione di una scogliera di protezione esterna alla diga. A ridosso di quest'ultima si registrano modesti apporti detritici da correnti marine o di spiaggiamento da ondatazione (vd. indagini del subottom).

Inoltre, in accordo con quanto sopra esposto riguardo il tratto costiero in generale, non si verificano più apporti di sedimenti naturali dalla terraferma, in conseguenza della presenza delle opere portuali in continuità e della obliterazione della rete idrografica preesistente, che è stata fagocitata dalle reti fognarie e stradali.

Infatti il sito si ubica in prossimità dello sbocco attuale del canale Passo di Rigano, che è stato originato dalla deviazione artificiale di un impluvio torrentizio naturale proveniente dalla cintura montuosa di Palermo, che raccoglieva gli apporti dilavanti dalle pendici occidentali sovrastanti la Piana, insieme agli affluenti *Celona* e *Mortillaro*. Il Passo di Rigano terminava il proprio corso nell'attuale zona dell'*Ucciardone*, scaricando in un'area palustre in posizione depressa

(probabilmente una laguna costiera). In epoca storica questa è stata bonificata ed il canale tombato e deviato verso l'attuale sede di sbocco, dove ha continuato a scaricare modesti detriti alluvionali e prevalentemente gli scarichi fognari della città, provenienti dai quartieri sorti nel dopoguerra. Il proprio bacino idrografico è stato cementificato e drenato dalla rete fognaria. Prova ne è la presenza di depositi misti (detriti e limi organici torbosi) nello specchio d'acqua antistante lo sbocco del canale, maggiormente al di fuori della diga foranea attuale. Tale stratigrafia è documentata sia dai sondaggi pregressi (fine anni '70) sia da quelli attuali condotti nel sito.

Il corso originario del Passo di Rigano risulta prolungato di circa km 1. Studi degli ultimi anni sulle idrostrutture pertinenti questa zona della Piana di Palermo, rivelano la presenza di flussi idrici in sottosuolo con vergenza prevalente verso il tratto terminale del Passo di Rigano e l'area palustre dell'Ucciardone, dove la falda emergeva naturalmente. Tale andamento è coerente a quello delle isopieze e delle isosaline a clorite, sia in Novembre che a Giugno, che indica la prevalenza idraulica perenne di acqua dolce e la mancanza di intrusioni marine, come avviene invece massicciamente per km nella zona della Piana poco più a nord (area del *M. Pellegrino* e della *Piana dei Colli*).

Tale situazione ha conferito al Passo di Rigano la funzione di adduttore naturale di flussi idrici perenni in grado di trasportare anche apporti solidi prevalentemente organici, che hanno influenzato il regime sedimentario costiero con sabbie limose, limi e torbe. Tali depositi sono documentati dai sondaggi condotti nel sito con la presenza di un livello di circa m2 di spessore alla base dei materiali di riporto (vd. *stratigrafie*), situazione che documenta la sedimentazione verificatasi nel recente passato fino a prima delle più recenti modifiche nell'assetto delle opere portuali. Attualmente tali scarichi sono collettati all'esterno delle opere

portuali e possono avere solo una indiretta connessione con la sedimentazione interna ai porti.

Più in dettaglio si precisa che il sito è stato ricolmato negli ultimi anni con materiali di riporto, pertanto si trattava di mare aperto con fondale a circa 15-20 m di profondità. Al di sotto di questi e dei fanghi fognari misti a detriti e al di sopra delle calcareniti del substrato in posto, sono stati carotati depositi di origine detritica continentale, costituiti da detriti di falda calcarei, provenienti dal gruppo carbonatico del M. Pellegrino, e da dilavamenti delle calcareniti e degli stessi calcari, costituenti la piattaforma quaternaria emersa e sottoposta alla abrasione marina.

Considerando le stratigrafie riscontrate a meno di 100 m più a sud (radice del bacino di carenaggio – *confronta Planimetria Generale* dei sondaggi eseguiti nell'area del porto turistico Acquasanta) in cui si raggiungono le calcareniti al di sotto dei riporti, si nota la già citata complessità ed articolazione della conformazione costiera in studio. Inoltre nel sito del progettando bacino di alaggio, entro i -15 m dal livello mare in quanto più vicino alla linea di costa, non si sono raggiunte le calcareniti in posto, ma ghiaie e sabbie da disfacimento continentale (detriti di falda dei calcari e dilavamenti in seno sia a questi ultimi che alle calcareniti).

Dalla distribuzione di tali depositi si riscontrano le evidenze sedimentarie dell'evoluzione della fisiografia costiera dall'epoca preurbana ad oggi, con la immissione localizzata, su un fondale sabbioso arenaceo, dei dilavamenti torrentizi e palustri-torbosi, i riempimenti delle banchine portuali e le sedimentazioni fognarie, con un tasso di sedimentazione molto differenziato per zone.

5 - SONDAGGI GEOGNOSTICI

Per determinare un quadro completo, dettagliato ed attendibile di tale complessa situazione litostratigrafica, si sono eseguiti sondaggi geognostici nel sito di progetto e si sono integrati i relativi dati litostratigrafici con quelli acquisiti dalle precedenti campagne di indagine condotte nell'area. Nella Planimetria a fine testo vengono rappresentati 3 sondaggi condotti nell'area di colmata, 2 sondaggi condotti nel bacino di alaggio al di sotto del fondale (a -6 m circa) prospiciente le banchine sud del porto turistico di Marina di Villa Igea, e i 2 più prossimi fra quelli acquisiti dei sondaggi eseguiti nel porto industriale e forniti dall'Autorità portuale.

Pertanto sono stati eseguiti n°3 sondaggi nell'area di colmata, due dei quali in corrispondenza del sito di ingombro del progettando capannone, mentre un terzo è stato realizzato, su richiesta dell'Autorità Portuale, in prossimità della scogliera di protezione dell'area di colmata. Tali sondaggi sono consistiti in perforazioni a carotaggio continuo, prelievo di 2 campioni indisturbati, esecuzione di 12 SPT (standard penetration test) e di 2 Down Hole (sismica in foro). A fine testo sono riportate le relative stratigrafie. Inoltre si riportano le stratigrafie acquisite dai 2 sondaggi più vicini, estratti fra gli elaborati delle numerose campagne di indagine effettuate nel porto industriale di Palermo, cui il sito di progetto si trova limitrofo.

I carotaggi hanno interessato per circa 20 m i terreni di riporto per la colmata, i limi torbosi e le sabbie detritiche del fondale preesistente, quindi terreni sciolti o poco o mediamente consistenti. Al di sotto sono state attraversate le calcareniti del substrato.

Salvo il cospicuo spessore dei terreni di riporto, per il resto la stratigrafia è analoga a quella delle precedenti campagne di indagine, variando le caratteristiche fisico-meccaniche apparenti e gli spessori relativi, in funzione della distanza dalla linea di costa originaria e dai punti di immissione degli scarichi del canale Passo di Rigano. In prossimità di questo i limi si presentano liquefatti, al punto che non è stato possibile sottoporli a prove meccaniche di laboratorio.

6 - CARATTERIZZAZIONE FISICO – MECCANICA DEL SUBSTRATO DEL SITO DI PROGETTO

Dalle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati, si sono ricavati i seguenti dati, inerenti le caratteristiche fisiche e meccaniche, caratterizzanti la porzione di suolo e sottosuolo che sarà interessata dai carichi di progetto, relativi al capannone:

campione	prof. m	γ (KN/m ³)	γ_d (KN/m ³)	Wn %	C' (KN/m ²)	Φ' °	Ed (KN/m ²)
S1C1	5,0	20,36	17,87	13,98	71	39°	-
S2C1	12,5	19,23	16,32	17,81	0	45°	1÷3.8*10 ⁴

Dalle analisi granulometriche, condotte col metodo della vagliatura meccanica per le taglie maggiori (>0,075 mm) e per sedimentazione mediante densimetro per le frazioni più fini, sono stati caratterizzati:

S1C1 sabbia con ghiaia limo-argillosa con forte odore di idrocarburi

S2C1 sabbia con ghiaia limo-argillosa ad elementi calcarei subarrotondati

È stato possibile determinare il modulo edometrico solo sul campione a - 12,5 m. I terreni caratterizzati sono essenzialmente costituiti da riporti provenienti da sbancamenti eseguiti in seno alle calcareniti più o meno alterate della piana di Palermo, con presenza di termini alluvionali e/o blocchi di calcestruzzo da demolizione. I valori relativamente elevati dei parametri meccanici sono connessi esclusivamente alla costituzione sabbio-ghiaiosa prevalente nell'ammasso. Tuttavia la caratterizzazione complessiva deve tenere conto essenzialmente della

natura di riporto di tale ammasso, messo in posto in ambiente subacqueo in periodo recente. Pertanto i classici sistemi di laboratorio rendono parzialmente il reale valore di consistenza di tali terreni come substrato di fondazione. Questi vanno ritenuti comunque saturi in condizioni di esercizio. Per tale motivo sono stati eseguiti anche prove SPT e sismica in foro, con l'intento di incrociare i dati, pur empirici, ricavati. Le prove SPT hanno fornito i seguenti risultati:

prof. m.	litol.	N_{spt}	Φ'	E' (KN/m ²)	γ_{sat} (KN/m ³)	γ_d (KN/m ³)
3,5-3,9	riporti	30	36°	414*10 ⁴	20,09	16,56
8,4-8.9	riporti	36	37°	459*10 ⁴	20,3	17,0
17	riporti	26	34°	384*10 ⁴	19,8	16,1

I terreni sottostanti, connessi al preesistente fondale ed al substrato calcarenitico, che sono stati carotati nel corso dei sondaggi in sito, non caratterizzano l'immediato sottosuolo del sito. I materiali del fondale sepolti, quindi oggi interposti come un sottile livello fra i riporti ed il substrato, sono di tipo sabbioso sciolto. Pertanto si ritiene di assimilarli, per quanto riguarda i valori geomeccanici, ai riporti soprastanti. Le calcareniti carotate presentano banchi lapidei di pochi metri di spessore.

7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO DEL SITO

7.1 ESECUZIONE DI PROVE SISMICHE IN FORO

All'interno dei perfori S1 e S2, disposti ai vertici opposti dell'area di progetto, opportunamente armati, ossia incamiciati e cementati nella intercapedine, sono state eseguite prove sismiche in foro del tipo "Down – Hole". Queste sono state denominate rispettivamente DH1 e DH2. In particolare sono stati eseguiti due log sismici mediante una serie di sollecitazioni meccaniche con lettura discretizzata, per ogni foro e per ogni metro di profondità perforata, delle velocità delle onde P (V_p) di compressione ed S (V_s) di taglio.

I dati sismici acquisiti in campagna sono stati elaborati mediante la separazione dei singoli sismogrammi della prova down-hole, dove è stato fatto il controllo e il riconoscimento rispettivamente degli arrivi delle fasi P e S. Dai suddetti tempi rilevati, si sono costruiti dei grafici interpretativi, in cui sono riportate le funzioni tempo-profondità, le funzioni velocità di intervallo – profondità e l'andamento del coefficiente di Poisson, del modulo di Bulk, del modulo di Young, del modulo di taglio e in funzione della profondità. Questi ultimi moduli dinamici sono stati ricavati utilizzando i valori di peso di volume ricavati in laboratorio.

Per maggiori particolari sulla tecnica esecutiva ed interpretativa utilizzata e per il calcolo dei valori dei moduli si rimanda alla relazione specifica per l'indagine geofisica allegata.

7.2 – CARATTERIZZAZIONE SISMOSTRATIGRAFICA

Mediante l'analisi dei grafici sismici e l'incrocio con i dati stratigrafici, si è effettuata la ricostruzione sismostratigrafica del sottosuolo indagato. Ambedue i DH sono stati riferiti alle porzioni di sottosuolo identificate come copertura e substrato, identificando quindi 2 sismostrati, dei quali si forniscono i valori delle velocità e dei moduli dinamici. Le velocità sono utili ai fini della determinazione delle categorie del suolo di fondazione, ai sensi del D.M. 14/09/2005, i moduli dinamici ai fini geotecnici. Le velocità delle onde di taglio inoltre sono state calcolate per l'intero prisma di terreno attraversato dal sondaggio, come medie ponderate, rifacendosi all'espressione dell'O.P.C.M. n°3274 del 20/03/2003.

Il **DH1** ha rilevato 2 sismostrati, copertura e bedrock:

copertura: terreni di riporto (sabbia con ghiaia limo-argillosa) da 0 a -20 m ca.

V_p = 285 m/s,

V_s = 145 m/s,

modulo di taglio = 3.656 (Kg/cm²),

modulo di Young = 9.697 (Kg/cm²).

bedrock: calcareniti da -20 a -27 m ca. (spessore radicato > 20 m)

V_p = 796 m/s,

V_s = 274 m/s,

modulo di taglio = 49.717 (Kg/cm²),

modulo di Young = 142.491 (Kg/cm²).

la velocità media delle onde di taglio per tutto il prisma di terreno attraversato dal sondaggio S2 è **V_{s30}** = 171,84 m/s

Il **DH2** ha rilevato:

copertura: terreni di riporto (sabbia con ghiaia limo-argillosa) da 0,0 a -23 m

V_p = 382 m/s,

V_s = 188 m/s,

modulo di taglio = 6265 (Kg/cm²),

modulo di Young = 16653 (Kg/cm²).

bedrock: calcareniti da -23 a -27 m (spessore radicato > 20 m)

V_p = 627 m/s,

V_s = 238 m/s,

modulo di taglio = 10772 (Kg/cm²)

modulo di Young = 30491 (Kg/cm²).

la velocità media (in m/sec) delle onde di taglio dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri per tutto il prisma di terreno attraversato dal sondaggio S2 è **V_{s30}** = 199,87

Di conseguenza ai fini della definizione della azione sismica di progetto, ai sensi della normativa DM 14/09/2005, integrando i dati sismici con quelli N_{SPT}, si può attribuire il suolo di fondazione alla categoria “**c**”.

8 - CONCLUSIONI

Mediante una approfondita campagna di indagini geognostiche condotta sul sito, a corredo di uno studio e di campagne di indagini precedenti, è stata determinata la condizione stratigrafica e geomeccanica del prisma di terreno, che sarà interessato dal capannone in progetto sull'area di colmata del porto turistico dell'Acquasanta. Inoltre lo studio, esteso all'ambito geomorfologico di competenza (subunità geomorfologica costiera del Golfo di Palermo riconducibile al segmento Vergine Maria - foce Oreto), avendo individuato le dinamiche costiere operanti, sia antropiche che naturali, ha consentito di accertare che le opere in progetto non hanno interferenze con esse.

Le indagini in sito ed in laboratorio per la caratterizzazione geomeccanica del terreno di fondazione, hanno individuato un pacco di terreni di riporto, quelli della colmata, a costituire un prisma di circa 15÷20 m di spessore, messo in posto negli ultimi decenni. A tale epoca risale la sottostante coltre originaria del fondale, di un paio di metri di spessore, di natura sabbiosa sciolta, che a sua volta giace sul substrato calcarenitico di età pleistocenica, derivata dal rimaneggiamento in ambiente di mare costiero, di rocce e detriti carbonatico – dolomitici, oggi affioranti sulle sponde settentrionali del porto di Acquasanta.

Mediante l'integrazione di dati conseguiti in modalità differenziate, al fine di conseguire risultati attendibili, si è potuto così caratterizzare il terreno di fondazione e indirizzare le scelte fondali, con criteri di economicità ed efficienza. Infatti le diverse tipologie di metodo di indagine usati, geotecnica di laboratorio, prove in sito (SPT) e sismica in foro, hanno coerentemente conseguito, quasi univocamente, i relativi dati geomeccanici, che sono stati resi sinteticamente e

graficamente, nella Sezione Litotecnica a fine testo. Pertanto sia dal punto di vista geometrico-stratigrafico che da quello dei parametri meccanici, tale sezione racchiude le risultanze dello studio che si è relazionato. È comunque importante tenere presente che i dati riportati, frutto di elaborazioni interpretative di dati intrinsecamente puntuali, possono subire nella realtà variazioni significative nell'ambito della area di sedime del capannone in progetto, a causa non solo della eterogeneità che contraddistingue i materiali di colmata, ma anche della presenza di intercalazioni irregolari di limi scuri di origine organica e di probabile provenienza fognaria.

Lo spessore dei riporti e la propria costituzione sostanzialmente sabbio-ghiaiosa con limi, può produrre cedimenti differenziali sotto carichi imposti. Non si deve trascurare peraltro che si tratta sempre di ambiente sotto falda in quanto giacente al di sotto della piezometrica marina, a parte i primi 2 m di spessore che tuttavia sono soggetti alla frangia capillare ed a livelli di saturazione variabili nel tempo.

Pertanto una scelta progettuale di fondazioni superficiali implica la necessità di minimizzare, dissipare e distribuire quanto più uniformemente possibile i carichi di esercizio. In alternativa fondazioni profonde di carattere indiretto dovranno tener conto dei valori dei parametri meccanici del prisma di terreni di riporto, con andamento mediamente uniforme per tutto il volume rappresentato nella già citata Sezione Litotecnica schematica. I materiali sottostanti ai riporti sono per qualche metro assimilabili agli stessi, in quanto a carattere sabbioso sciolto. Non sono stati meglio caratterizzati gli orizzonti lapidei del substrato sottostante i 23 m dal piano attuale di calpestio, per la limitatezza dello spessore dei banchi litoidi attraversati. Infatti si ritiene poco significativo,

nell'insieme della problematica geotecnica inerente il progetto di cui trattasi, eseguire prove di schiacciamento di un livello a tale profondità.

Infine la sismica in foro ha integrato adeguatamente le altre tipologie di parametri ricavati dalle indagini in sito e laboratorio eseguiti, ai fini della caratterizzazione geomeccanica dei terreni sciolti di riporto e della azione sismica di progetto, ai sensi della normativa DM 14/09/2005, per la quale si può attribuire il suolo di fondazione alla categoria “**c**”.

Il Geologo

Indagine geofisica mediante Down-Hole in foro

Di seguito si espongono i risultati della campagna sismica eseguita per approfondire le conoscenze sui terreni siti in Palermo in località Acquisanta, sotto la banchina del porticciolo in concessione alla società Marina di Villa Igiea.

Su detta area sono stati in precedenza eseguiti sondaggi a carotaggio continuo; sui fori denominati rispettivamente S1 ed S2, condizionati mediante collocazione di tubi in pvc ancorati al terreno, sono stati eseguiti n. 2 DOWN-HOLE denominati DH1 e DH2 per la determinazione della velocità delle onde sismiche di compressione (onde P) e trasversali (onde S) lungo le verticali dei perfori.

La tecnica down-hole applicata è consistita nell'immettere dalla testa del foro di sondaggio un geofono tridimensionale collegato alla stazione ricevente; il geofono rimane ancorato alle pareti del tubo di condizionamento mediante gonfiaggio di un dispositivo pneumatico; in superficie è invece stato posto il punto di energizzazione mediante mazza di 9,0 kg battente su un piatto di alluminio; i rilievi sono stati effettuati scandendo intervalli regolari di 1,0 metro per volta fino alla massima profondità di -27,0 m dalla quota bocca foro. Il piatto in alluminio posto ad una distanza dal foro di 1,0 m, è stato sollecitato dalla massa battente sia in posizione parallela alla superficie (generando onde P) poi in posizione verticale alla superficie (generando solo onde S) con battuta ripetuta anche a 180° dalla precedente. Il geofono tridimensionale seleziona le onde ricevute poiché è composto da un geofono verticale (10 hz) e due geofoni orizzontali (10 hz). Le informazioni sui ritardi sono state memorizzate con un sismografo MAE A3000S, gestito da un

microprocessore matematico, con sedici canali di acquisizione simultanea, a risoluzione 100 microsec., 16 bits, scale dei tempi variabili ed incremento di segnale variabile per ogni canale. Per l'elaborazione dei dati, ci si è avvalsi dell'ausilio di un programma interpretativo computerizzato distribuito dalla GeoandSoft – “Intersism 2.0”.

