

# CITTA' DI GALLIPOLI

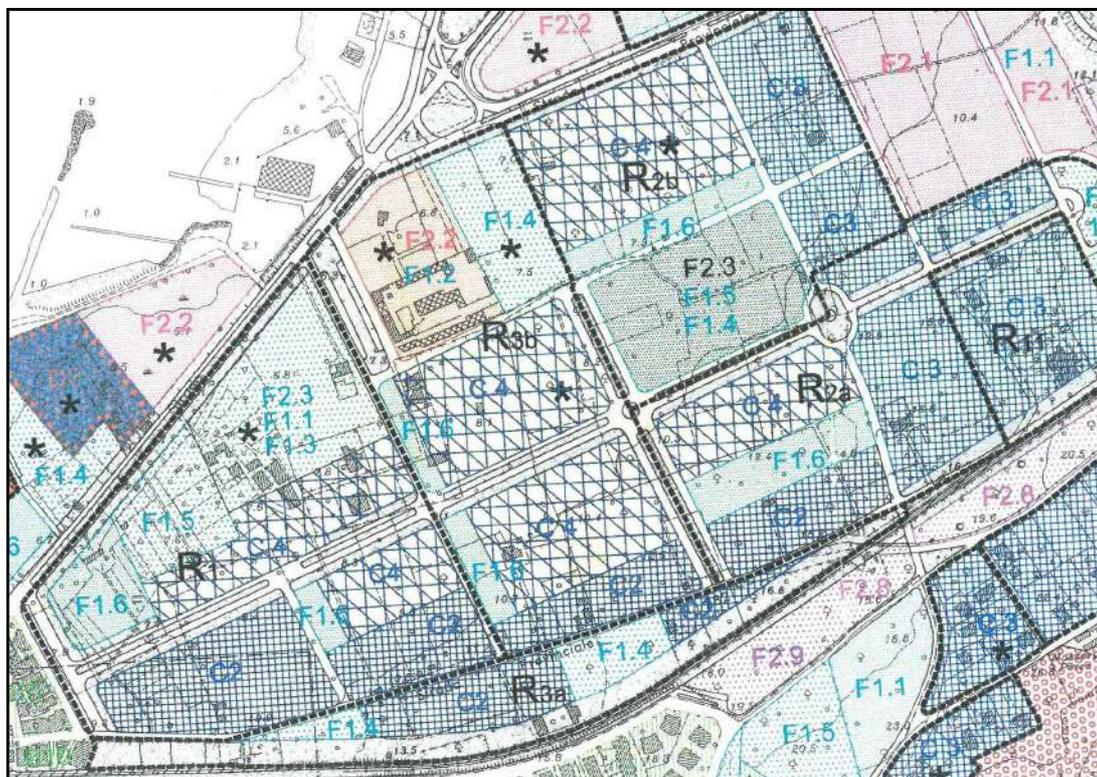
Provincia di Lecce



## PIANO DI LOTTIZZAZIONE CONVENZIONATO - "GIARDINI"

LL.RR n°56/80 e 20/2001

Comparto R1



Il presidente del Consiglio di Amministrazione: Ing. Giuseppe GUIDO

ALLEGATO	STUDIO GEO-IDRO-MORFOLOGICO E TECNICO VERIFICA DI COMPATIBILITA' CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE	SCALA: 1 : 1.000/100
N		DATA: AGGIORNAMENTO GIUGNO 2022

Tecnici incaricati: arch. Vincenzo MARIELLO

arch. Raffaele GUIDO

Collaboratori: ing. Valentina NICOLARDI

arch. Simonetta GUIDO

# COMUNE DI GALLIPOLI

(PROVINCIA DI LECCE)

---

PROGETTISTI: ARCH. VINCENZO MARIELLO  
ARCH. RAFFAELE GUIDO

*Piano di Lottizzazione Convenzionato*

*“Giardini” - Comparto R1 -*

STUDIO GEO-IDRO-MORFOLOGICO E TECNICO E  
VERIFICA DI COMPATIBILITA' CON GLI  
STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