La sismica a rifrazione eseguita considera i tempi di propagazione delle onde elastiche generate al suolo. Dalla misura dei tempi di percorso esistenti tra la stazione energizzante ed una successione di stazioni riceventi (geofoni) è possibile dedurre la velocità delle Onde Sismiche Primarie (V_p) e poi le Secondarie (V_s) e gli spessori degli orizzonti in cui si propagano le onde elastiche generate e quindi ottenere informazioni sulla natura e sulla struttura del sottosuolo. Le velocità delle onde sismiche possono essere correlate a parametri geologici e petrofisici quali tipo di roccia, porosità, fessurazioni ed elasticità, per ottenere tramite formule empiriche grandezze utili.

Con le apparecchiature usate è stato possibile ottenere i primi impulsi sufficientemente netti anche quando i rumori di fondo erano elevati (presenza di navi in movimento e cantierizzazioni limitrofe) non consentendo però il raggiungimento di livelli ottimali. Il perfezionamento interpretativo si è potuto realizzare in quanto la registrazione veniva immagazzinata da una memoria elettronica e successivamente tracciata su un display con la possibilità di discernere i segnali veri da quelli spuri.

Le misure rilevate hanno consentito di costruire le curve tempi/distanze (Dromocrone) relative allo scoppio, quindi il calcolo degli spessori dei vari rifrattori elaborando colonne sismostratigrafiche.

Per l'interpretazione dei sondaggi, si è riportato sulle ordinate di un diagramma cartesiano i tempi di percorrenza impiegati dai fronti d'onda generati dalla massa battente, mentre sulle ascisse si sono disposte le distanze tra il punto in cui è avvenuto lo scoppio e la posizione in cui si trovano i geofoni che hanno rilevato le onde sismiche.

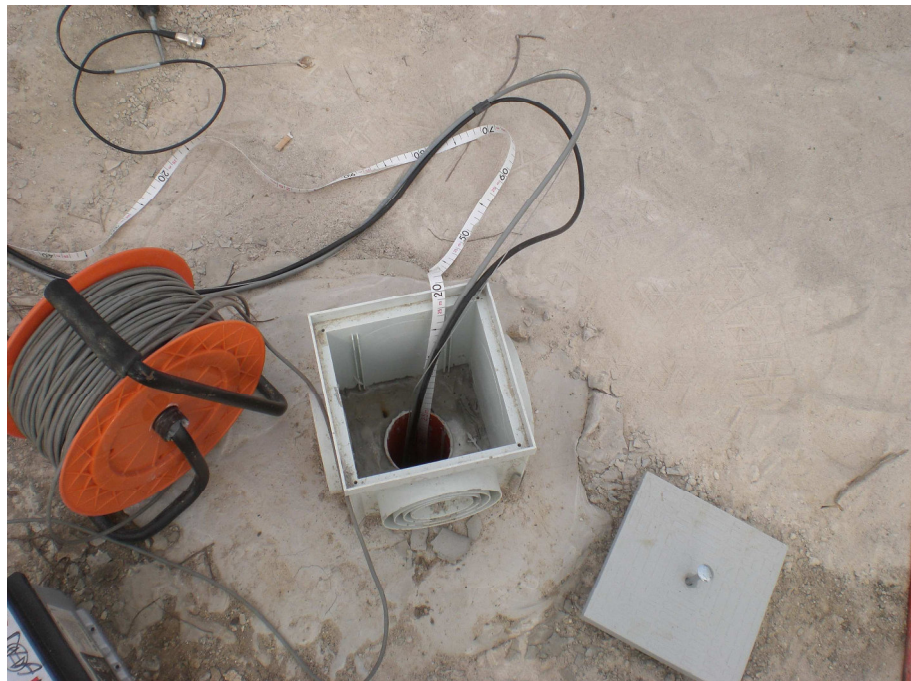
Si rimanda alle schede allegate dove sono stati annotati i responsi stratigrafici per ogni strato riconosciuto e le relative velocità di propagazione delle onde V_p e V_s , nonché risalire ai moduli elastici dinamici dei terreni.

Sulla base delle velocità di propagazione delle onde sismiche ottenute, si sono riconosciuti livelli di vario spessore di sedimenti non consolidati fino a circa 20 m o poco oltre, e successivi livelli di sedimenti consolidati. Nell'interpretazione dei down-hole eseguiti si è notata una certa eterogeneità dei terreni indagati; com'è noto i terreni detritici o di riporto causano fenomeni di rifrazione nella propagazione delle onde sismiche con interferenze che influenzano l'interpretazione.

Le tabelle sulla velocità degli strati e sulla distanza dei rifrattori illustrano sinteticamente i risultati meglio esplicitati nelle colonne sismo-stratigrafiche.



Down-hole DH1 eseguito in foro di sondaggio S1



Particolare del down-hole DH1 eseguito in foro di sondaggio S1



Down-hole DH2 eseguito in foro di sondaggio S2



Particolare del down-hole DH2 eseguito in foro di sondaggio S2

Prove di Laboratorio

COMUNE DI PALERMO

**Progetto di realizzazione di un capannone nell'area
del porto dell'Acquasanta**

COMMITTENTE: Marina Villa Igiea s.p.a.

Palermo, novembre 2007

Il Direttore Tecnico

Nel mese di Ottobre sono stati consegnati n° 2 campioni indisturbati contenuti in fustelle metalliche sigillate con paraffina e nastro adesivo.

Dietro indicazione del Dotto. Geol. O. Adelfio, sui campioni descritti sono state effettuate le analisi e le prove di laboratorio necessarie per definire sia i parametri fisici che quelli meccanici.

Sono state svolte le seguenti prove:

- 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 staccatura 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).

Tale prova è stata presentata completa della diagrammazione delle curve spostamento (δ) – **deformazione verticale**, delle curve spostamento (δ) – tensione tangenziale (τ) ed , infine, del grafico tensione normale applicata (σ) – tensione tangenziale (τ);

- Prova di compressione edometrica (CE) a dilatazione laterale impedita ed a incremento di carico controllato.

Per l'indicazione delle prove eseguite sui campioni si rimanda alla tabella riepilogativa allegata nelle pagine successive.

- La determinazione del contenuto d'acqua (W_n) é 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 é la ASTM D-2216 e CNR-UNI 10008.

- Il Peso di Volume (γ) é stato calcolato mediante una fustella di acciaio a volume noto, secondo una media effettuata su tre prove.

- L'analisi granulometrica é 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 cilindrici o 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 è 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 100 e 393 KN/m² (= tra circa 1 e 4 Kg/cm²).

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

- La prova edometrica CE è stata realizzata su un provino cilindrico avente altezza pari a 2 cm e diametro di 5 cm. I carichi sono stati applicati eseguendo al massimo cinque gradini di carico e due di scarico protratti per un numero massimo di 24 ore, fino ad una pressione massima di 1568 KN/m² (= 16 Kg/cm²).

I dati ottenuti sono stati riportati in diagrammi Cedimenti ($\Delta l/l_0$) / log Tempo (T); Indice dei vuoti (e) / log Pressione effettiva (σ). Sono stati calcolati, inoltre, il modulo edometrico, l'indice di compressibilità, ed il coefficiente di compressibilità di volume.

La normativa di riferimento è la ASTM D-2435.

Nelle pagine seguenti sono state riportate i seguenti elaborati:

- Tabella riassuntiva di tutte le prove ed analisi realizzate
- Tabella riepilogativa delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei campioni sottoposti alle prove
- Certificati riferiti alle singole prove ed analisi eseguite.

Palermo, Novembre 2007

Il Direttore Tecnico del Laboratorio

ELENCO DELLA SIMBOLOGIA UTILIZZATA

DESCRIZIONE	SIMBOLO	UNITA' di MISURA
Peso specifico		
Peso dell'Unità di Volume	γ	<i>KN/m³</i>
Peso dell'Unità di Volume all'inizio della prova	γ_i	<i>KN/m³</i>
Peso dell'Unità di Volume alla fine della prova	γ_f	<i>KN/m³</i>
Peso secco dell'unità di volume	γ_d	<i>KN/m³</i>
Contenuto naturale d'acqua	W_n	<i>% - g</i>
Contenuto naturale d'acqua all'inizio della prova	W_i	<i>% - g</i>
Contenuto naturale d'acqua alla fine della prova	W_f	<i>% - g</i>
Limite di Liquidità	W_l	<i>% - g</i>
Limite di Plasticità	W_p	<i>% - g</i>
Indice di Plasticità	I_p	<i>% - g</i>
Indice di Consistenza	I_c	-
Limite di Ritiro	W_s	<i>% - g</i>
Indice dei vuoti	E	-
Indice dei vuoti all'inizio della prova	E_o	-
Porosità	N	<i>%</i>
Coefficiente di saturazione	S	<i>%</i>
Coesione drenata	c'	<i>KN/m²</i>
Coesione non drenata	C_u	<i>KN/m²</i>
Angolo di attrito interno in condizioni drenate	ϕ'	<i>Gradi</i>
Angolo di attrito interno in condizioni non drenate	ϕ_u	<i>Gradi</i>
Tensione tangenziale	τ	<i>KN/m²</i>
Tensione normale	σ	<i>KN/m²</i>
Deformazione orizzontale	$\epsilon - \delta$	<i>% - mm</i>
Resistenza a compressione non confinata	Q_{max}	<i>KN/m²</i>
Modulo edometrico	E_d	<i>KN/m²</i>
Indice di compressibilità	A_v	<i>m²/KN</i>
Coefficiente di compressibilità di volume	M_v	<i>m²/KN</i>
Coefficiente di consolidazione	C_v	<i>m²/KN</i>
Coefficiente di permeabilità	K	<i>cm/sec</i>

ELENCO DELLE PROVE ESEGUITE

COMMITTENTE: Marina Villa Igiea s.p.a.

LOCALITA': Palermo

PROGETTO: Realizzazione di un capannone nell'area del porto dell'acquasanta

DATA RICEVIMENTO CAMPIONI: 12/10/2007

DATA EMISSIONE CERTIFICATO: 07/11/2007

N° PROT.: 19/07

SONDAGGIO		<i>S1</i>	<i>S2</i>
CAMPIONE		<i>C1</i>	<i>C1</i>
PROFONDITA' (metri)		5.00	12.50
DESCRIZIONE CAMPIONE		*	*
PESO DI VOLUME	γ	*	*
PESO SPECIFICO DEI GRANI	γ_s		
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	W_n	*	*
LIMITI DI ATTERBERG	$W_l - W_p$		
ANALISI GRANULOMETRICA		*	*
RESISTENZA AL PENETROMETRO TASCABILE			
PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA			*
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -		*	*
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE			
PROVA DI COMPRESSIONE E.L.L.			

COMMITTENTE : Marina Villa Igiea s.p.a.

LOCALITA' : Palermo

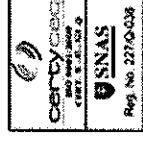
PROGETTO : Realizzazione di un capannone nell'area del porto dell'Acquasanta

Data ricevimento campioni:

12/10/07

Data emiss. cert.: 07/11/2007

N° verb. accett.: 19/07



RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE FISICHE

CAMPIONE	PROF. (m)	γ KN/m ³	γ_s KN/m ³	γ_d KN/m ³	Wn %	WI %	Wp %	S %	n %
S1 C1	5.0	20.36		17.87	13.98				
S2 C1	12.5	19.23		16.32	17.81				

RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE MECCANICHE

CAMPIONE	PROF. (m)	C' KN/m ²	ϕ' gradi	Q_{max} KN/m ²	C_u KN/m ²	ϕ_u gradi
S1 C1	5.0	71.00	39°			
S2 C1	12.5	0.00	45°			

IDENTIFICAZIONE



Certificato n° 1

COMMITTENTE : Marina Villa Igiea s.p.a.

LOCALITA' : Palermo

PROGETTO : Realizzazione di un capannone nell'area del porto dell'Acquasanta

SONDAGGIO : S1 CAMPIONE : C1 PROFONDITA' : 5.00 m

Data ricevimento camp: 12/10/07 Data esecuz. prova : 19/10/07 Data emiss. cert. : 7/11/07 N° verb. accett.: 19/07

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
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 type="checkbox"/> Buone	<input checked="" 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

	<p style="text-align: center;">DESCRIZIONE</p> <p>Limo sabbioso di colore grigio, destrutturato e poco consistente, non plastico.</p> <p>Si riscontrano inclusi di natura calcarea di dimensioni variabili dal millimetro al centimetro con spigoli sub-arrotondati.</p> <p>Il campione emana un forte odore di idrocarburi.</p> <p>Dall'analisi granulometrica eseguita il campione risulta costituito da sabbia con ghiaia, limosa e debolmente argillosa.</p> <p>Ident.: Identificazione del campione Gran.: Analisi granulometrica T1: Prova di taglio diretto CD</p>
--	---

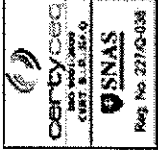
Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio

CARATTERISTICHE FISICHE		
Cont. Naturale d'acqua	W_n (%)	13.983
Peso Specifico dei Grani	γ_s (KN/m ³)	-
Peso di Volume	γ (KN/m ³)	20.364

LIMITI DI ATTERBERG		
Limite di Liquidità	W_L (%)	-
Limite di Plasticità	W_p (%)	-
Limite di Ritiro	W_s (%)	-
Indice di Plasticità	I_p (%)	-
Indice di Consistenza	I_c	-

ANALISI GRANULOMETRICA



Certificato n° 2

COMMITTENTE: Marina Villa Igica s.p.a.

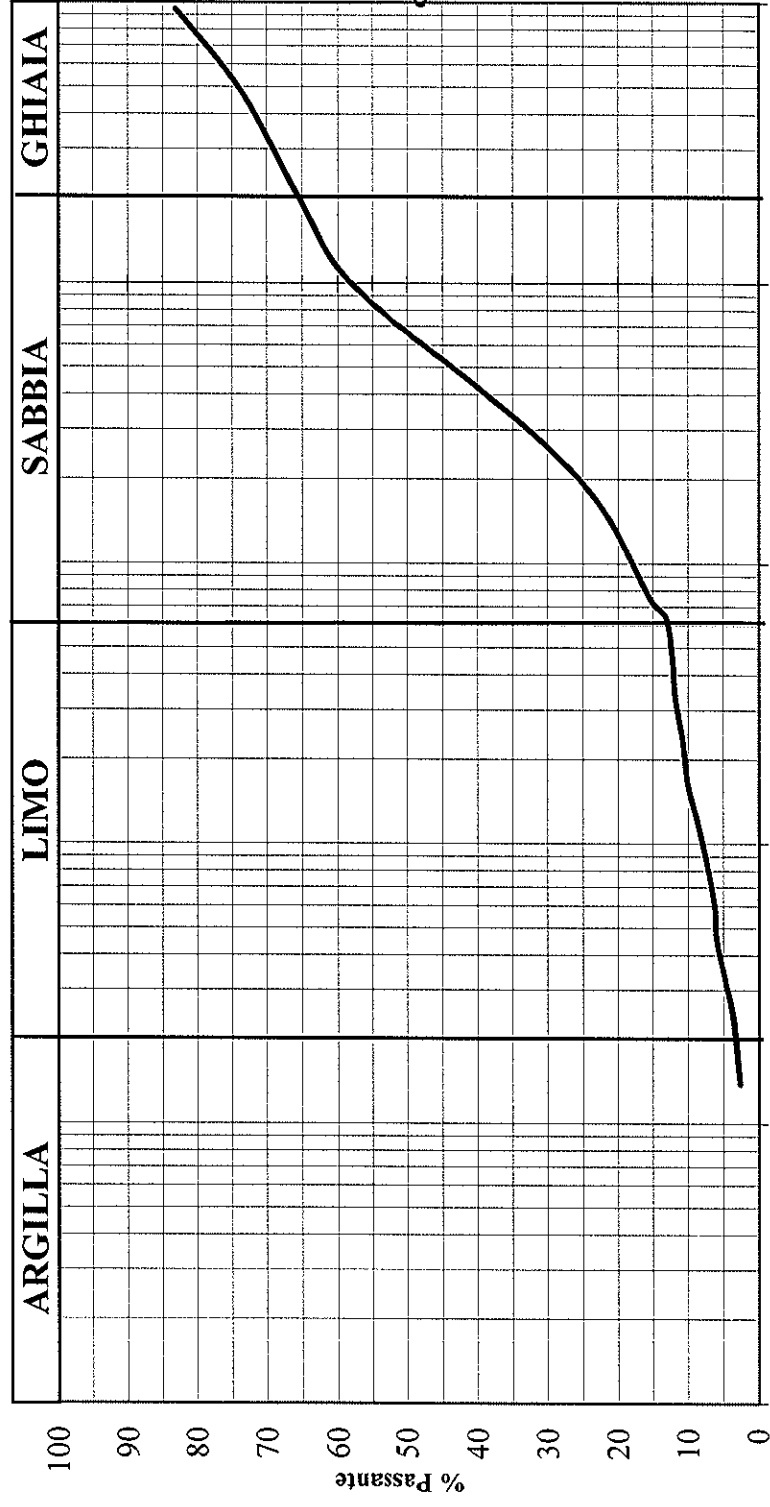
LOCALITA': Palermo

PROGETTO: Realizzazione di un capannone nell'area del porto dell'Acquasanta

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': 5.00 m

Data ricevimento camp: 12/10/07 Data esecuz. prova: 30/10/07 Data emiss. cert.: 7/11/07 N° verb. accett.: 19/07

Lo Sperimentatore



Ghiaia: 34.57 % **Sabbia:** 52.48 % **Limo:** 9.73 % **Argilla:** 3.22 %
Percentuale del passante al setaccio 200 (75 μ) = 15.42 %

Il Direttore del laboratorio

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -



Certificato n° 3

COMMITTENTE : Marina Villa Igiea s.p.a.

LOCALITA' : Palermo

PROGETTO : Realizzazione di un capannone nell'area del porto dell'Acquasanta

SONDAGGIO : S1 CAMPIONE : C1 PROFONDITA' : 5.00 m

Data ricevimento camp: 12/10/07 Data esecuz. prova : 24/10/07 Data emiss. cert. : 7/11/07

N° verb. accett.: 19/07

Caratteristiche iniziali dei provini

PROVINO		A	B	C
Forma		Quadrata	Quadrata	Quadrata
Volume	cm ³	72	72	72
Sezione	cm ²	36	36	36
Diametro	cm	6	6	6
Altezza	cm	2	2	2

PROVA DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m ²)	100.73	197.78	294.84
Durata della consolidazione	24 h	24 h	24 h
Deformazione verticale (mm)	0.390	0.604	0.940

PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.007	0.007	0.007
Deformazione a rottura δ (mm)	6.381	9.3	5.829
Sforzo di taglio a rottura τ (KN/m ²)	112.22	231.39	309.17
Coesione drenata c' (KN/m ²)	71		
Angolo di attrito ϕ' (gradi)	39°		

CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	γ KN/m ³	γ_d KN/m ³	S (%)	ni (%)	ei	Wi (%)	Wf (%)
A	20.685	-	-	-	-	15.97	16.81
B	19.779	-	-	-	-	19.40	18.98
C	20.628	-	-	-	-	16.56	14.85

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -



Certificato n° 3

COMMITTENTE : Marina Villa Igiea s.p.a.