---

Ruffano, aprile 2017

IL TECNICO  
Geol. Marcello DE DONATIS

## INDICE

PREMESSA.....	2
INDIVIDUAZIONE DEL SITO .....	4
CARATTERI GEOLOGICI.....	5
<i>Calcari di Altamura</i> .....	6
<i>Calcareniti di Gravina</i> .....	7
<i>Argille grigio-azzurre, limi e sabbie</i> .....	9
<i>Calcareniti “Carparo”</i> .....	10
<i>Dune Oloceniche</i> .....	12
<i>Depositi alluvionali</i> .....	13
CARATTERI IDROGEOLOGICI ED IDROLOGICI .....	14
Falda superficiale.....	14
Falda profonda .....	15
CARTA IDROGEOLOGICA DELLA REGIONE PUGLIA.....	20
COMPATIBILITÀ CON IL PAI .....	22
COMPATIBILITÀ CON IL PPTR .....	23
COMPATIBILITÀ CON IL PTCP .....	27
COMPATIBILITÀ CON IL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE .....	28
INDAGINE GEOGNOSTICA .....	29
<i>Prova penetrometrica dinamica continua (DPSH)</i> .....	29
<i>Sismica con metodologia ReMi (Refraction Microtremor)</i> .....	32
CONCLUSIONI .....	41

## **PREMESSA**

Su incarico dei progettisti Arch. Vincenzo Mariello e Arch. Raffaele Guido, nel mese di aprile 2017, il sottoscritto ha eseguito uno studio geo-idro-morfologico di superficie, finalizzato alla verifica della compatibilità del Piano di Lottizzazione Convenzionata del vigente P.R.G.C. "Comparto R1", nel Comune di Gallipoli, con gli strumenti di pianificazione territoriale, quali la Carta Idrogeomorfologica, il PAI, il PPTR di recente approvazione, Piano Tutela delle Acque ed il PTCP, e delle indagini geognostiche preliminari al fine di caratterizzare l'area da un punto di vista sismico e di fornire dei parametri geotecnici, in via preliminare, utili ai fini del calcolo della capacità portante.

In fase di edificazione, come richiesto dal D.M. 14.01.2008, saranno poi eseguite delle indagini puntuali.

Ciò che in primo luogo si analizza in questo studio sono le relazioni tra l'area interessata dalla lottizzazione e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale e settoriale esistenti, seguono delle indagini geognostiche finalizzate alla caratterizzazione meccanica del terreno ed all'individuazione della categoria sismica del suolo di fondazione.

Per verificare la compatibilità tra il progetto e gli strumenti di pianificazione territoriale, dopo aver eseguito un rilievo geo-morfologico di dettaglio per la verifica di emergenze morfologiche, di particolare interesse paesaggistico, sono state consultate le seguenti cartografie:

- Carta Idrogeomorfologica redatta dall'AdB Puglia su commissione della Regione;

- Piano di Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino della Puglia;
- Piano Territoriale Paesaggistico Territoriale;
- Piano di Tutela delle Acque;
- Piano di Coordinamento Territoriale Provinciale.

Lo studio è stato poi corredato da indagini in situ consistite in sei prove penetrometriche dinamiche continue ed una indagine sismica passiva con metodologia Re.Mi.

## INDIVIDUAZIONE DEL SITO

L'area indagata è ubicata alla periferia nord dell'abitato di Gallipoli, ricade nel Piano di lottizzazione convenzionato “Giardini” - Comparto R1.

La quota topografica è di circa 5.0-9.0 metri s.l.m.

L'area di indagine è individuata dalle seguenti coordinate geografiche:

- Latitudine : 40° 03' 48'' N
- Longitudine : 18° 00' 01'' E



*Area di indagine, immagine da Google Earth ®*

## **CARATTERI GEOLOGICI**

L'area in parola è riportata nel foglio 214 di Gallipoli della Carta Geologica d'Italia.

La morfologia dell'area degrada verso nord ed è posizionata su un ripiano morfologico, sviluppatosi durante il Miocene, dove si è depositata la sequenza completa dei depositi quaternari, costituita da Calcareniti, Argille e Sabbie.

Su questi sedimenti poggiano in trasgressione i depositi clastici sabbiosi e calcarenitici di età Pleistocenica.

I primi termini (calcarenitici, argille e sabbie) ben si correlano ai depositi della serie della fossa bradanica, mentre i secondi si correlano ai depositi marini terrazzati dell'entroterra del Golfo di Taranto.

I depositi quaternari, che presentano in genere una giacitura suborizzontale, sono stati soggetti a fenomeni di deposizione e modellamento marino conseguenti al sollevamento regionale avvenuto in tempi diversi e con intensità differente da luogo a luogo. Tale sollevamento è comprovato dalla presenza di sedimenti riferiti al Tirreniano posti a diverse quote lungo la costa.