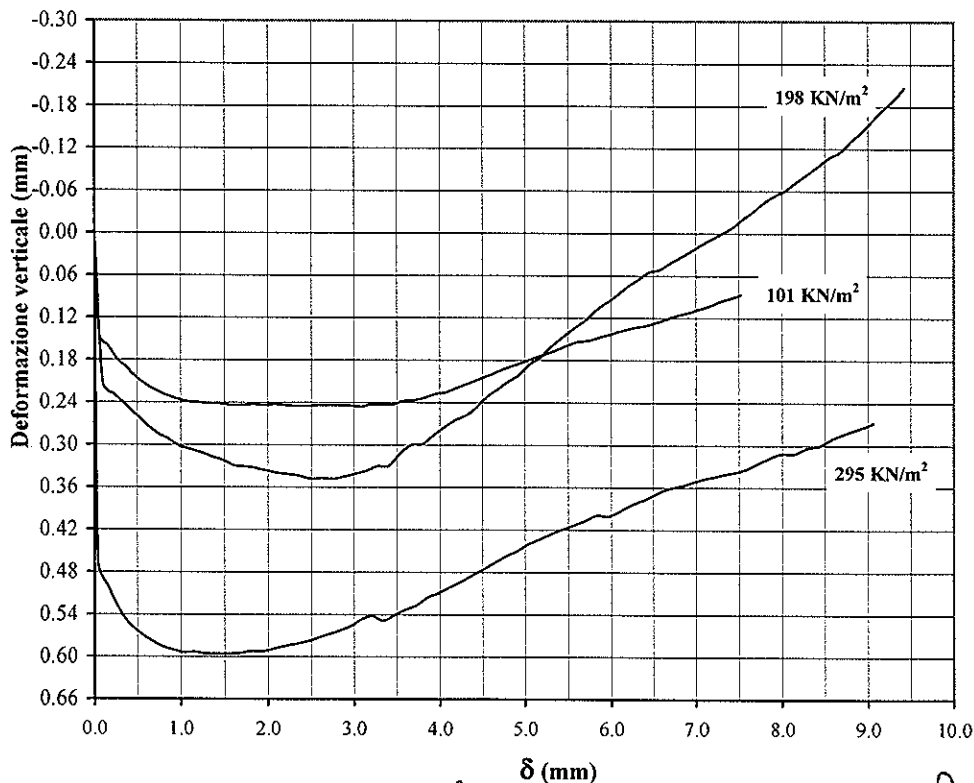
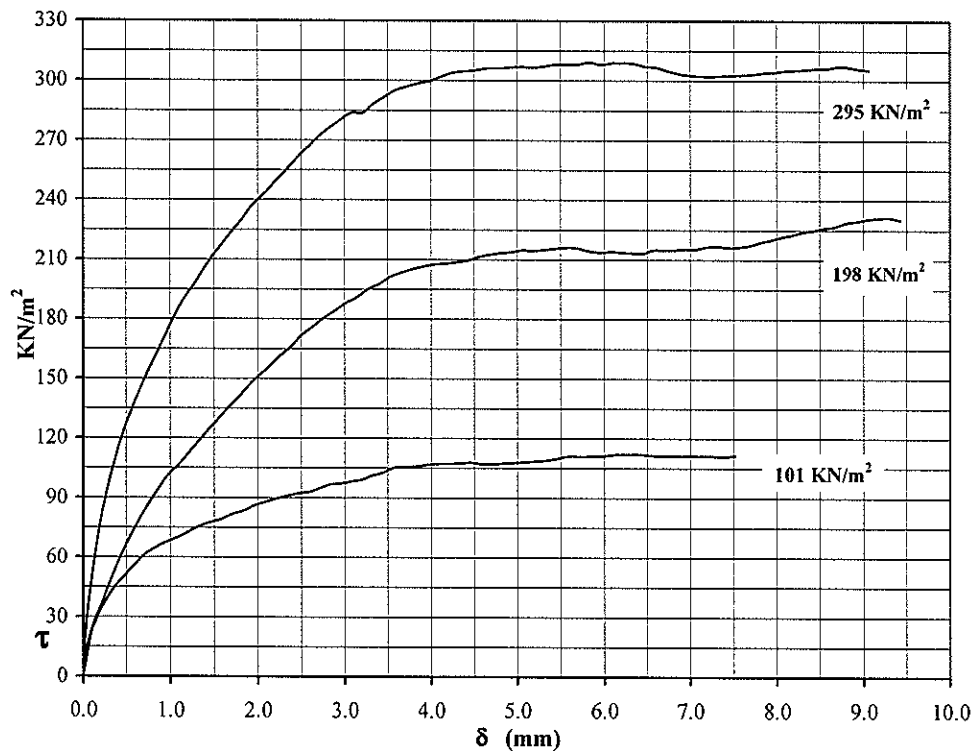
LOCALITA' : Palermo

PROGETTO : Realizzazione di un capannone nell'area del porto dell'Acquasanta

SONDAGGIO : S1 CAMPIONE : C1 PROFONDITA' : 5.00 m

Data ricevimento camp: 12/10/07 Data esecuz. prova : 24/10/07 Data emiss. cert. : 7/11/07

N° verb. accett.: 19/07



Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -



Certificato n° 3

COMMITTENTE : Marina Villa Igiea s.p.a.

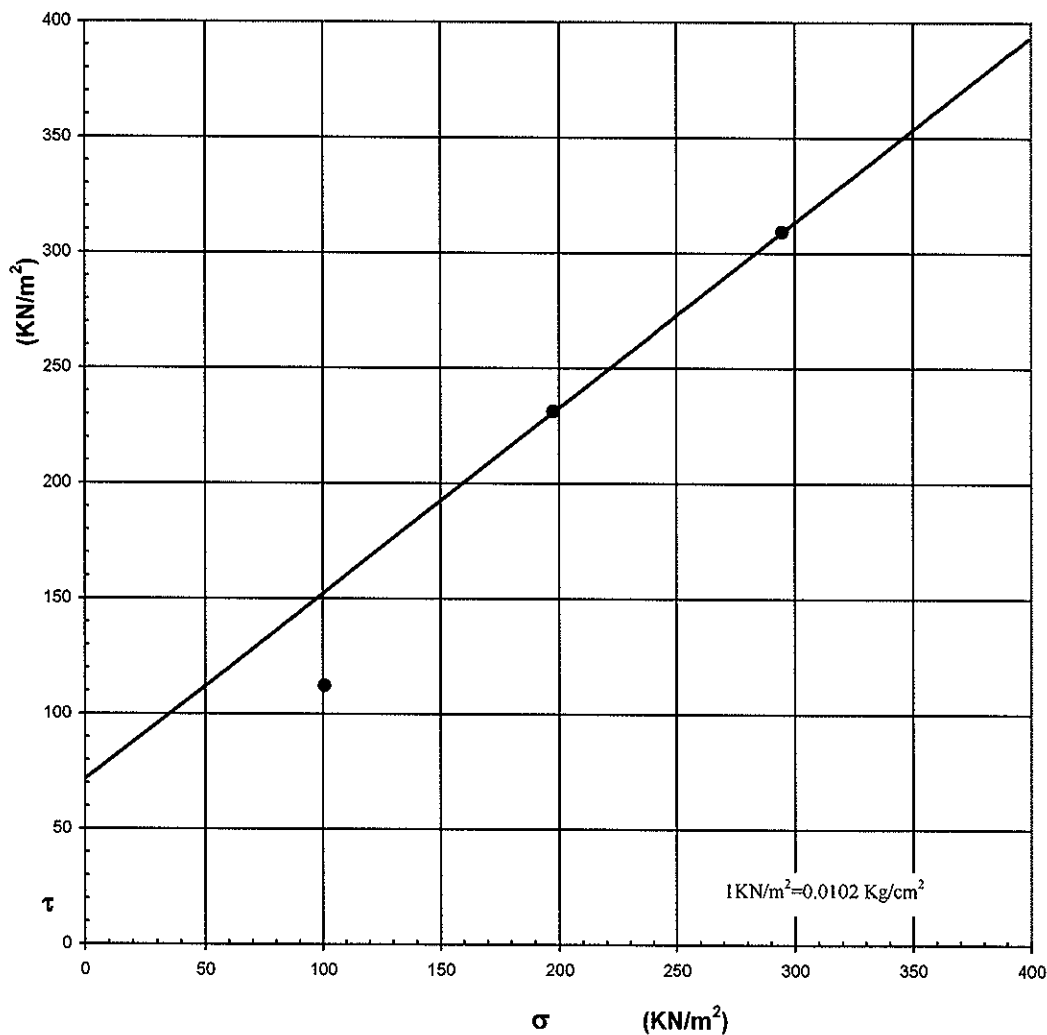
LOCALITA' : Palermo

PROGETTO : Realizzazione di un capannone nell'area del porto dell'Acquasanta

SONDAGGIO : S1 CAMPIONE : C1 PROFONDITA' : 5.00 m

Data ricevimento camp: 12/10/07 Data esecuz. prova : 24/10/07 Data emiss. cert. : 7/11/07

N° verb. accett.: 19/07



NOTE: I provini sono stati ricostruiti

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

IDENTIFICAZIONE



Certificato n° 4

COMMITTENTE : Marina Villa Igia s.p.a.

LOCALITA' : Palermo

PROGETTO : Realizzazione di un capannone nell'area del porto dell'Acquasanta

SONDAGGIO : S2 CAMPIONE : C1 PROFONDITA' : 12.50 m

Data ricevimento camp: 12/10/07 Data eseguz. prova : 19/10/07 Data emiss. cert. : 7/11/07 N° verb. accett.: 19/07

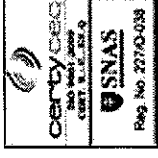
Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input checked="" type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input type="checkbox"/> Carotiere rotativo	
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/>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

	<p style="text-align: center;">DESCRIZIONE</p> <p>Sabbia limosa a grana medio grossolana, di colore marrone chiaro, mediamente addensata, destrutturata. Si riscontrano inclusi di natura calcarea di dimensioni variabili dal millimetro al centimetro aventi forma sub arrotondata.</p> <p>Il campione si presenta molto umido. Dall'analisi granulometrica effettuata il campione risulta costituito da sabbia con ghiaia, limosa ed argillosa.</p> <p>Ident.: Identificazione del campione Gran.: Analisi granulometrica Ed.: Prova di compressione edometrica T1: Prova di taglio diretto CD</p>
--	---

Lo Sperimentatore
Il Direttore del laboratorio

CARATTERISTICHE FISICHE		
Cont. Naturale d'acqua	Wn (%)	17.810
Peso Specifico dei Grani	γ_s (KN/m ³)	-
Peso di Volume	γ (KN/m ³)	19.228

LIMITI DI ATTERBERG		
Limite di Liquidità	Wl (%)	-
Limite di Plasticità	Wp (%)	-
Limite di Ritiro	Ws (%)	-
Indice di Plasticità	Ip (%)	-
Indice di Consistenza	Ic	-



ANALISI GRANULOMETRICA

Certificato n° 5

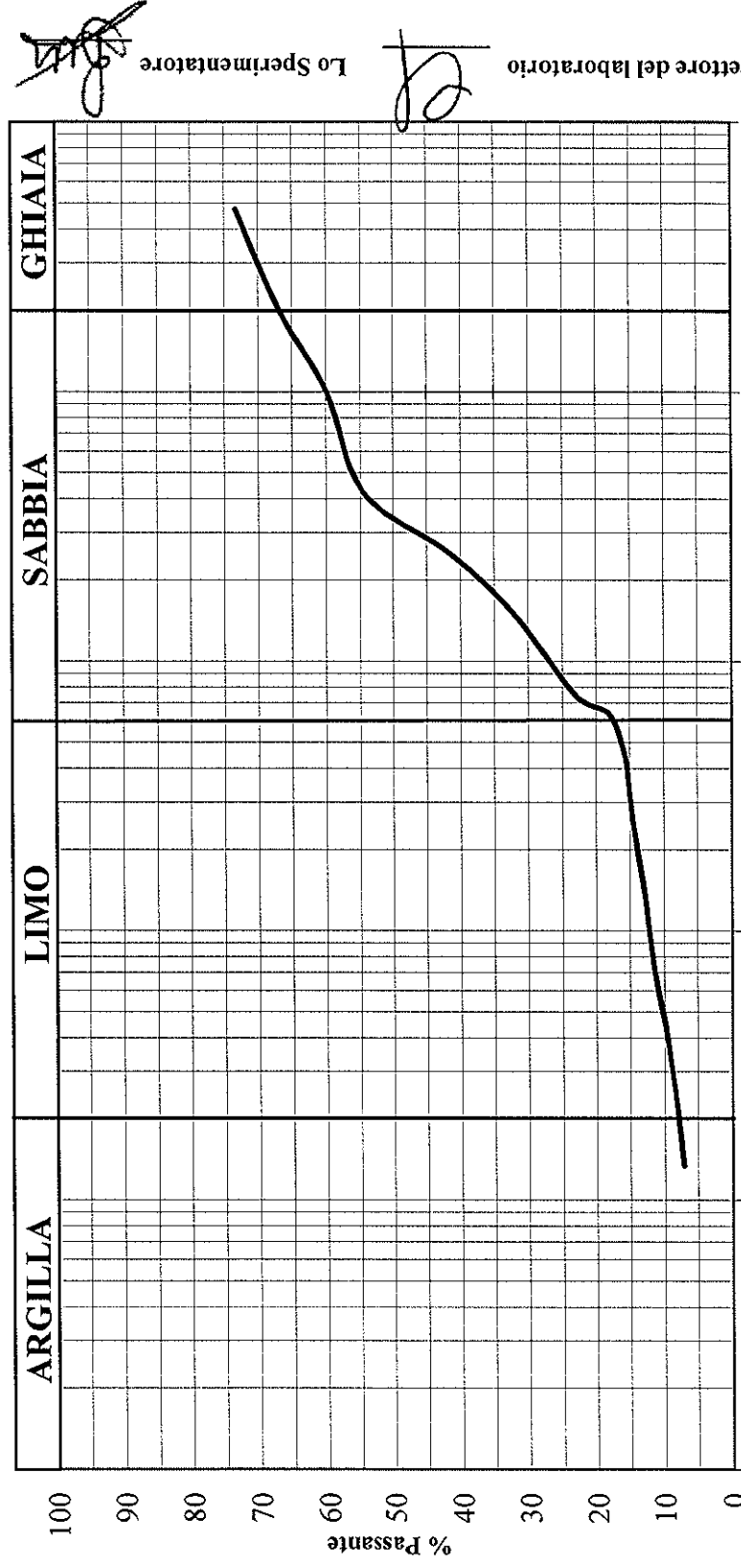
COMMITTENTE : Marina Villa Igica s.p.a.

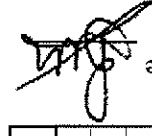
LOCALITA' : Palermo

PROGETTO : Realizzazione di un capannone nell'area del porto dell'Acquasanta

SONDAGGIO : S2 CAMPIONE : C1 PROFONDITA' : 12.50 m

Data ricevimento camp: 12/10/07 Data esecuz. prova: 30/10/07 Data emiss. cert.: 7/11/07 N° verb. accett.: 19/07




 Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio

Ghiaia: 40.05 % **Sabbia:** 44.27 % **Limo:** 9.08 % **Argilla:** 6.60 %
Percentuale del passante al setaccio 200 (75 µ) = 18.03 %

PROVA EDOMETRICA



Certificato n° 6

COMMITTENTE : Marina Villa Igica s.p.a.

LOCALITA' : Palermo

PROGETTO : Realizzazione di un capannone nell'area del porto dell'Acquasanta

SONDAGGIO : S2 CAMPIONE : C1 PROFONDITA' : 12.50 m

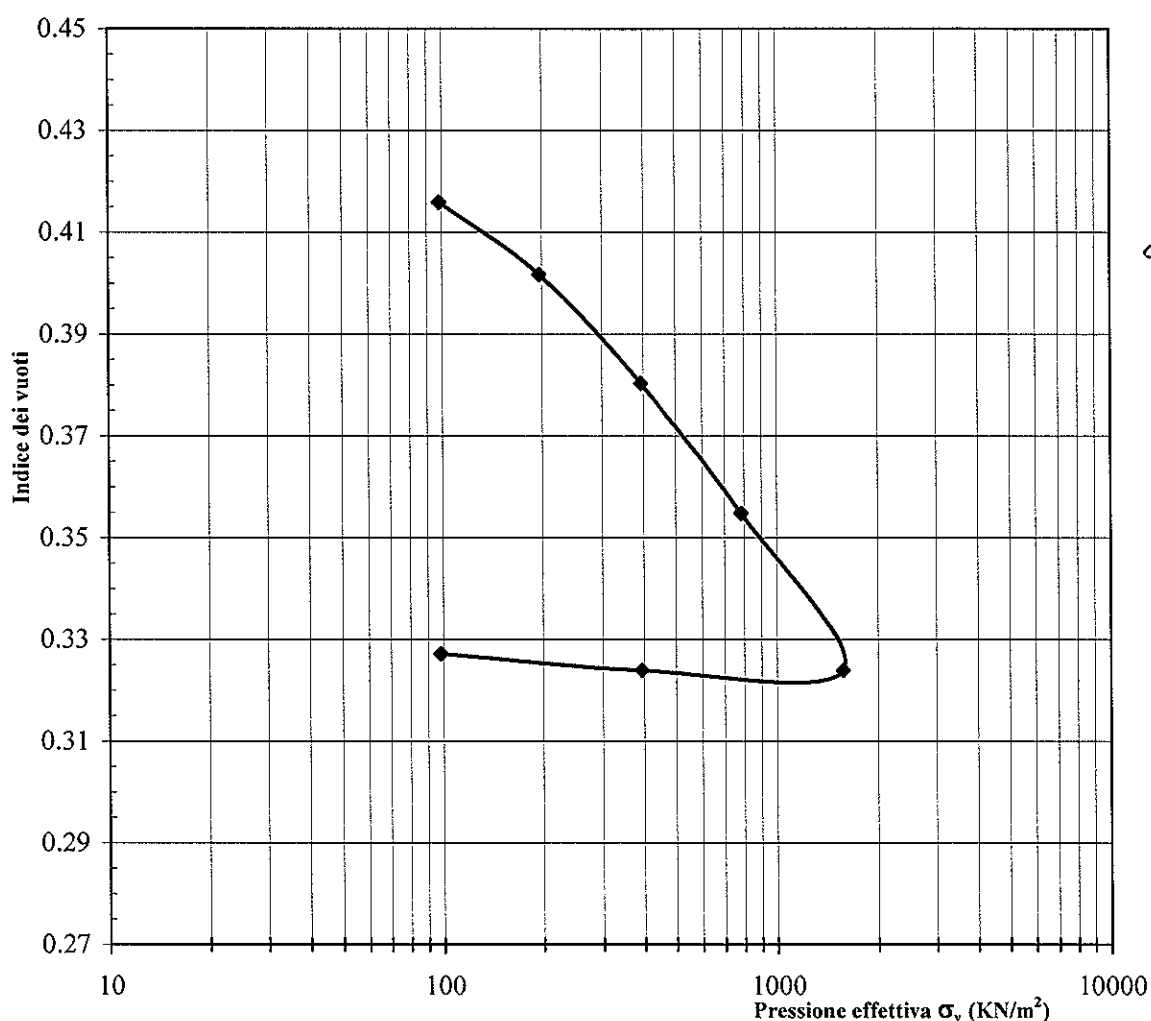
Data ricevimento camp: 12/10/07 Data esecuz. prova : 31/10/07 Data emiss. cert. : 7/11/07 N° verb. accett.: 19/07

Dimensioni del provino

Diam. (mm)	Alt. i. (mm)	Alt. f. (mm)	Area (mmq)
50	20	17.744	1964.5

Caratteristiche del campione

	γ (KN/m ³)	γ_s (KN/m ³)	γ_d (KN/m ³)	Wn (%)	e
Iniziali	20.307	25.784	17.236	17.82	0.496
Finali	19.773	-	-	14.72	0.327



[Signature]

Lo Sperimentatore

[Signature]