Nell'entroterra dell'area di Gallipoli si rinvengono più ordini di cordoni dunari, sia antichi che recenti, che testimoniano il progressivo ritiro del mare e quindi corrispondenti ad antiche linee di costa.

L'area interessata dalle indagini è caratterizzata da un alto morfologico, allungato in direzione E-O che degrada con delle scarpate più o meno brusche sia sul versante settentrionale che su quello meridionale. Tali

scarpate sono, di origine marina, seguono alla loro base il limite litologico delle stesse calcareniti.

La successione stratigrafica dell'area di studio, comprende dal basso verso l'alto i seguenti termini:

- Calcari di Altamura (Cretaceo);
- Calcareniti di Gravina (Pleistocene inf.);
- Argille grigio-azzurre, limi e sabbie (Pleistocene medio);
- Calcareniti "Carpari" (Pleistocene sup.);
- Dune (Olocene);
- Depositi Alluvionali (Olocene).

#### ***Calcari di Altamura (Cenomaniano-Turoniano)***

Questa formazione non affiora nell'area in esame ma è presente in profondità e costituisce il basamento della Penisola Salentina; si presenta con stratificazione variabile, ad andamento ondulato con strati di circa 20-30 cm di spessore che, a luoghi diminuisce sino alla caratteristica struttura a "tavolette", con laminazioni ritmiche.

I Calcari di Altamura sono interessati da fratturazione subverticale, con diaclasi e leptoclasie che, avendo un andamento normale ai piani di strato talvolta rendono la roccia brecciata e scomponibile in solidi di forma geometrica.

Presenti, inoltre, strutture fisico-meccaniche secondarie dovute all'azione del carsismo, con fratture e saccazioni riempite di materiale residuale.

Litologicamente si tratta di calcari e calcari dolomitici di colore avana o nocciola, compatti e tenaci, in strati e banchi, talora riccamente fossiliferi, cui si alternano livelli dolomitici di colore grigio o nocciola.

L'origine è biochimica per i calcari e secondaria per le dolomie.

La stratificazione è sempre evidente con strati di spessore variabile da 20 a 50 cm, talora si rinvencono banchi fino a 1.5 metri, l'immersione è verso OSO con pendenze comprese fra  $6 \div 13^\circ$ . Alcune piccole variazioni di immersione danno luogo a deboli ondulazioni, mentre la fratturazione, localmente anche intensa, dà origine ad una rete di fessure che conferisce alla formazione suddetta una generale permeabilità in grande.

In base ai dati forniti dall'AGIP, in seguito alla perforazione petrolifera vicino Ugento, lo spessore massimo si aggira intorno ai 640 metri. Alla base di tale formazione si rinvencono le “Dolomie di Galatina”. Il passaggio fra le due formazioni avviene con molta gradualità, infatti con l'aumentare della profondità tende ad aumentare la percentuale di dolomia, fino a diventare prevalente nelle Dolomie di Galatina.

Per quanto riguarda il loro ambiente deposizionale, esso è di mare poco profondo più esattamente di piattaforma. Inoltre, dato che presenta spessori abbastanza potenti, appare chiaro che l'ambiente di sedimentazione ha potuto mantenersi pressoché immutato per effetto di una costante subsidenza.

### ***Calcareniti di Gravina (Pleistocene inf.)***

Questo litotipo non affiora nell'area di studio ma si rinviene in profondità.

Si adagia in trasgressione sui calcari del Cretaceo e costituisce un deposito con graduali passaggi in differenti varietà di tipico ambiente marino.

In questa unità vengono riuniti tutti i sedimenti noti con il termine generico di "Tufi".

Questa formazione presenta caratteristiche litologiche, sedimentologiche e stratigrafiche simili alle Calcareniti di Gravina (Ba), dalle quali prendono anche il nome.

Litologicamente si tratta di una calcarenite più o meno compatta, grigio-chiara, cui si associano sabbioni calcarei talora parzialmente cementati, eccezionalmente argillosi. Verso la base dell'unità si rinvengono alle volte delle breccie e conglomerati con estensione e potenza molto variabile.

Il contenuto del carbonato di calcio è in genere elevato, ed oscilla tra il 97-98%.

Per quanto riguarda la stratificazione è spesso indistinta e quando essa appare si hanno strati poco potenti da qualche centimetro ad oltre un metro.