Il Direttore del laboratorio

Carico (KN/m ²)	Cv (cm ² /sec)	Ed (KN/m ²)	Av (m ² /KN)	Mv (m ² /KN)	Kv (cm/sec)
0 - 196	2.0E-03	1.0E+04	1.5E-04	9.7E-05	1.9E-08
196 - 392	2.0E-03	1.4E+04	1.1E-04	7.3E-05	1.4E-08
392 - 784	1.9E-03	2.3E+04	6.5E-05	4.4E-05	8.5E-09
784 - 1568	1.0E-03	3.8E+04	3.9E-05	2.6E-05	2.8E-09

PROVA EDOMETRICA



Certificato n° 6

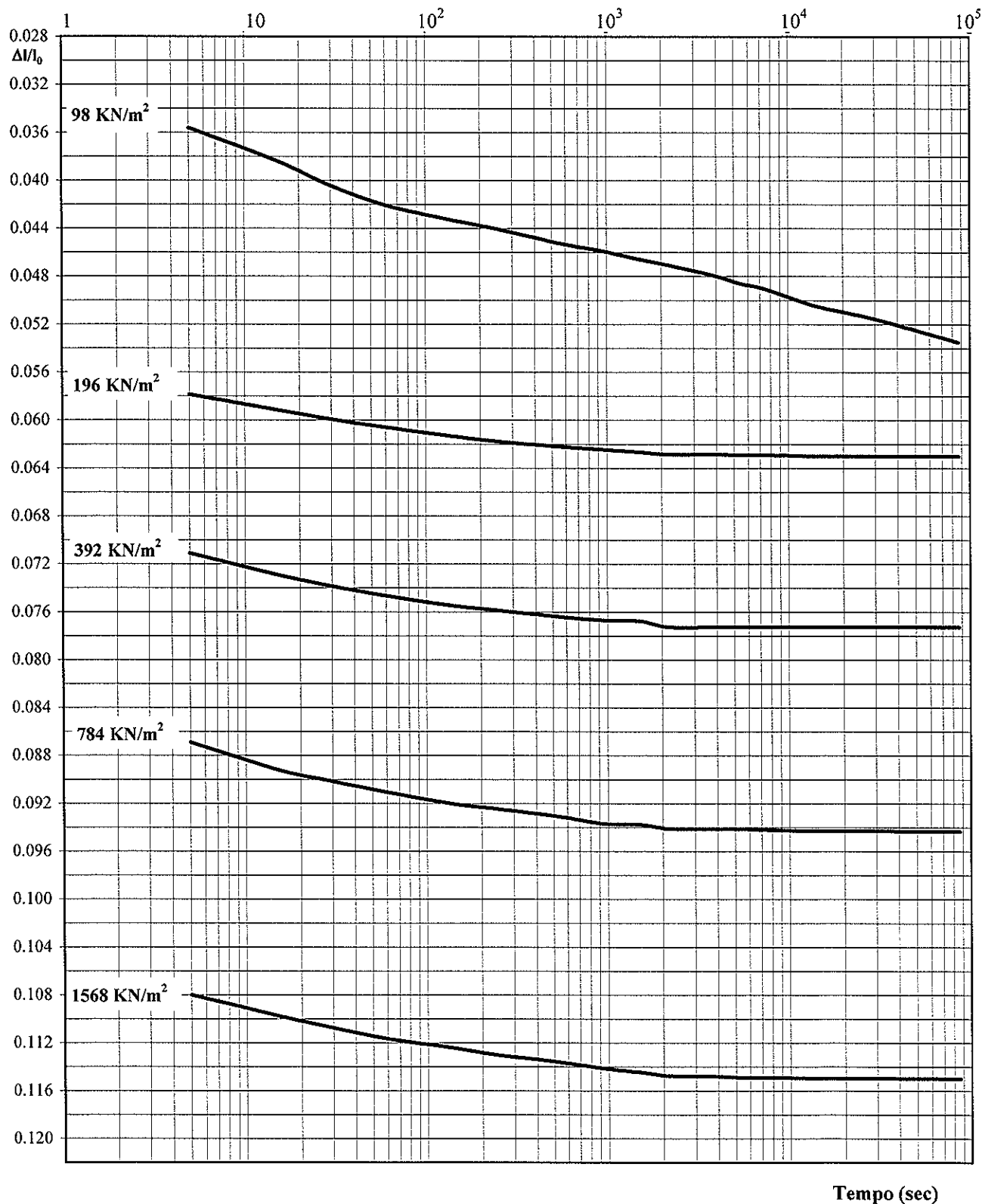
COMMITTENTE : Marina Villa Igiea s.p.a.

LOCALITA' : Palermo

PROGETTO : Realizzazione di un capannone nell'area del porto dell'Acquasanta

SONDAGGIO : S2 CAMPIONE : C1 PROFONDITA' : 12.50 m

Data ricevimento camp: 12/10/07 Data esecuz. prova : 31/10/07 Data emiss. cert. : 7/11/07 N° verb. accett.: 19/07



PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Certificato n° 7



COMMITTENTE : Marina Villa Igica s.p.a.

LOCALITA' : Palermo

PROGETTO : Realizzazione di un capannone nell'area del porto dell'Acquasanta

SONDAGGIO : S2 CAMPIONE : C1 PROFONDITA' : 12.50 m

Data ricevimento camp: 12/10/07 Data esecuz. prova : 25/10/07 Data emiss. cert. : 7/11/07

N° verb. accett.: 19/07

Caratteristiche iniziali dei provini

PROVINO		A	B	C
Forma		Cilindrica	Cilindrica	Cilindrica
Volume	cm ³	62.34	62.34	62.34
Sezione	cm ²	31.17	31.17	31.17
Diametro	cm	6.3	6.3	6.3
Altezza	cm	2	2	2

PROVA DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m ²)	100.73	200.37	393.42
Durata della consolidazione	24 h	24 h	24 h
Deformazione verticale (mm)	0.210	0.708	0.793

PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.007	0.012	0.009
Deformazione a rottura δ (mm)	6.871	5.259	5.187
Sforzo di taglio a rottura τ (KN/m ²)	169.71	201.48	449.47
Coesione drenata c' (KN/m ²)	0		
Angolo di attrito ϕ' (gradi)	45°		

CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	γ KN/m ³	γ_d KN/m ³	S (%)	ni (%)	ei	Wi (%)	Wf (%)
A	18.988	-	-	-	-	20.75	18.34
B	19.443	-	-	-	-	18.61	16.82
C	19.254	-	-	-	-	22.12	17.55

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Certificato n° 7



COMMITTENTE : Marina Villa Igiea s.p.a.

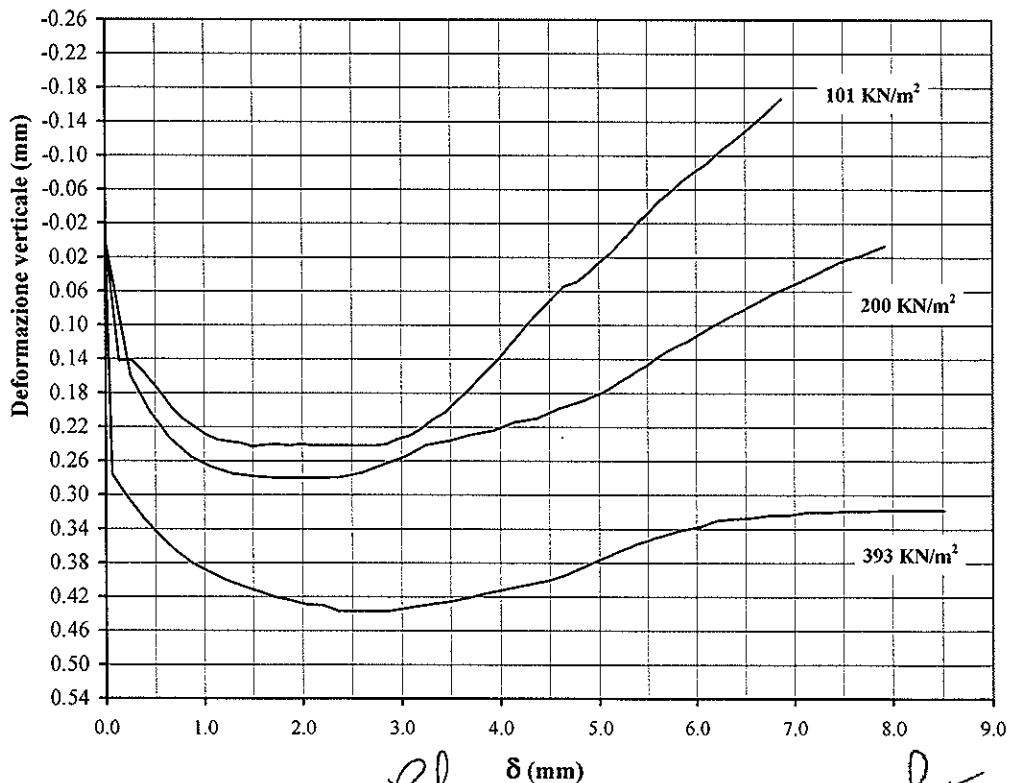
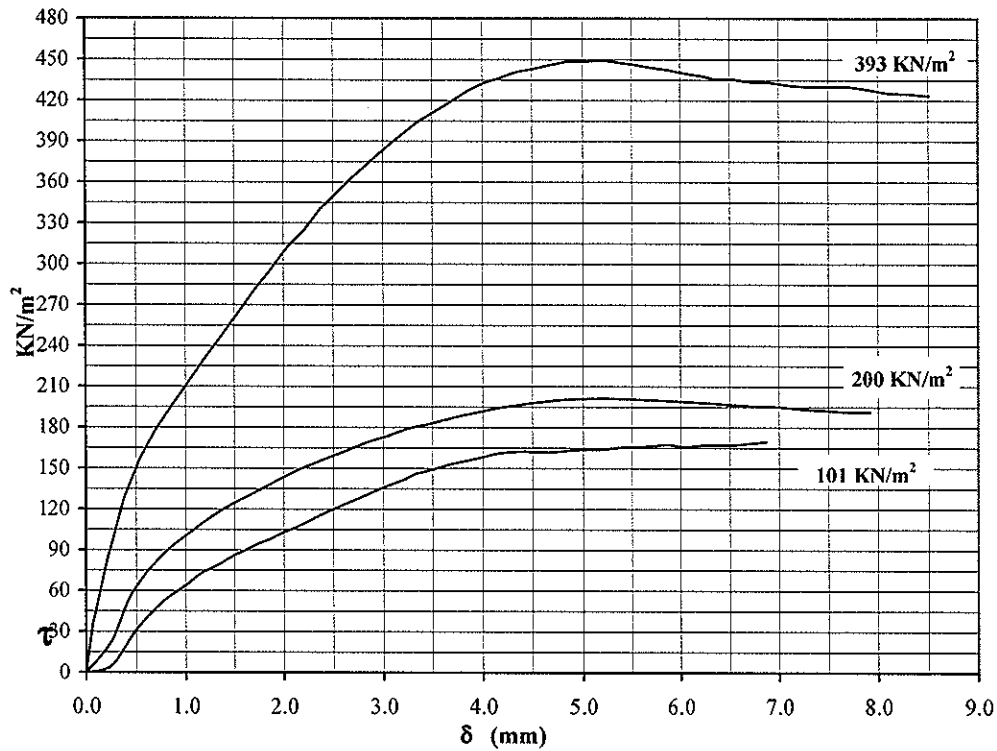
LOCALITA' : Palermo

PROGETTO : Realizzazione di un capannone nell'area del porto dell'Acquasanta

SONDAGGIO : S2 CAMPIONE : C1 PROFONDITA' : 12.50 m

Data ricevimento camp: 12/10/07 Data esecuz. prova : 25/10/07 Data emiss. cert. : 7/11/07

N° verb. accett.: 19/07



Il Direttore del laboratorio

ef

δ (mm)

Lo Sperimentatore

[Signature]

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Certificato n° 7

COMMITTENTE : Marina Villa Igiea s.p.a.

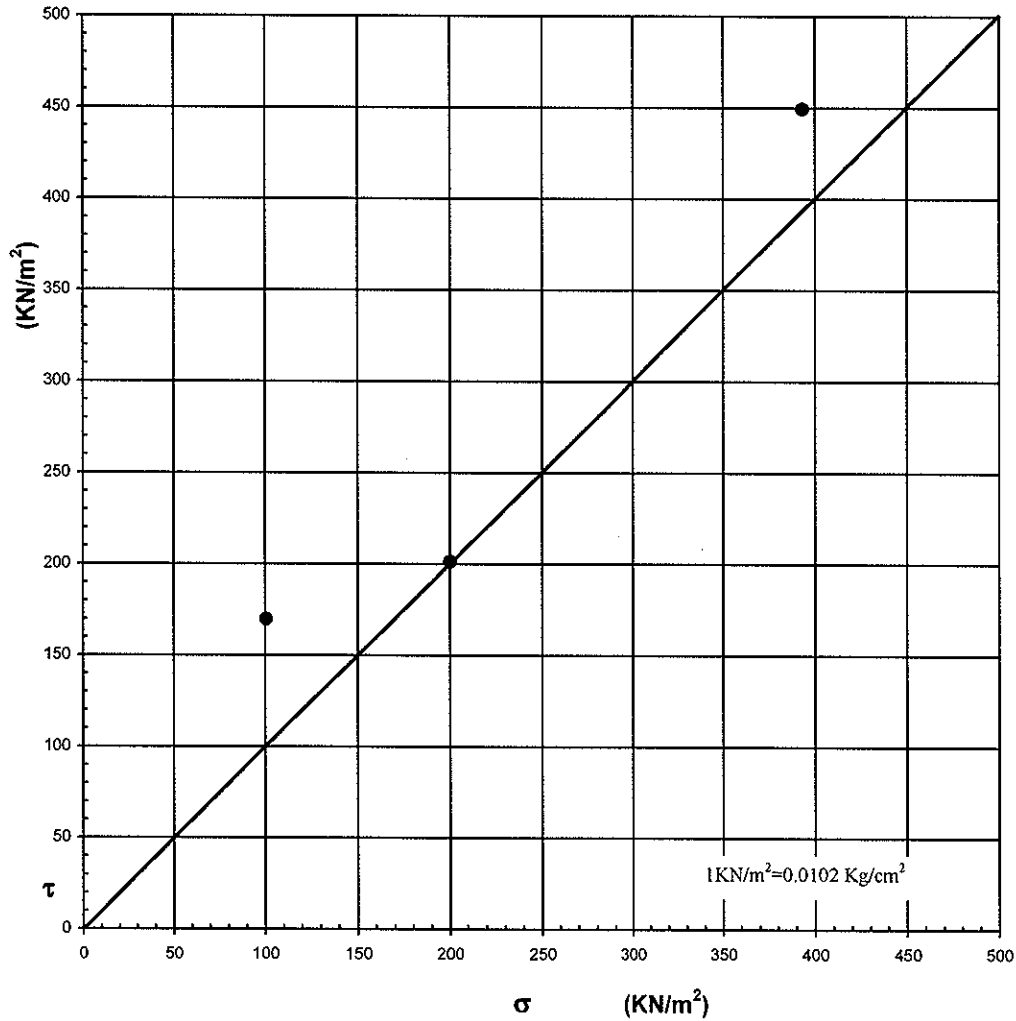
LOCALITA' : Palermo

PROGETTO : Realizzazione di un capannone nell'area del porto dell'Acquasanta

SONDAGGIO : S2 CAMPIONE : C1 PROFONDITA' : 12.50 m

Data ricevimento camp: 12/10/07 Data esecuz. prova : 25/10/07 Data emiss. cert. : 7/11/07

N° verb. accett.: 19/07



NOTE : I provini sono stati ricostruiti

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

MARINA VILLA IGIEA S.p.A.

**INDAGINI SUL MATERIALE DELLA COLMATA
DEL PORTO DELL'ACQUASANTA**

Laboratorio
Associato
A. L. I.

PROVE DI CARICO
SU PIASTRA

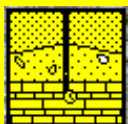


Il Responsabile
Tecnico
(Ing. Giovanni Pagano)

Data

Novembre 2007

Lav. n°740/73/07



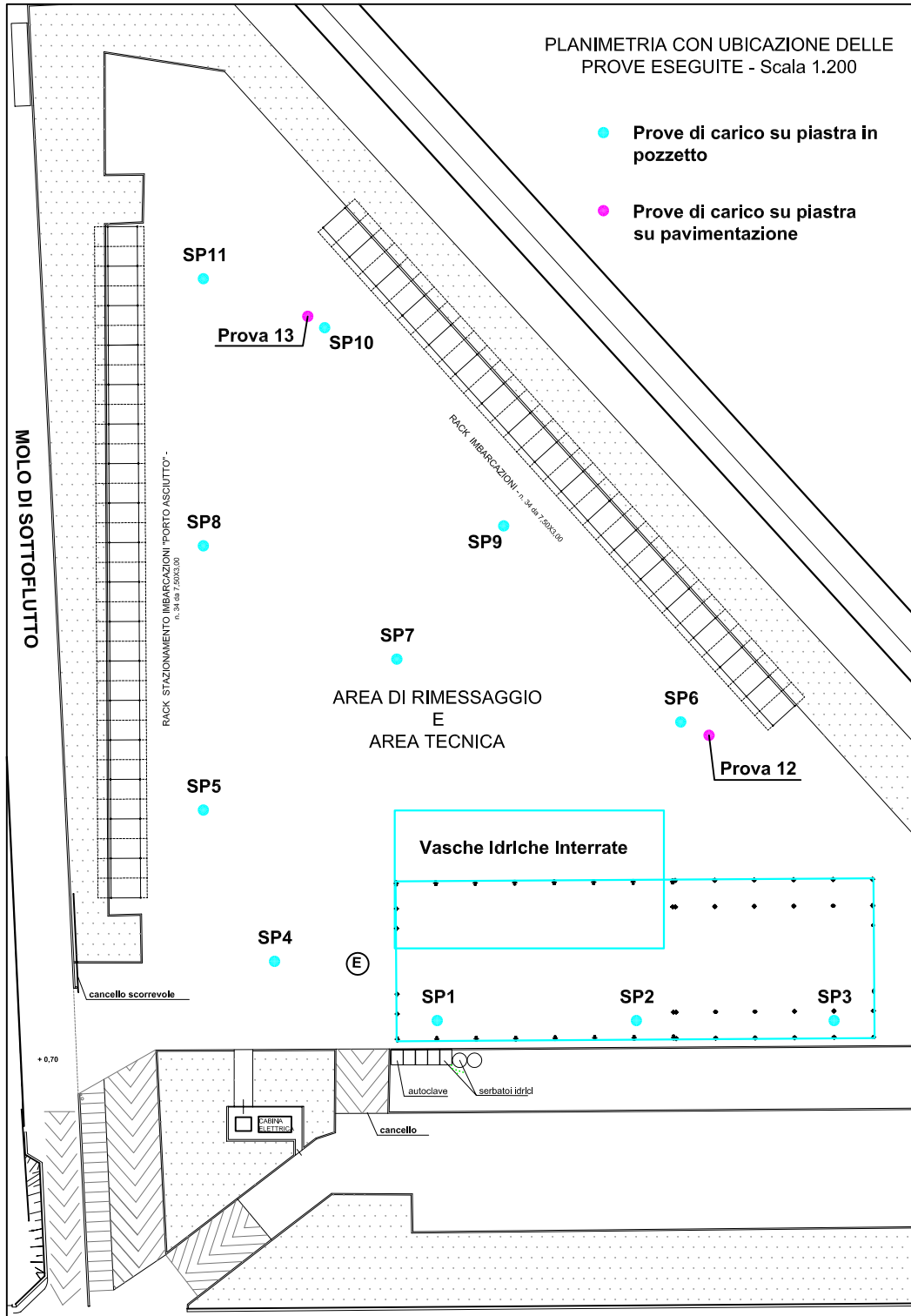
CON.GEO s.r.l.