Il passaggio di essa con le formazioni sottostanti avviene per trasgressione, lo testimoniano le breccie e i conglomerati che troviamo alla base di essa. Al tetto della formazione si rinvengono le argille grigio-azzurre.

La stratificazione è in genere incrociata, in accordo con il suo ambiente deposizionale.

### ***Argille grigio-azzurre, limi e sabbie (Pleistocene medio)***

Le argille in questione si rinvencono alla profondità di 24.0 metri e sono correlabili sia dal punto di vista litologico che stratigrafico, alle argille subappennine plio-pleistoceniche o argille grigio-azzurre Calabriane, rinvenibili in diverse zone della Puglia, dal Tavoliere alla fascia premurgiana della Fossa, alle Murge e al Salento.

Sostanzialmente i caratteri di tali argille sono largamente confrontabili lungo tutte le aree di affioramento.

Stratigraficamente, si pongono nella parte mediana del Ciclo sedimentario Plio-pleistocenico.

Esse poggiano, in continuità di sedimentazione sulle calcareniti plio-pleistoceniche (Calcareniti di Gravina).

Superiormente passano gradualmente, in linea generale, a depositi sabbiosi o calcarenitici calabriani, costituenti i termini di chiusura di detto Ciclo.

Nell'area indagata, i rilievi effettuati hanno messo in evidenza che il deposito, poggiante sulle calcareniti di Gravina, è costituito da argille marnose più o meno siltose, di colore grigio-azzurro e giallo-grigiastro, quest'ultimo dovuto sia ad un aumento della frazione sabbiosa che a fenomeni di ossidazione da parte degli agenti atmosferici.

Il passaggio alle successive formazioni risulta generalmente di carattere trasgressivo, rispetto ai depositi post-calabriani calcarenitici.

Dal punto di vista paleontologico le Argille grigio-azzurre mostrano un contenuto macro e microfaunistico abbastanza ricco e significativo.

Tra la microfauna, costituita in generale da lamellibranche e gasteropodi, si rinvencono: isocardia, chlamys septemradiata, arctica islandica, Dentalium novemcostatum, ecc.

La microfauna è rappresentata per la maggior parte da foraminiferi e briozoi. Tra i foraminiferi quelli più significativi risultano gli esemplari di Hyalinaea.

La presenza di quest'ultimi e, tra i macrofossili, di Arctica islandica indica l'età calabriana della formazione.

Lo spessore massimo affiorante delle Argille è di circa 70 metri. In linea generale si può affermare che lo spessore va incrementandosi da E verso W a causa del ribassamento progressivo del substrato calcareo mesozoico.

### ***Calcareniti "Carparo" post-calabriano***

Queste calcareniti fanno parte della chiusura del Ciclo sedimentario plio-pleistocenico, durante il quale si sono succeduti episodi del fenomeno ingressivo-regressivo di limitata ampiezza spaziale e temporale.

Queste calcareniti rappresentano il terreno fondale dell'area tuttavia risultano mascherate da una copertura di depositi alluvionali, la terra rossa.

Tali episodi hanno portato alla formazione di diversi depositi terrazzati, prevalentemente calcarenitici, che dalle fasce costiere ioniche si protraggono all'interno della Penisola.

Questi depositi, generalmente aventi spessori contenuti, risultano trasgressivi su tutti i terreni precedenti sia del Ciclo plio-pleistocenico sia mesozoici.

A luoghi si rinvengono rapporti trasgressivi anche tra lembi di depositi post-calabriani successivi.

I primi depositi post-calabriani che si rinvengono sull'area investigata sono costituiti da calcareniti grossolane localmente denominate "Carpari".

Tali Carpari poggiano trasgressivamente sia sulle sabbie calabriane che sulle argille grigio-azzurre; talora tramite un sottile livello di Terra Rossa.

Essi affiorano estesamente nell'area rilevata ed interessano specificatamente il sito.

Si tratta di calcareniti di colore giallastro o avana giallognolo, a grana medio-grossolana, di norma dure discretamente cementate e porose.

Si presentano in bancate compatte di potenza fino a 2 metri alternate a notevoli spessori di calcareniti scarsamente diagenizzate in sottili livelli centimetrici.

Nell'insieme si nota una clinostratificazione con immersione W-SW compresa tra 5° e 20°, e talora una stratificazione incrociata.

Dal punto di vista petrografico le calcareniti in questione sono classificabili come biospariti a tessitura grainstone.

Dal punto di vista paleontologico i carpari non hanno un contenuto significativo. Sono infatti presenti, tra i macrofossili, *Mitilus galloprovincialis* (Linnè) e *pecten*. La microfauna è scarsa e non ben determinabile.

In base quindi a considerazioni stratigrafiche si attribuisce, come accennato, ad un generico post-calabriano.

### ***Dune Oloceniche***

Questa formazione affiora in una piccola porzione a sudest dell'area interessata dal progetto.

Sono dei depositi continentali costituiti da sedimenti generalmente calcarenitici, ben cementati di origine eolica.

Si tratta di lembi di cordoni dunari più o meno antichi, correlabili ad antiche linee di costa e quindi ad altrettante fasi regressive marine.

Sono costituite da calcareniti biancastre e giallastre ben cementate, i cui granuli sono prevalentemente di natura carbonatica e risultano, dal punto di vista granulometrico, mediocrementemente classati per la presenza di aggregati granulari molto cementati.

La struttura di tali depositi è generalmente a laminazione incrociata e/o parallele.

Frequentemente alla base delle dune si rinvengono sottili livelli di terre rosse o paleosuoli, talora anche intercalati nel deposito stesso, e testimoniando il rapporto trasgressivo con le formazioni sottostanti nonché interruzioni nella sedimentazione stessa.

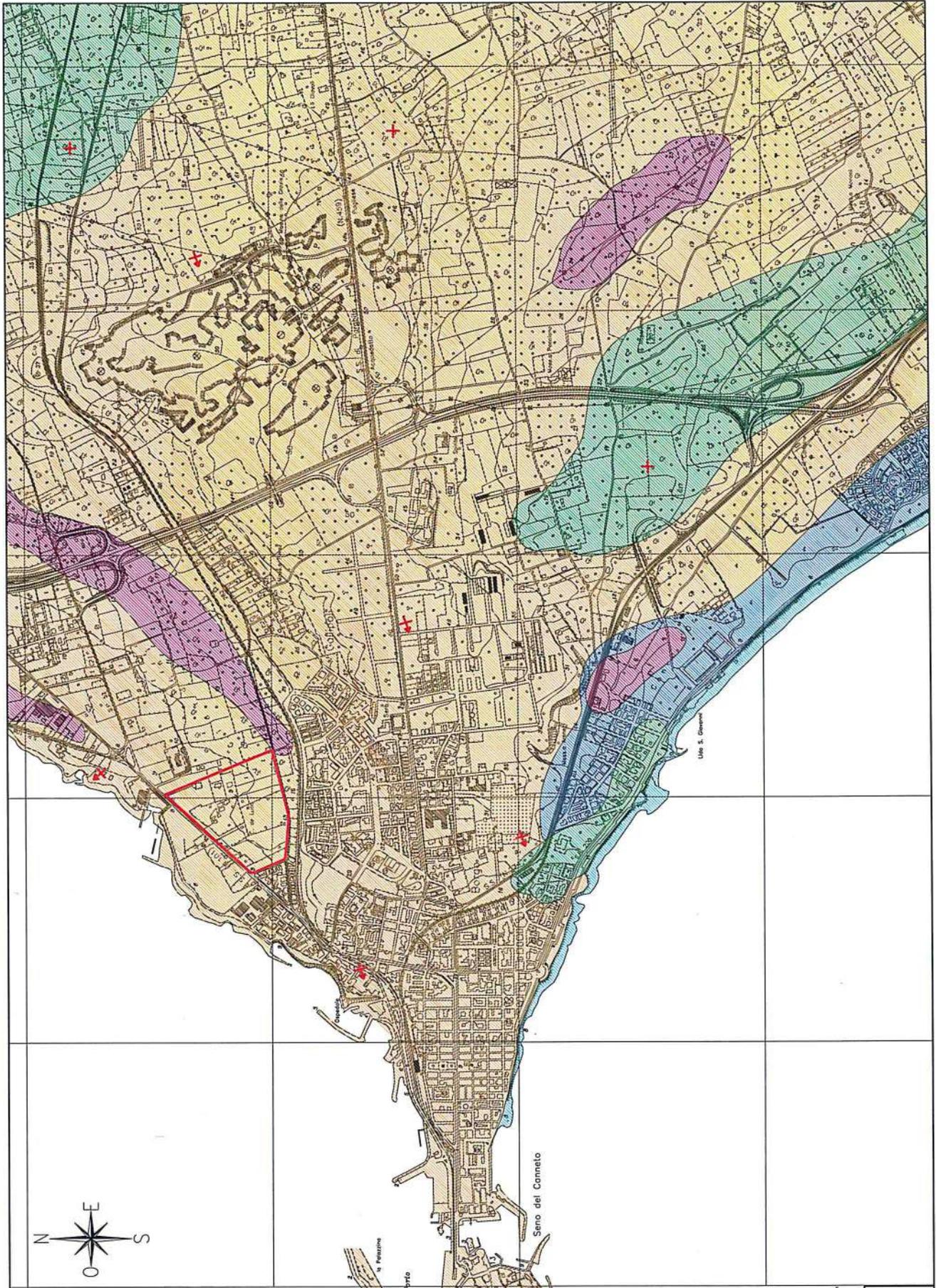
Il contenuto paleontologico dei depositi eolici è normalmente molto scarso, tranne per alcuni esemplari di polmonati rinvenibili nelle dune più recenti.