LABORATORIO GEOTECNICO UFFICIALE

Decreto di concessione n°56579 del 04/07/2007 per il rilascio dei certificati relativi alle prove geotecniche sui terreni (settore a) ai sensi dell'art.8 D.P.R. 246/93 e circolare Ministeriale n°349/99 STC
PALERMO – Via A. Cirrincione n° 63 – Tel (091) 54 83 56

PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE
PROVE ESEGUITE - Scala 1.200

- Prove di carico su piastra in pozzetto
- Prove di carico su piastra su pavimentazione





PROVA DI CARICO SU PIASTRA

1/2

Metodologia di prova: SNV 670317a

N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

Oggetto **Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.**

Ubicazione prova SP 1 Profondità di prova: 0,40 m Data prova 08/11/2007

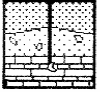
TABELLA RIEPILOGATIVA DEFORMAZIONI

	CARICHI KN/mq	MICROMETRO			MEDIA <i>mm</i>
		1	2	3	
Ciclo n° 1	20	0,00	0,00	0,00	0,000
	50	0,23	0,01	0,19	0,143
	150	0,88	0,28	0,79	0,650
	250	2,33	0,25	2,18	1,587
	350	4,24	0,40	3,90	2,847
Ciclo n° 2	50	4,08	0,29	3,74	2,703
	150	4,09	0,30	3,75	2,713
	250	4,10	0,32	3,76	2,727
	350	4,32	0,38	3,96	2,887



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano



PROVA DI CARICO SU PIASTRA

2/2

Metodologia di prova: SNV 670317a

N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

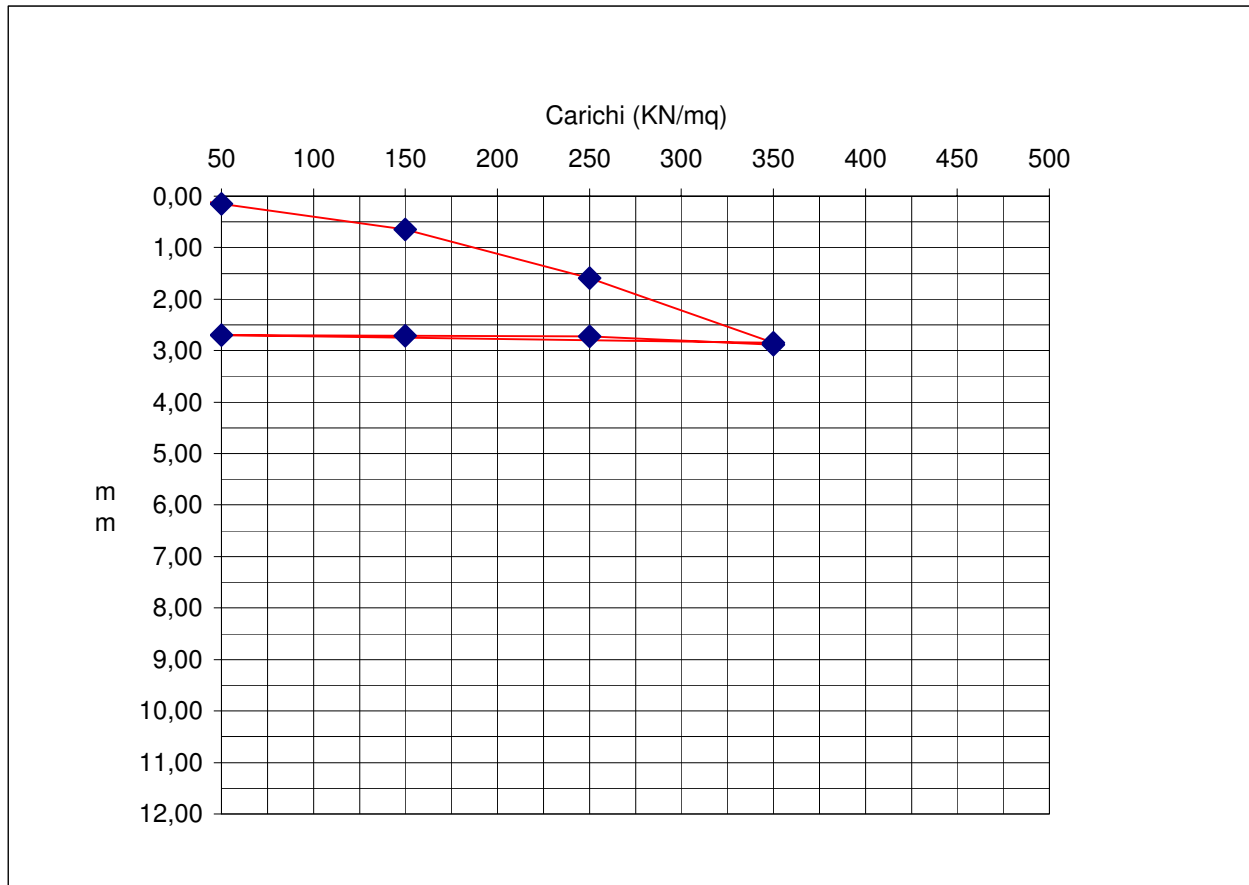
Oggetto Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.

Ubicazione prova SP 1 Profondità di prova: 0,40 m Data prova 08/11/2007

CARICO: Δp (KN/mq)	20	50	150	250	350	50	150	250	
cedimento Δs (mm)	TOT	0,000	0,143	0,650	1,587	2,847	2,703	2,713	2,727
	PARZ.		0,143	0,507	0,937	1,260	-0,143	0,010	0,013

ME1=D($\Delta p/\Delta s$) : 32.028 (kN/mq)

ME2=D($\Delta p/\Delta s$) = 2.250.000 (kN/mq)



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano



PROVA DI CARICO SU PIASTRA

1/2

Metodologia di prova: SNV 670317a

N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

Oggetto Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.

Ubicazione prova SP 2 Profondità di prova: 0,45 m Data prova 09/11/2007

TABELLA RIEPILOGATIVA DEFORMAZIONI

	CARICHI KN/mq	MICROMETRO			MEDIA mm
		1	2	3	
Ciclo n° 1	20	0,00	0,00	0,00	0,000
	50	0,37	0,33	0,02	0,240
	150	1,57	1,46	0,77	1,267
	250	2,5	2,32	1,43	2,083
	350	3,4	3,18	2,1	2,893
Ciclo n° 2	50	3,4	3,11	2,13	2,880
	150	3,41	3,12	2,13	2,887
	250	3,42	3,18	2,14	2,913
	350	3,61	3,37	2,29	3,090



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano



PROVA DI CARICO SU PIASTRA

2/2

Metodologia di prova: SNV 670317a

N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

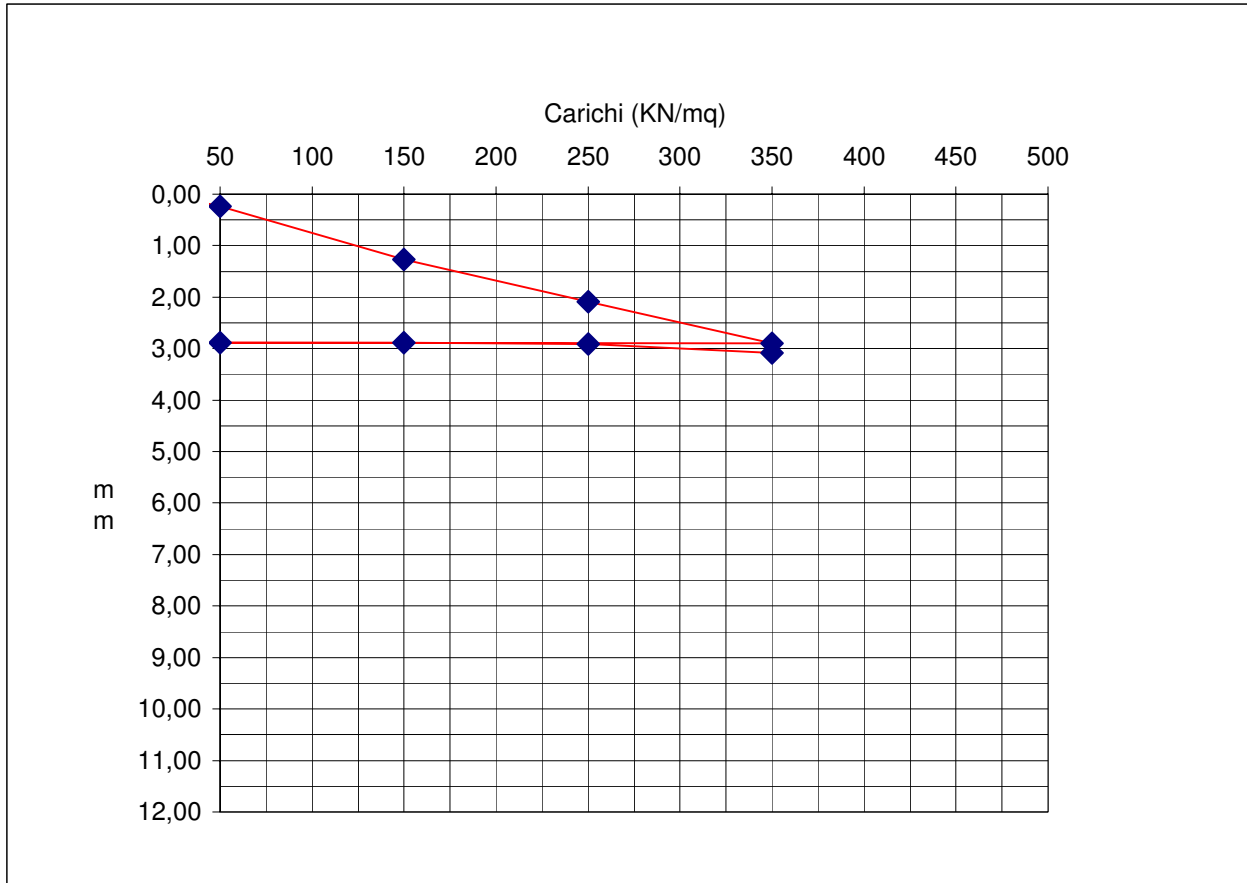
Oggetto **Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.**

Ubicazione prova SP 2 Profondità di prova: 0,45 m Data prova 09/11/2007

CARICO: Δp (KN/mq)	20	50	150	250	350	50	150	250
cedimento Δs (mm) TOT	0,000	0,240	1,267	2,083	2,893	2,880	2,887	2,913
PARZ.		0,240	1,027	0,817	0,810	-0,013	0,007	0,027

ME1=D(Δp/Δs) : 36.735 (kN/mq)

ME2=D(Δp/Δs) = 1.125.000 (kN/mq)



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano



PROVA DI CARICO SU PIASTRA

1/2

Metodologia di prova: SNV 670317a

N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

Oggetto Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.

Ubicazione prova SP 3 Profondità di prova: 0,35 m Data prova 09/11/2007

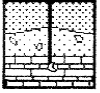
TABELLA RIEPILOGATIVA DEFORMAZIONI

	CARICHI KN/mq	MICROMETRO			MEDIA <i>mm</i>
		1	2	3	
Ciclo n° 1	20	0,00	0,00	0,00	0,000
	50	0,31	0,3	0,29	0,300
	150	1,28	1,2	1,21	1,230
	250	1,94	1,87	1,78	1,863
	350	2,53	2,39	2,35	2,423
Ciclo n° 2	50	2,48	2,29	2,33	2,367
	150	2,48	2,33	2,33	2,380
	250	2,59	2,45	2,4	2,480
	350	2,71	2,53	2,5	2,580



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano



PROVA DI CARICO SU PIASTRA

2/2

Metodologia di prova: SNV 670317a

N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

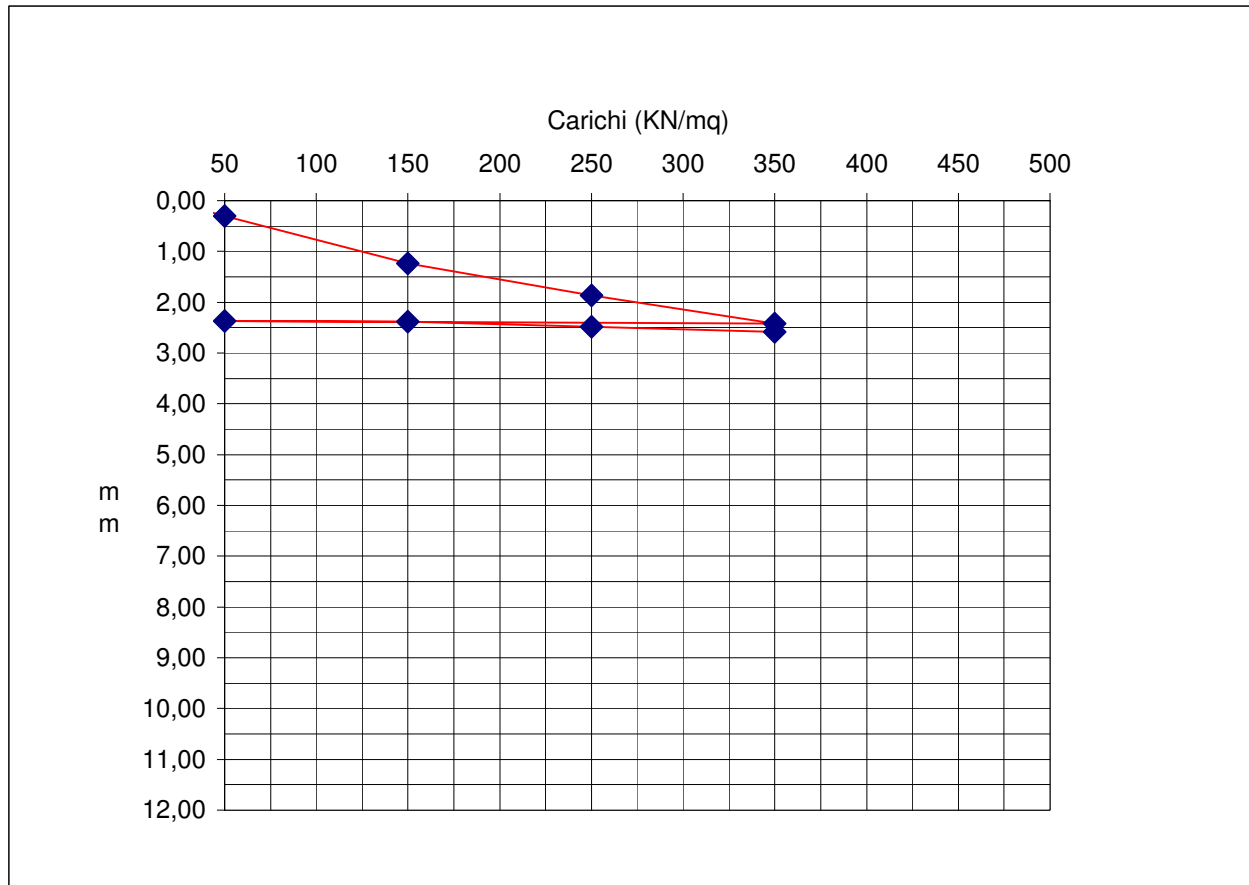
Oggetto **Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.**

Ubicazione prova SP 3 Profondità di prova: 0,35 m Data prova 09/11/2007

CARICO: Δp (KN/mq)		20	50	150	250	350	50	150	250	
cedimento	TOT	0,000	0,300	1,230	1,863	2,423		2,367	2,380	2,480
Δs (mm)	PARZ.		0,300	0,930	0,633	0,560	-0,057	0,013	0,100	

ME1=D(Δp/Δs) : 47.368 (kN/mq)

ME2=D(Δp/Δs) = 300.000 (kN/mq)



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano



PROVA DI CARICO SU PIASTRA

1/2

Metodologia di prova: SNV 670317a

N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

Oggetto Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.

Ubicazione prova SP 4 Profondità di prova: 0,45 m Data prova 09/11/2007

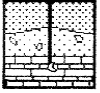
TABELLA RIEPILOGATIVA DEFORMAZIONI

	CARICHI KN/mq	MICROMETRO			MEDIA mm
		1	2	3	
Ciclo n° 1	20	0,00	0,00	0,00	0,000
	50	0,18	0,28	0,18	0,213
	150	1,66	1,63	1,58	1,623
	250	3,14	3,09	3,12	3,117
	350	4,56	4,56	4,71	4,610
Ciclo n° 2	50	4,56	4,5	4,69	4,583
	150	4,66	4,53	4,7	4,630
	250	4,67	4,57	4,72	4,653
	350	4,86	4,78	4,93	4,857



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano



PROVA DI CARICO SU PIASTRA

2/2

Metodologia di prova: SNV 670317a

N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

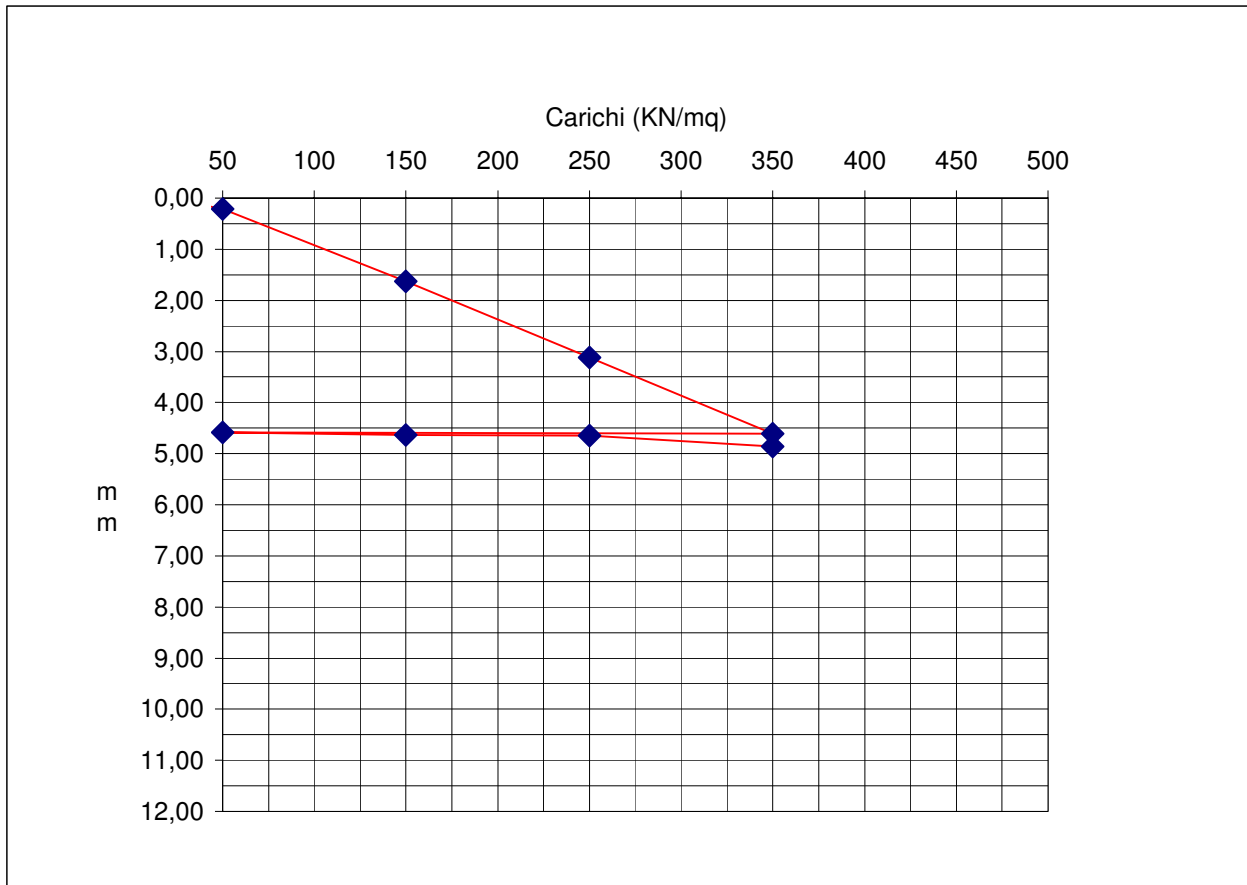
Oggetto **Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.**

Ubicazione prova SP 4 Profondità di prova: 0,45 m Data prova 09/11/2007

CARICO: Δp (KN/mq)	20	50	150	250	350	50	150	250
cedimento TOT Δs (mm)	0,000	0,213	1,623	3,117	4,610	4,583	4,630	4,653
cedimento PARZ. Δs (mm)		0,213	1,410	1,493	1,493	-0,027	0,047	0,023

ME1=D(Δp/Δs) : 20.089 (kN/mq)

ME2=D(Δp/Δs) = 1.285.714 (kN/mq)



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano



PROVA DI CARICO SU PIASTRA

1/2

Metodologia di prova: SNV 670317a

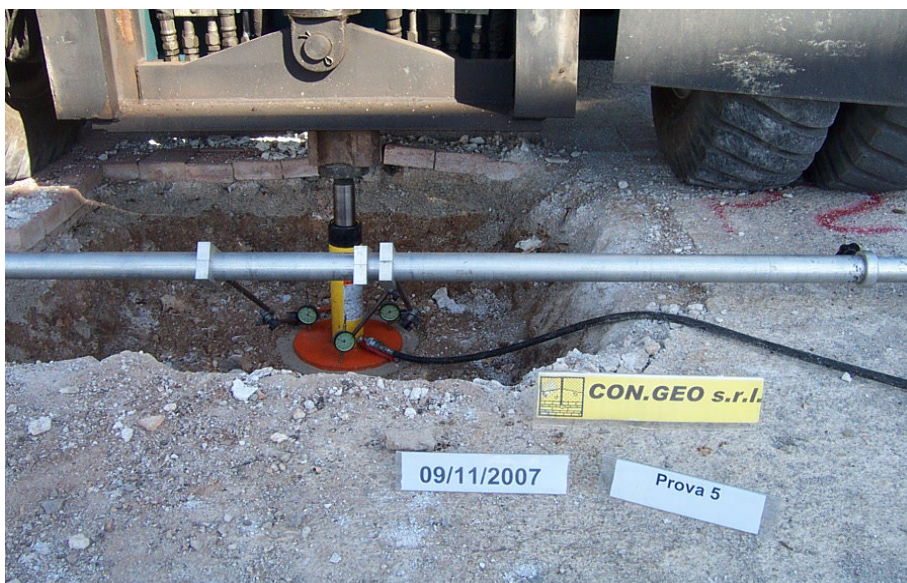
N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

Oggetto Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.