L'età di tali depositi è genericamente attribuibile ad un Pleistocene superiore – Olocene, andando da quelle poste a quote più elevate sino a quelle poste più in basso lungo la costa.

### ***Depositi alluvionali***

Affiorano nell'area di indagine, sono presenti in lembi più o meno estesi ma sempre poco potenti. Sono costituite da ripetute intercalazioni di sabbie prevalentemente calcaree, sabbie argillose e limi con tinta variabile attorno ai toni grigi e sono piuttosto recenti (dell'Olocene).

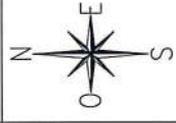
Rappresentano il riempimento di depressioni costiere. la potenza non è rilevabile direttamente, ma non dovrebbe tuttavia superare i pochi metri.



**LEGENDA**

- DEPOSITI ALLUVIONALI**  
Sabbie talora leggermente siltose ed argillose di colore grigiastro a grana media. (Olocene)
- SABBIE**  
Sabbie grigio-giallastre: dune costiere attuali e recenti. (Olocene)
- DUNE**  
Sabbie grigio-giallastre a grana media e ad elementi calcarei arrotondati formati spesso da frammenti di molluschi. (Olocene)
- CARPARO**  
Calcarenti di colore giallastro o avano giallognolo a grana medio grossolana di norma massicce discretamente cementate e porose (Tirreniano)
- FORMAZIONE DI GALLIPOLI**  
Formazione costituita essenzialmente da sabbie variantemente cementate con intercalati banchi di carparo e passanti in profondità ad argille. (Pleistocene medio-superiore)

- Strati orizzontali**
- Strati con pendenza inferiore a 10°**
- Area indagata**



**GEOLOGICA**

## CARATTERI IDROGEOLOGICI ED IDROLOGICI

Il territorio oggetto di indagine è caratterizzato da un'idrografia superficiale assai poco sviluppata a causa della natura prevalentemente calcarenitica dei terreni.

I deflussi superficiali si sviluppano lungo solchi erosivi e canalette irrigue presenti solo in periodi particolarmente piovosi, caratterizzati da precipitazioni abbondanti, e laddove c'è un minimo di copertura vegetale.

La natura morfologica dell'area impone uno scorrimento preferenziale delle acque meteoriche, qualora esse non fossero assorbite, che è verso ovest, verso la costa.

Per quanto attiene l'idrogeologia i dati raccolti durante i sopralluoghi e le conoscenze di carattere idrogeologico acquisite nel corso di indagini effettuate in aree vicine, hanno consentito di definire i caratteri di permeabilità delle diverse unità idrogeologiche ed il ruolo da esse svolto nella circolazione idrica sotterranea.

Nell'ambito delle acque sotterranee dell'area in esame è stata individuata una falda profonda contenuta nei calcari-dolomitici del Cretaceo, ed una falda superficiale, contenuta nei terreni permeabili e precisamente nelle sabbie post-calabriane.

### ***Falda superficiale***

La falda superficiale, contenuta nei depositi post-calabriani è sostenuta alla base dalle argille calabriane; essa è presente ad una profondità di circa 6.5 metri ed ha caratteri idrogeologici piuttosto semplici e costanti nelle linee generali.