Ubicazione prova SP 5 Profondità di prova: 0,46 m Data prova 09/11/2007

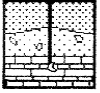
TABELLA RIEPILOGATIVA DEFORMAZIONI

	CARICHI KN/mq	MICROMETRO			MEDIA mm
		1	2	3	
Ciclo n° 1	20	0,00	0,00	0,00	0,000
	50	0,00	0,22	0,16	0,127
	150	0,72	1,18	1,32	1,073
	250	1,64	2,19	2,32	2,050
	350	2,89	3,52	3,68	3,363
Ciclo n° 2	50	2,89	3,51	3,67	3,357
	150	2,92	3,52	3,68	3,373
	250	2,99	3,61	3,74	3,447
	350	3,15	3,82	3,94	3,637



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano



PROVA DI CARICO SU PIASTRA

2/2

Metodologia di prova: SNV 670317a

N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

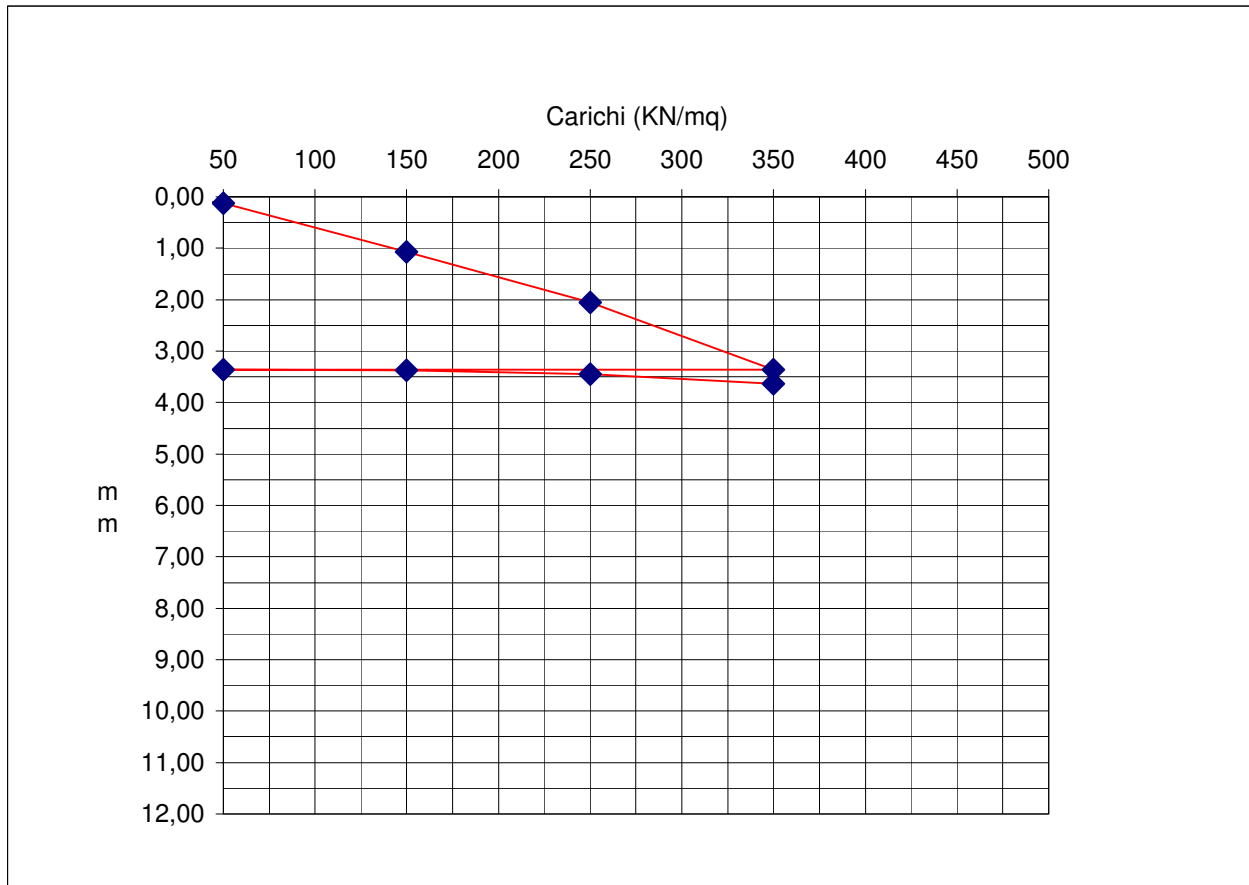
Oggetto Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.

Ubicazione prova SP 5 Profondità di prova: 0,46 m Data prova 09/11/2007

CARICO: Δp (KN/mq)		20	50	150	250	350	50	150	250
cedimento	TOT	0,000	0,127	1,073	2,050	3,363	3,357	3,373	3,447
Δs (mm)	PARZ.		0,127	0,947	0,977	1,313	-0,007	0,017	0,073

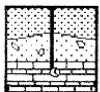
ME1=D(Δp/Δs) : 30.717 (kN/mq)

ME2=D(Δp/Δs) = 409.091 (kN/mq)



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano



PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Metodologia di prova: SNV 670317a

1/2

N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

Oggetto Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.

Ubicazione prova SP 6 Profondità di prova 0,35 m Data prova 08/11/2007

TABELLA RIEPILOGATIVA DEFORMAZIONI

	CARICHI KN/mq	MICROMETRO			MEDIA mm
		1	2	3	
Ciclo n° 1	20	0,00	0,00	0,00	0,000
	50	0,87	1,77	1,47	1,370
	150	1,21	6,46	5,88	4,517
	250	4,98	10,41	9,48	8,290
	350	7,60	13,39	12,04	11,010
Ciclo n° 2	50	7,60	13,32	12,03	10,983
	150	7,60	13,36	12,03	10,997
	250	7,73	13,64	13,15	11,507
	350	8,02	14,04	12,41	11,490



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano



PROVA DI CARICO SU PIASTRA

2/2

Metodologia di prova: SNV 670317a

N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

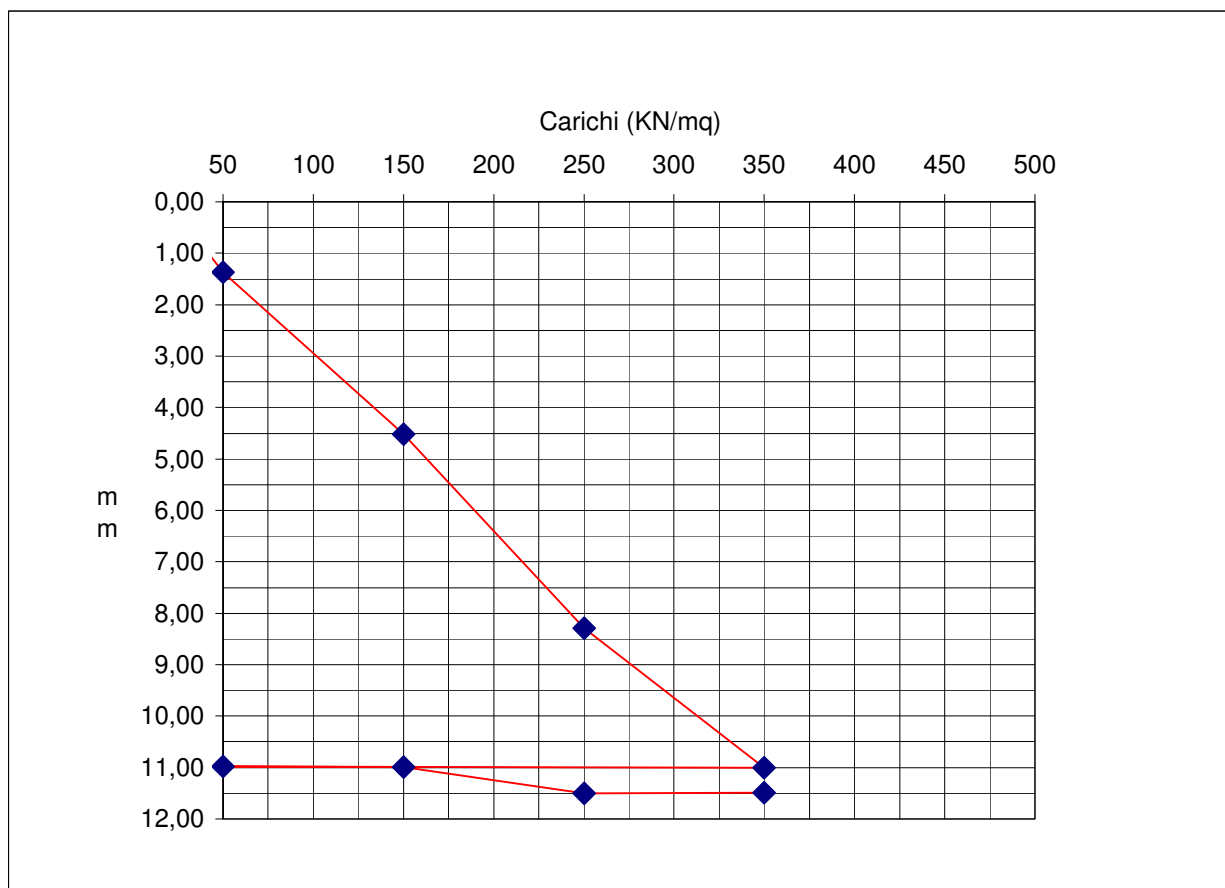
Oggetto Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.

Ubicazione prova SP 6 Profondità di prova 0,35 m Data prova 08/11/2007

CARICO: Δp (KN/mq)	20	50	150	250	350	50	150	250	
cedimento Δs (mm)	TOT	0,000	1,370	4,517	8,290	11,010	10,983	10,997	11,507
	PARZ.		1,370	3,147	3,773	2,720	-0,027	0,013	0,510

ME1=D($\Delta p/\Delta s$) : 7.951 (kN/mq)

ME2=D($\Delta p/\Delta s$) = 58.824 (kN/mq)



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano



PROVA DI CARICO SU PIASTRA

1/2

Metodologia di prova: SNV 670317a

N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

Oggetto Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.

Ubicazione prova SP 7 Profondità di prova: 0,73 m Data prova 08/11/2007

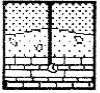
TABELLA RIEPILOGATIVA DEFORMAZIONI

	CARICHI KN/mq	MICROMETRO			MEDIA mm
		1	2	3	
Ciclo n° 1	20	0,00	0,00	0,00	0,000
	50	0,10	0,79	0,00	0,297
	150	0,11	2,88	0,01	1,000
	250	0,17	5,04	0,69	1,967
	350	2,22	7,67	3,08	4,323
Ciclo n° 2	50	1,32	7,68	3,08	4,027
	150	1,43	7,69	3,10	4,073
	250	2,45	7,87	3,11	4,477
	350	2,82	8,18	3,37	4,790



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano



PROVA DI CARICO SU PIASTRA

2/2

Metodologia di prova: SNV 670317a

N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

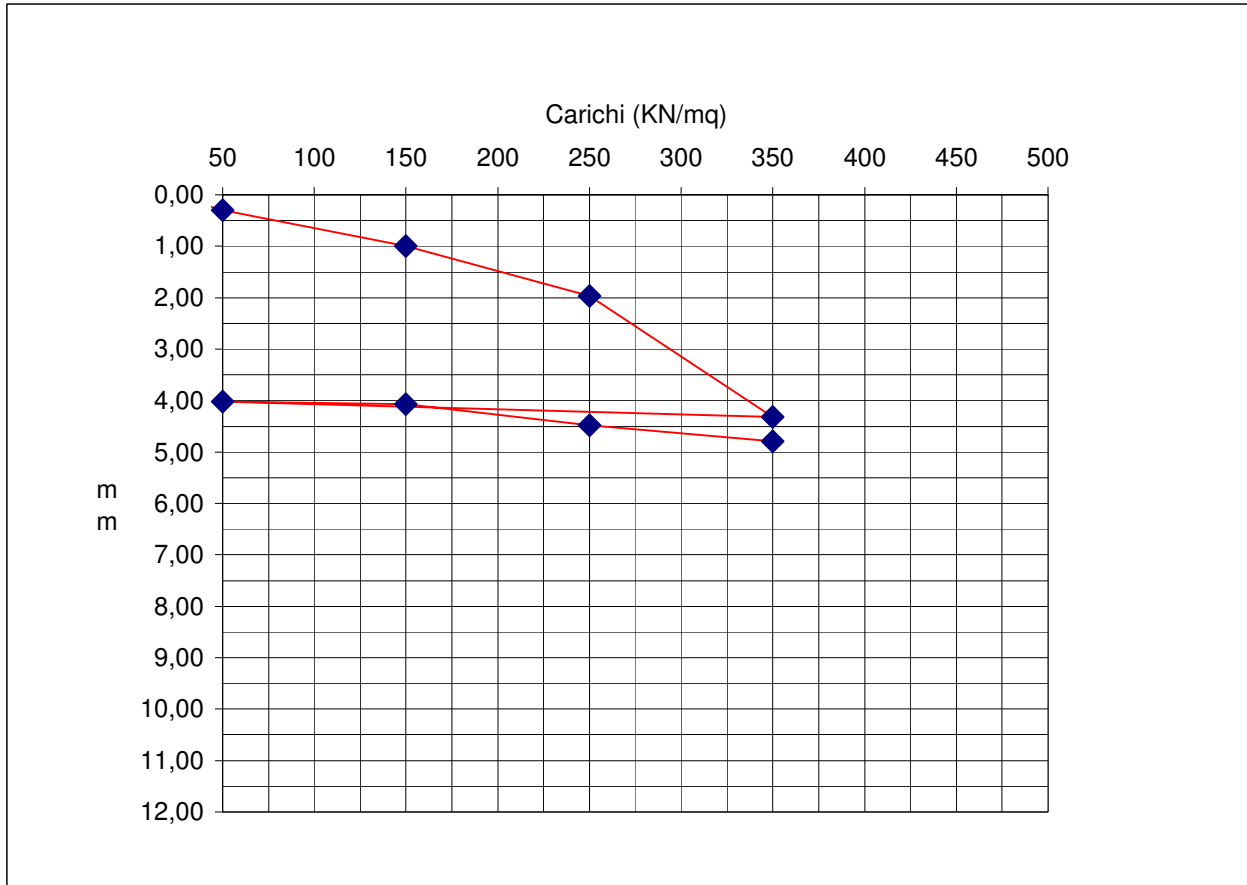
Oggetto Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.

Ubicazione prova SP 7 Profondità di prova: 0,73 m Data prova 08/11/2007

CARICO: Δp (KN/mq)	20	50	150	250	350	50	150	250
cedimento Δs (mm) TOT	0,000	0,297	1,000	1,967	4,323	4,027	4,073	4,477
PARZ.		0,297	0,703	0,967	2,357	-0,297	0,047	0,403

ME1=D($\Delta p/\Delta s$) : 31.034 (kN/mq)

ME2=D($\Delta p/\Delta s$) = 74.380 (kN/mq)



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano



PROVA DI CARICO SU PIASTRA

1/2

Metodologia di prova: SNV 670317a

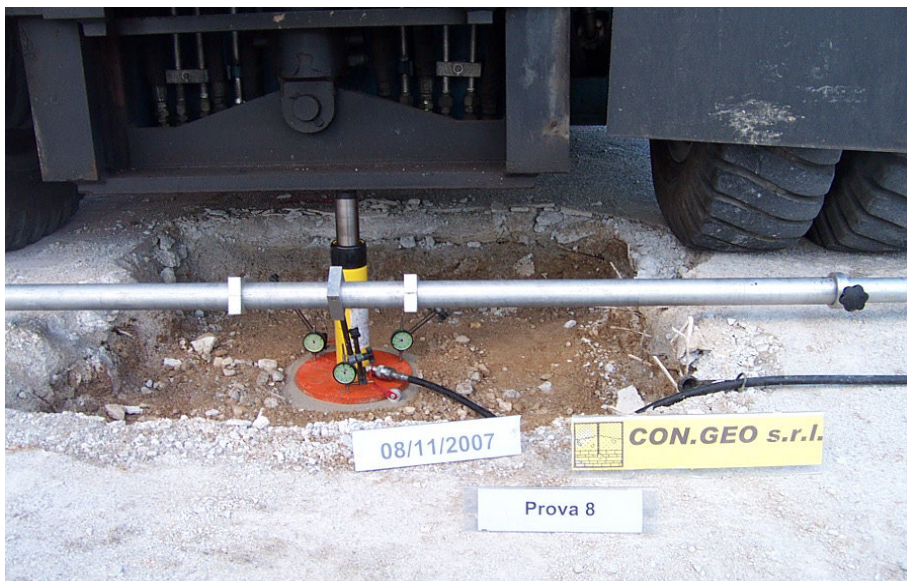
N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

Oggetto Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.

Ubicazione prova SP 8 Profondità di prova: 0,32 m Data prova 08/11/2007

TABELLA RIEPILOGATIVA DEFORMAZIONI

	CARICHI KN/mq	MICROMETRO			MEDIA <i>mm</i>
		1	2	3	
Ciclo n° 1	20	0,00	0,00	0,00	0,000
	50	0,01	0,05	1,09	0,383
	150	0,18	0,25	1,41	0,613
	250	0,35	0,43	1,67	0,817
	350	0,51	0,58	1,92	1,003
Ciclo n° 2	50	0,51	0,56	1,91	0,993
	150	0,52	0,57	1,92	1,003
	250	0,53	0,58	1,92	1,010
	350	0,54	0,59	1,93	1,020



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano



PROVA DI CARICO SU PIASTRA

2/2

Metodologia di prova: SNV 670317a

N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

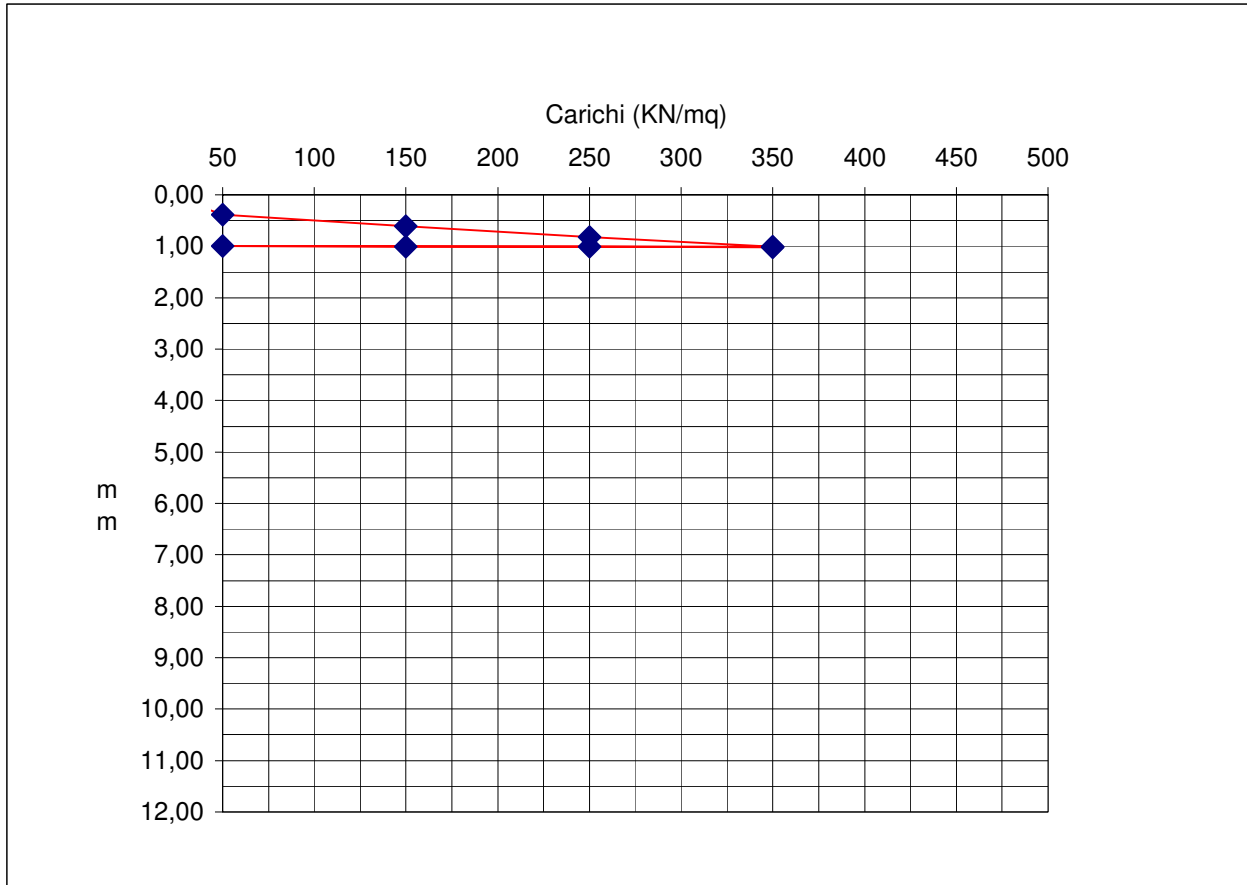
Oggetto **Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.**

Ubicazione prova SP 8 Profondità di prova: 0,32 m Data prova 08/11/2007

CARICO: Δp (KN/mq)	20	50	150	250	350	50	150	250	
cedimento Δs (mm)	TOT	0,000	0,383	0,613	0,817	1,003	0,993	1,003	1,010
	PARZ.		0,383	0,230	0,203	0,187	-0,010	0,010	0,007

ME1=D($\Delta p/\Delta s$) : 147.541 (kN/mq)

ME2=D($\Delta p/\Delta s$) = 4.500.000 (kN/mq)



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano



PROVA DI CARICO SU PIASTRA

1/2

Metodologia di prova: SNV 670317a

N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

Oggetto Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.

Ubicazione prova SP 9 Profondità di prova: 0,30 m Data prova 08/11/2007

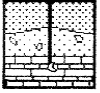
TABELLA RIEPILOGATIVA DEFORMAZIONI

	CARICHI KN/mq	MICROMETRO			MEDIA mm
		1	2	3	
Ciclo n° 1	20	0,00	0,00	0,00	0,000
	50	0,55	0,43	0,27	0,417
	150	2,82	2,39	2,23	2,480
	250	5,28	4,68	5,54	5,167
	350	7,45	6,71	6,62	6,927
Ciclo n° 2	50	7,46	6,67	6,62	6,917
	150	7,53	6,69	6,63	6,950
	250	7,53	6,72	6,64	6,963
	350	7,67	6,91	6,76	7,113



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano



PROVA DI CARICO SU PIASTRA

2/2

Metodologia di prova: SNV 670317a

N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

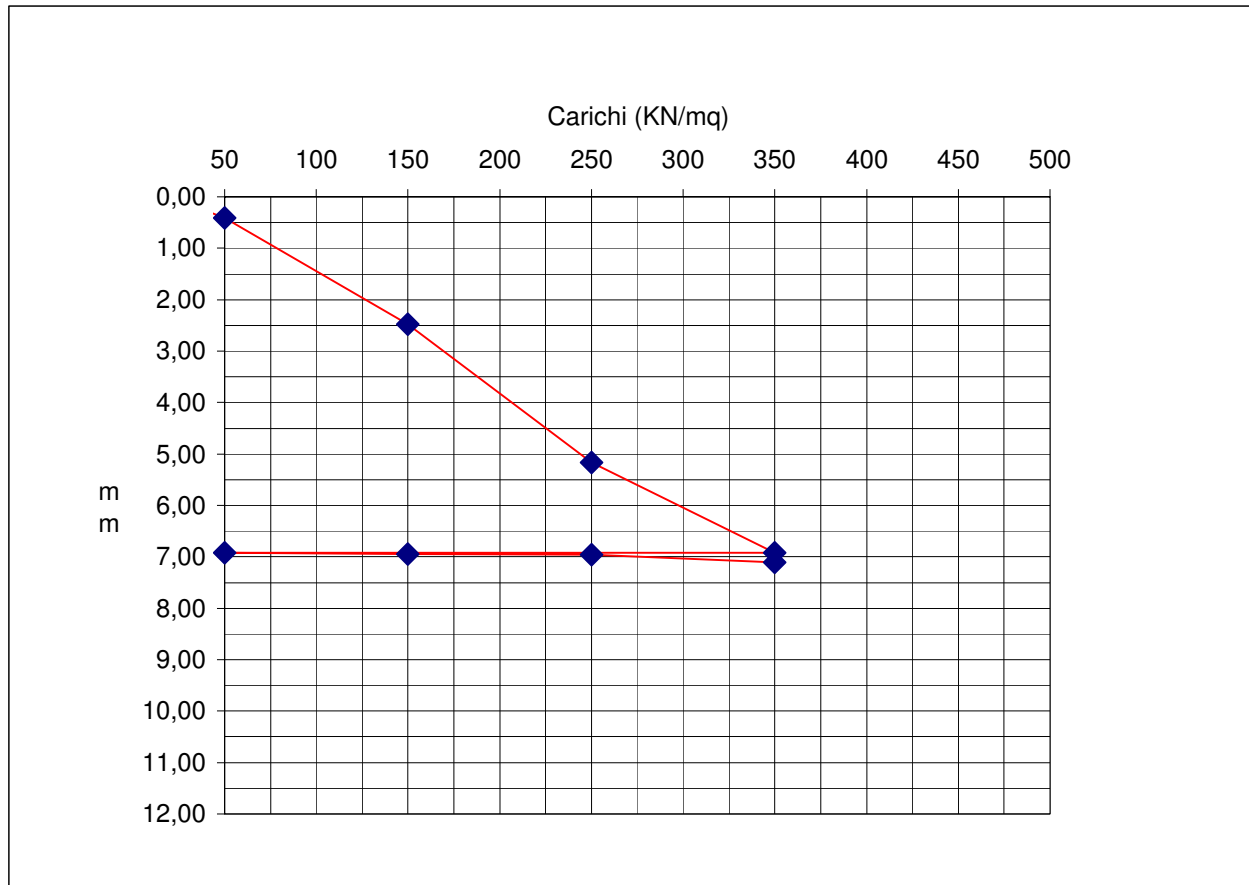
Oggetto **Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.**

Ubicazione prova SP 9 Profondità di prova: 0,30 m Data prova 08/11/2007

CARICO: Δp (KN/mq)	20	50	150	250	350	50	150	250	
cedimento Δs (mm)	TOT	0,000	0,417	2,480	5,167	6,927	6,917	6,950	6,963
	PARZ.		0,417	2,063	2,687	1,760	-0,010	0,033	0,013

ME1=D($\Delta p/\Delta s$) : 11.166 (kN/mq)

ME2=D($\Delta p/\Delta s$) = 2.250.000 (kN/mq)



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano



PROVA DI CARICO SU PIASTRA

1/2

Metodologia di prova: SNV 670317a

N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

Oggetto Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.

Ubicazione prova SP 10 Profondità di prova: 0,45 m Data prova 08/11/2007

TABELLA RIEPILOGATIVA DEFORMAZIONI

	CARICHI KN/mq	MICROMETRO			MEDIA <i>mm</i>
		1	2	3	
Ciclo n° 1	20	0,00	0,00	0,00	0,000
	50	0,41	0,53	0,37	0,437
	150	2,07	2,53	2,28	2,293
	250	3,77	4,68	3,97	4,140
	350	5,22	6,61	5,29	5,707
Ciclo n° 2	50	5,19	6,38	5,32	5,630
	150	5,19	6,43	5,32	5,647
	250	5,20	6,56	5,33	5,697
	350	5,29	6,74	5,39	5,807



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano



PROVA DI CARICO SU PIASTRA

2/2

Metodologia di prova: SNV 670317a

N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

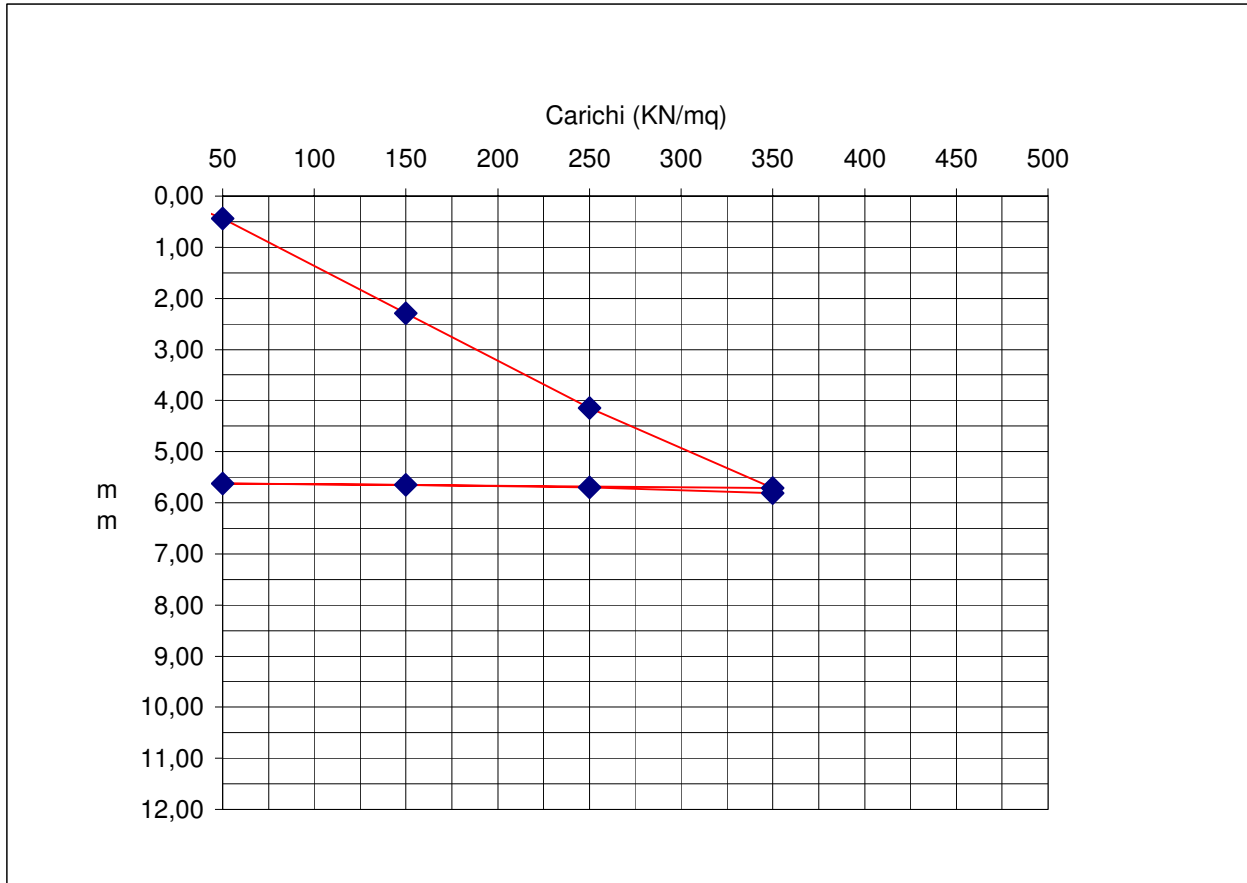
Oggetto **Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.**

Ubicazione prova SP 10 Profondità di prova: 0,45 m Data prova 08/11/2007

CARICO: Δp (KN/mq)	20	50	150	250	350	50	150	250
cedimento Δs (mm) TOT	0,000	0,437	2,293	4,140	5,707	5,630	5,647	5,697
PARZ.		0,437	1,857	1,847	1,567	-0,077	0,017	0,050

ME1=D($\Delta p/\Delta s$) : 16.245 (kN/mq)

ME2=D($\Delta p/\Delta s$) = 600.000 (kN/mq)



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano



PROVA DI CARICO SU PIASTRA

1/2

Metodologia di prova: SNV 670317a

N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

Oggetto Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.

Ubicazione prova SP 11 Profondità di prova: 0,50 m Data prova 08/11/2007

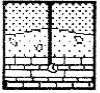
TABELLA RIEPILOGATIVA DEFORMAZIONI

	CARICHI KN/mq	MICROMETRO			MEDIA mm
		1	2	3	
Ciclo n° 1	20	0,00	0,00	0,00	0,000
	50	0,61	0,51	0,72	0,613
	150	1,48	1,51	1,69	1,560
	250	2,43	2,29	2,55	2,423
	350	2,96	2,84	3,17	2,990
Ciclo n° 2	50	2,82	2,62	2,99	2,810
	150	2,89	2,64	3,01	2,847
	250	2,93	2,73	3,08	2,913
	350	3,02	2,82	3,16	3,000



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano



PROVA DI CARICO SU PIASTRA

2/2

Metodologia di prova: SNV 670317a

N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

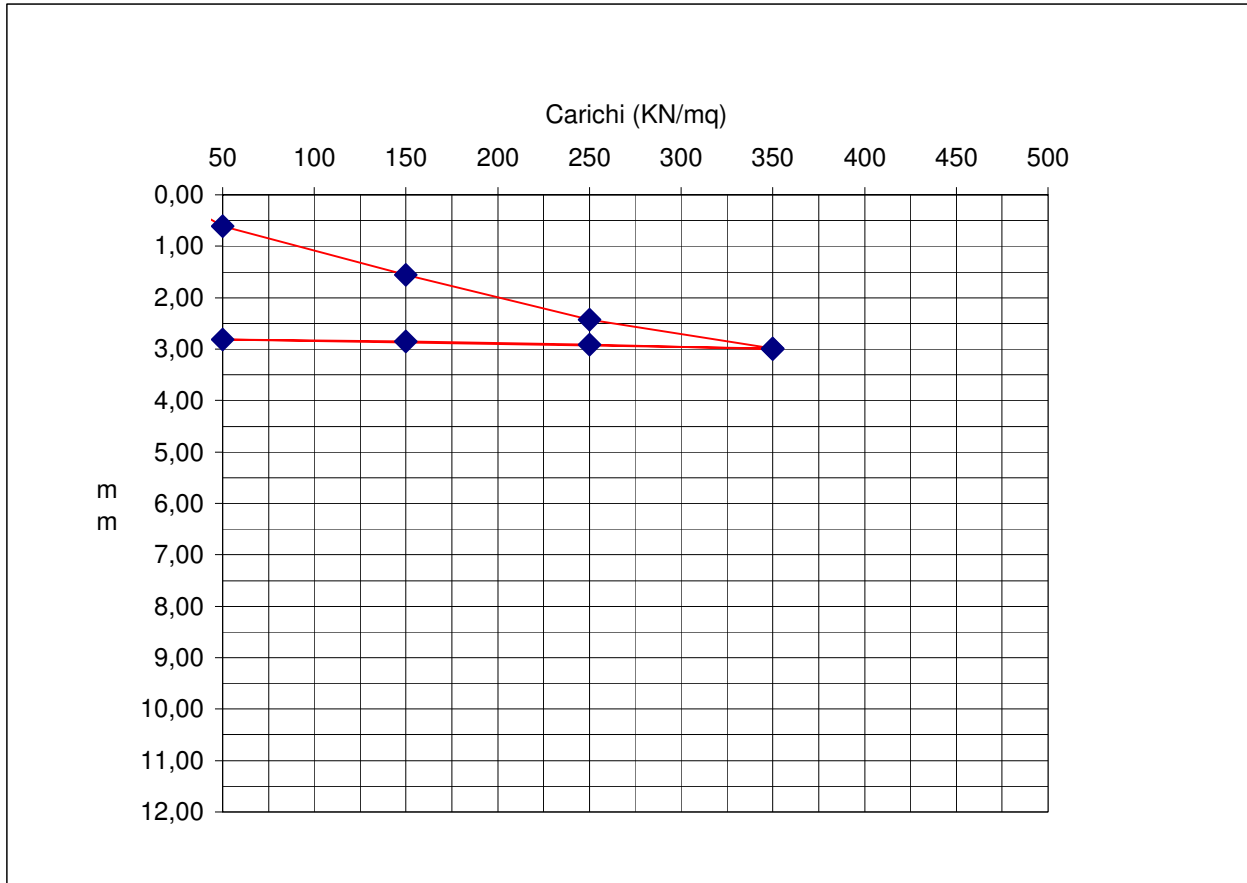
Oggetto **Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.**

Ubicazione prova SP 11 Profondità di prova: 0,50 m Data prova 08/11/2007

CARICO: Δp (KN/mq)	20	50	150	250	350	50	150	250
cedimento TOT Δs (mm)	0,000	0,613	1,560	2,423	2,990	2,810	2,847	2,913
PARZ.		0,613	0,947	0,863	0,567	-0,180	0,037	0,067

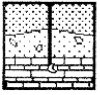
ME1=D(Δp/Δs) : 34.749 (kN/mq)

ME2=D(Δp/Δs) = 450.000 (kN/mq)



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano

**PROVA DI CARICO SU PIASTRA**

1/2

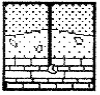
N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.Oggetto Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.Ubicazione prova SP 12 - Pavimentazione Profondità di prova: 0,00 m Data prova 09/11/2007**TABELLA RIEPILOGATIVA DEFORMAZIONI**

CARICHI		MICROMETRO			<i>MEDIA</i>
Kg	Kg/cm ²	1	2	3	<i>mm</i>
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
1000	1,43	0,01	0,05	0,01	0,023
2000	2,86	0,02	0,06	0,01	0,030
3000	4,29	0,07	0,11	0,05	0,077
4000	5,72	0,12	0,17	0,09	0,127
5000	7,14	0,26	0,29	0,19	0,247
6000	8,57	0,41	0,39	0,30	0,367
7000	10,00	0,45	0,39	0,35	0,397
5000	7,14	0,45	0,39	0,35	0,397
2500	3,57	0,45	0,39	0,35	0,397
0	0,00	0,21	0,00	0,16	0,123



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano

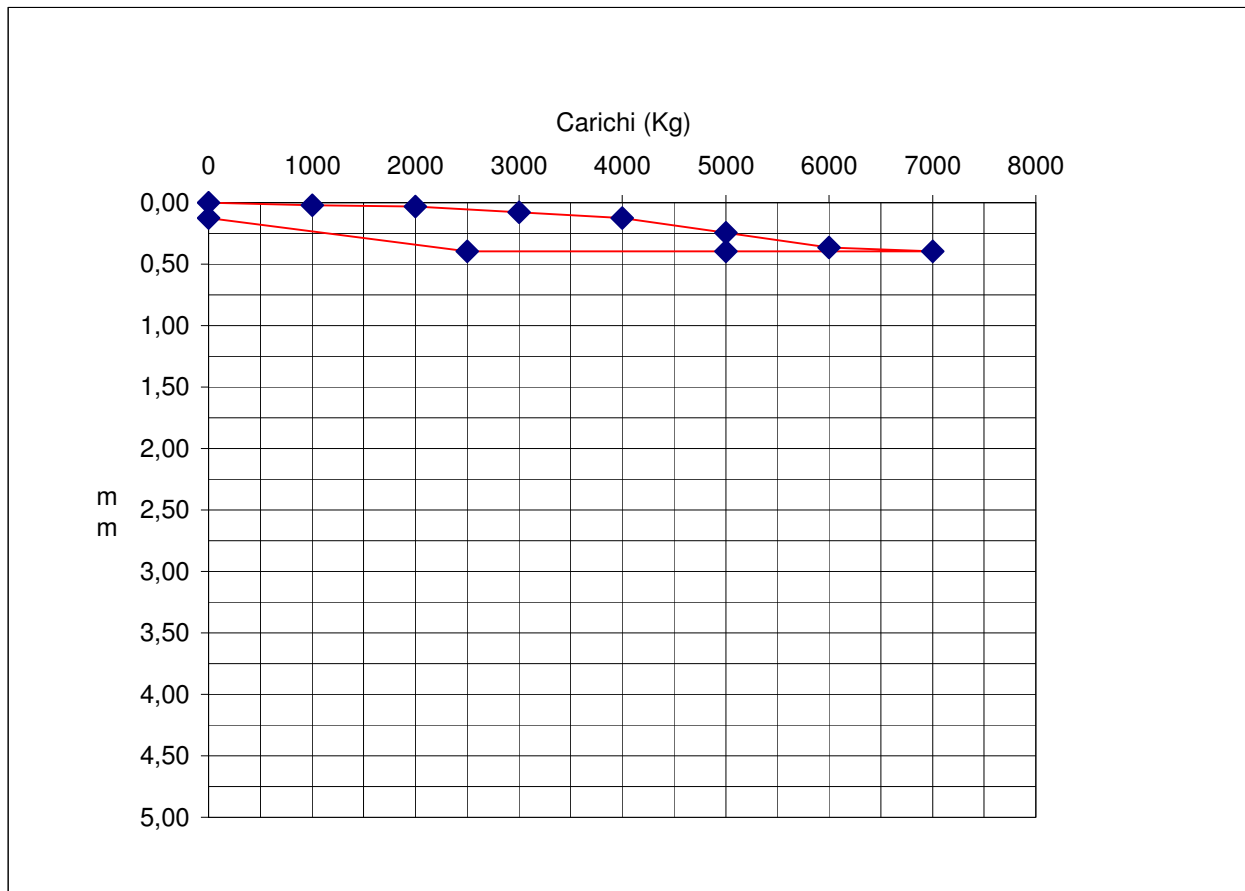


PROVA DI CARICO SU PIASTRA

N. Lavoro 740/73/07 Committente Marina Villa Igiea S.p.A.

Oggetto Colmata del porto di Marina Villa Igiea - Palermo.

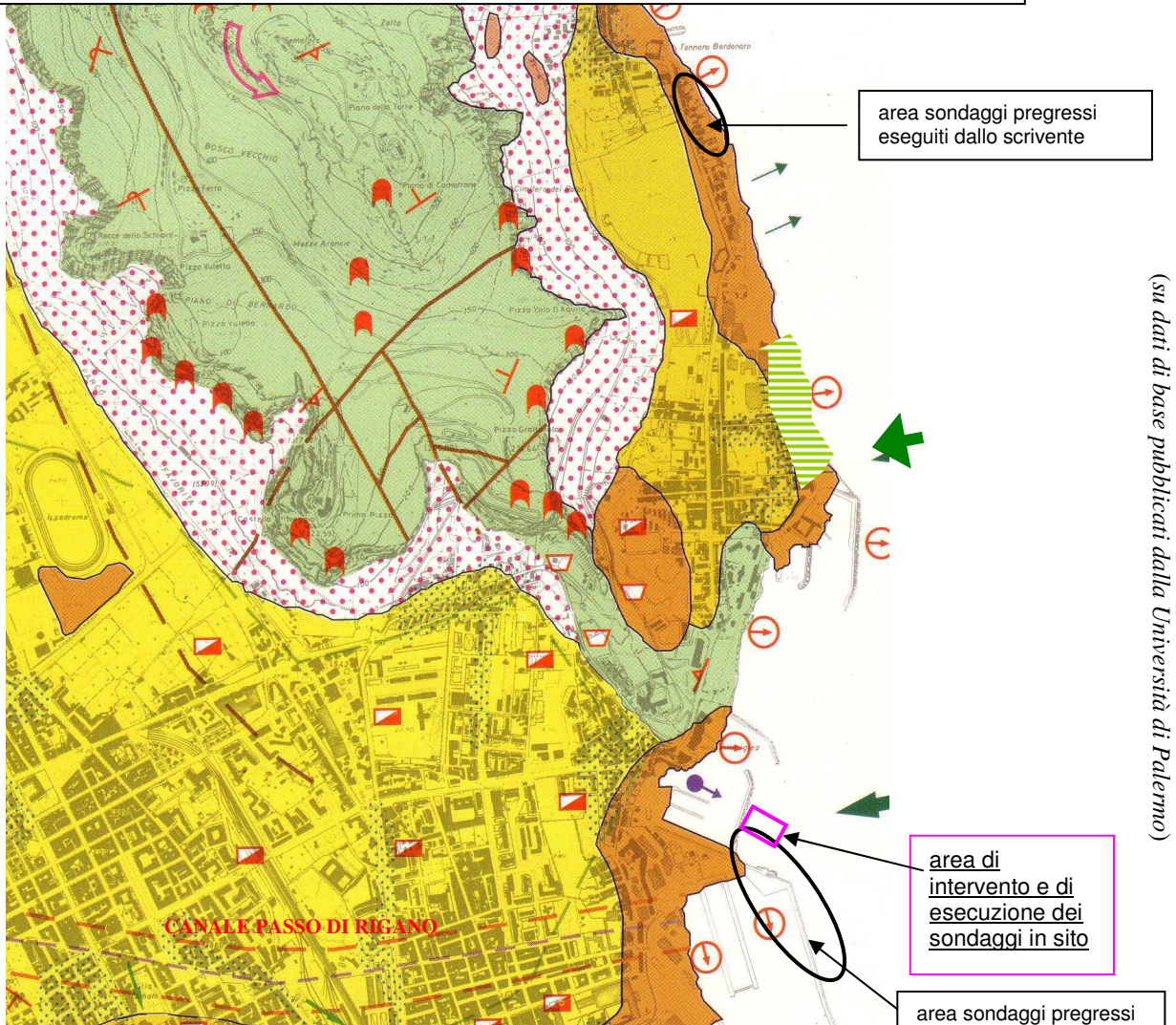
Ubicazione prov.: SP 12 - Pavimentazione Profondità di prova: 0,00 Data prova 09/11/2007














Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Giovanni Pagano

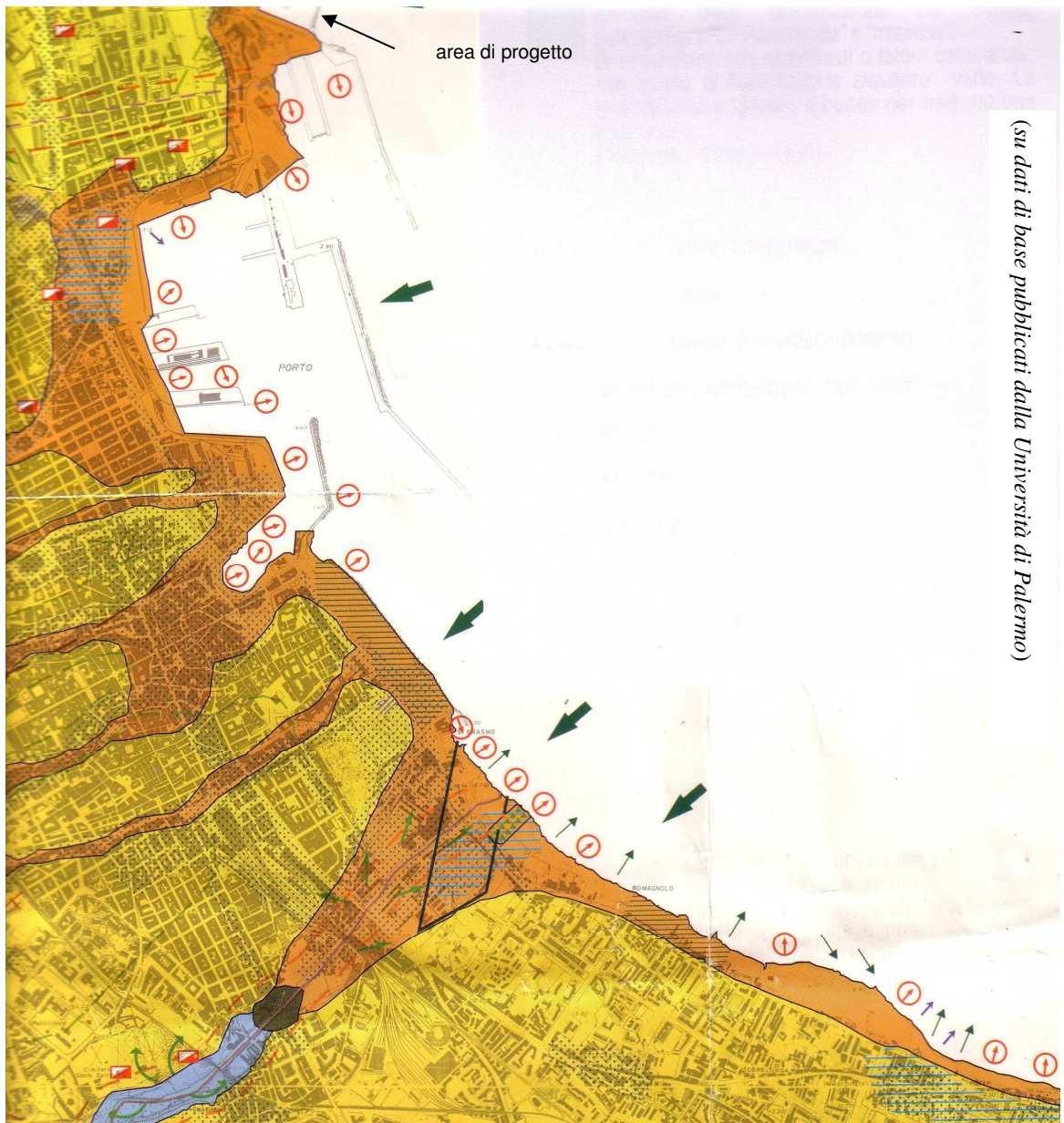
CARTA GEOLITOLOGICA - GEOMORFOLOGICA DELLA SUBUNITÀ
FISIOGRAFICA CONSIDERATA – TRATTO NORD: PORTO-VERGINE MARIA



(su dati di base pubblicati dalla Università di Palermo)

- cartografia e profili portuali risalenti agli anni '70
-  Detriti di falda
 -  Coperture recenti da riporti artificiali
 -  Biocalcareniti e biocalciruditi giallastre in banchi e strati a vario grado di cementazione, con livelli intercalati di sabbie e sabbie argillose, limi ed argille siltose - Spessore max 40 – 50
Gli affioramenti persistono lungo la fascia costiera ed i fondali, mentre lungo la costa emersa sono ricoperti con continuità da materiali di riporto -
 -  Calcari e calcari dolomitici di scogliera carbonatica mesozoica, da stratificati in banchi a massivi, tettonicamente pertinenti a varie Unità Stratigrafico Strutturali - Spessori variabili con le varie Unità, comunemente oltre 300 m
 -  Aree soggette a mareggiate
 -  Recapito di reflui urbani
 -  Sorgente ipotermale
 -  Direzione di massima ondazione
 -  Costa in avanzamento (discariche)
 -  Cave storiche
 -  Cavità carsiche

CARTA GEOLITOLOGICA - GEOMORFOLOGICA DELLA SUBUNITÀ
FISIOGRAFICA CONSIDERATA – TRATTO SUD: PORTO-FOCE ORETO

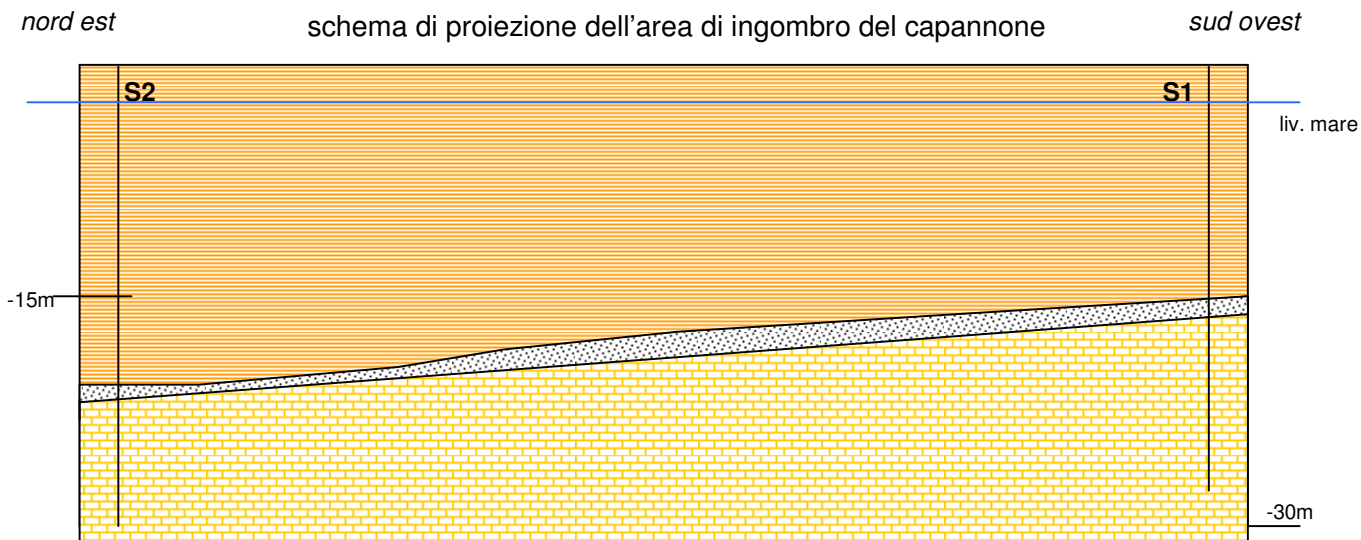


(su dati di base pubblicati dalla Università di Palermo)

PROGETTO CAPANNONE AREA DI COLMATA

SEZIONE LITOTECNICA SCHEMATICA

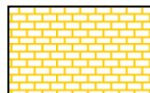
Marina di Villa Igia - Porto dell'Acquasanta - Palermo



Terreni di riporto: sabbia con ghiaia limo-argillosa, con livelli torbosi e residui di idrocarburi;
 $W_n = 14\% - \gamma = 19 \text{ KN/m}^3$
 $\phi=35^\circ; c'=0;$
 $E_d = 1 \cdot 10^4 \text{ KPa}$



Depositi di fondale: Sabbie monogranulari con residui algali, commisti o ricoperti da limi nerastri



Substrato - Calcareniti e sabbie poco cementate derivanti dalla rielaborazione in ambiente marino della sottostante formazione calcarea

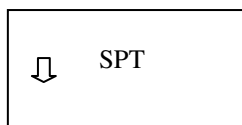
MARINA DI VILLA IGIEA S.P.A.**Porto turistico Acquasanta – Area di colmata**

SONDAGGI – 1 Ottobre 2007

COLONNA STRATIGRAFICADESCRIZIONECarotaggio %

Prof. in m dal l.m.m.

	2,5 2,9	c.i. -5	materiali di riporto	Sabbie limose di colore giallo ocracee e ghiaie entro m2,50; sono inoltre presenti livelli di terra bruna di origine vegetale con elementi detritici di origine antropica (frammenti di creta)	80
	9,5			Sabbie limose nerastre con ghiaie eterotipiche di vario spessore <i>apporti episodici di probabile origine fognaria data la posizione proximale del sondaggio al canale di prolungamento dello sbocco del Passo di Rigano</i> Sabbia grigio chiara con livelli di brecce calcaree	
	15,5	17,0 21	dep. di fondale	Limi nerastrati di origine detritico-organica	40
				Sabbia biancastra con brecce calcarenitiche costituite da clasti detritici di origine calcarea ben cementati nella matrice tufacea	
	f.f. 26,0		Formazione di base calcarenitica	Calcarenite da poco a ben cementata, fossilifera È presente qualche banco ben cementato molto poroso ad elementi delle dimensioni delle sabbie e delle ghiaie di origine detritica calcarea, fra -21,0 e -24 m	75



MARINA DI VILLA IGIEA S.P.A.**Porto turistico Acquasanta – Area di colmata**

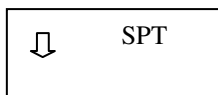
SONDAGGI – 2 Ottobre 2007

COLONNA STRATIGRAFICA

Prof. in m dal l.m.m.

DESCRIZIONECarotaggio %

	2,5	materiali di riporto	sabbie limose di colore giallo ocracee con isolati elementi brecciformi di calcestruzzo entro m 4,70 sono inoltre presenti in tutto lo spessore elementi ghiaiosi di natura calcarea	70
	c.i. 12,5			
	19		Terreno vegetale rosso – bruno	
	20	depositi di fondale	Sabbia monogranulare colore grigio scuro con residui di alghe	
	23,5		Sabbia da grigio chiara a biancastra, fossilifera derivante dalla frantumazione di una roccia poco cementata e friabile; sono presenti segmenti decimetrici carotati di calcarenite poco cementata e livelli maggiormente cementati ad elementi grossolani ghiaiosi	80
	f.f. 30,0	Formazione di base calcarenitica	Trattasi di calcarenite detritico – organogena con cementazione medio - bassa	





Postazione -Sondaggio S02



Sondaggio S02 – Cassetta 2









Postazione -Sondaggio P01



Sondaggio P01 – Cassetta 1