La morfologia della superficie piezometrica, ricavabile dall'andamento delle curve isopieze, permette di definire tale falda superficiale, come una falda radiale a filetti divergenti, con direzioni verso ovest.

Ciò è deducibile dall'andamento delle curve isopieze che, pur essendo sinuose e con curvatura più o meno accentuata, presentano in generale una concavità rivolta verso monte.

Le quote delle isopieze aumentano da ovest verso est.

Inoltre, dal confronto della carta piezometrica con quella topografica si può notare come le isopieze ricalcano in generale la configurazione dell'area.

### ***Falda profonda***

Si tratta di un acquifero profondo sostenuto alla base dalle acque marine di intrusione continentale ed è delimitato al tetto da una superficie irregolare coincidente con il livello marino.

I carichi idraulici risultano bassi (1.0 metri s.l.m.) con valori più alti nell'entroterra del territorio, modeste risultano anche le cadenti piezometriche (intorno a 0.5‰).

Le isopieze (curve di uguale altezza piezometrica) mostrano un andamento all'incirca parallelo alla costa e individuano una direzione del deflusso delle acque sotterranee prevalentemente verso nord e nordovest, ossia in direzione del mare che rappresenta anche il livello di base della falda. A parte situazioni locali di anisotropia legate alle difformi condizioni di fratturazione dell'ammasso calcarenitico, l'acquifero presenta nel suo insieme una permeabilità mediamente alta come dimostrano i bassi valori dei carichi idraulici e della cadente piezometrica.

La portata specifica è data dal rapporto tra Q (portata del pozzo) e  $\Delta H$  (depressione dinamica corrispondente) e rappresenta la quantità di acqua dolce che può essere estratta per ogni metro di depressione. Le portate specifiche, desunte dalle prove di portata eseguite nei pozzi di alcuni privati, hanno fatto registrare valori bassi (l/sec\*m), con un elevato contenuto di sali.

Lo spessore dell'acquifero dipende dal carico idraulico e dalla densità delle acque di falda e di quelle del mare, sulle quali le prime galleggiano per minore densità. L'equilibrio tra le acque di falda e le acque di mare, trascurando il deflusso delle stesse, è dato dalla legge di Ghyben-Herzberg:

$$H_i(\rho_m - \rho_f) = H_p \rho_f$$

dove:

$H_i$  = *profondità dell'interfaccia acqua dolce-acqua salata dal livello del mare;*

$\rho_m$  = *densità dell'acqua di mare (1.028);*

$\rho_f$  = *densità dell'acqua dolce di falda (1.0028);*

$H_p$  = *altezza del livello di falda sul livello del mare.*

si ha quindi che:

$$H_i \cong 40 H_p.$$

Ne consegue che nell'area in esame il passaggio dalle acque di falda a quelle marine (interfaccia) avviene intorno a 25-30 metri sotto l'orizzonte marino.

In realtà l'interfaccia è costituita da una vera e propria zona di transizione (o diffusione) in cui i tenori di salinità aumentano rapidamente

da 5 a 38 g/l in un intervallo rappresentato da circa 1/5 dell'intero spessore dell'acquifero. I primi 4/5 dell'acquifero sono anch'essi caratterizzati da una stratificazione salina delle acque, in cui quelle poste sino ad una profondità pari ad  $H_p * 26$  sotto il livello del mare presentano in genere una concentrazione salina compresa tra 0.5 e 3.0 g/l. Spessori di acqua dolce di falda e di acqua marina di intrusione continentale sono stati riscontrati in tutti i sondaggi elettrici verticali eseguiti (vedi allegati).

L'equilibrio idrostatico fra acqua dolce di falda/acqua di mare sopra menzionato viene **continuamente alterato da un eccessivo emungimento e pertanto eventuali pozzi che si andrebbero a realizzare dovrebbero essere opportunamente dimensionati attraverso delle prove di portata con la misurazione in continuo della salinità.**

Infatti, considerato il delicato equilibrio acqua dolce/acqua salata, un sovrasfruttamento di tali pozzi provocherebbe forti depressioni della superficie piezometrica e quindi una risalita verso l'alto dell'interfaccia, con conseguente contaminazione delle acque dolci di falda; d'altra parte i pozzi emungenti realizzati non a regola d'arte e senza una precisa conoscenza del quadro idrogeologico dell'area, possono portare ad un dimensionamento errato sia per ciò che riguarda le profondità da raggiungere che per le portate da prelevare.

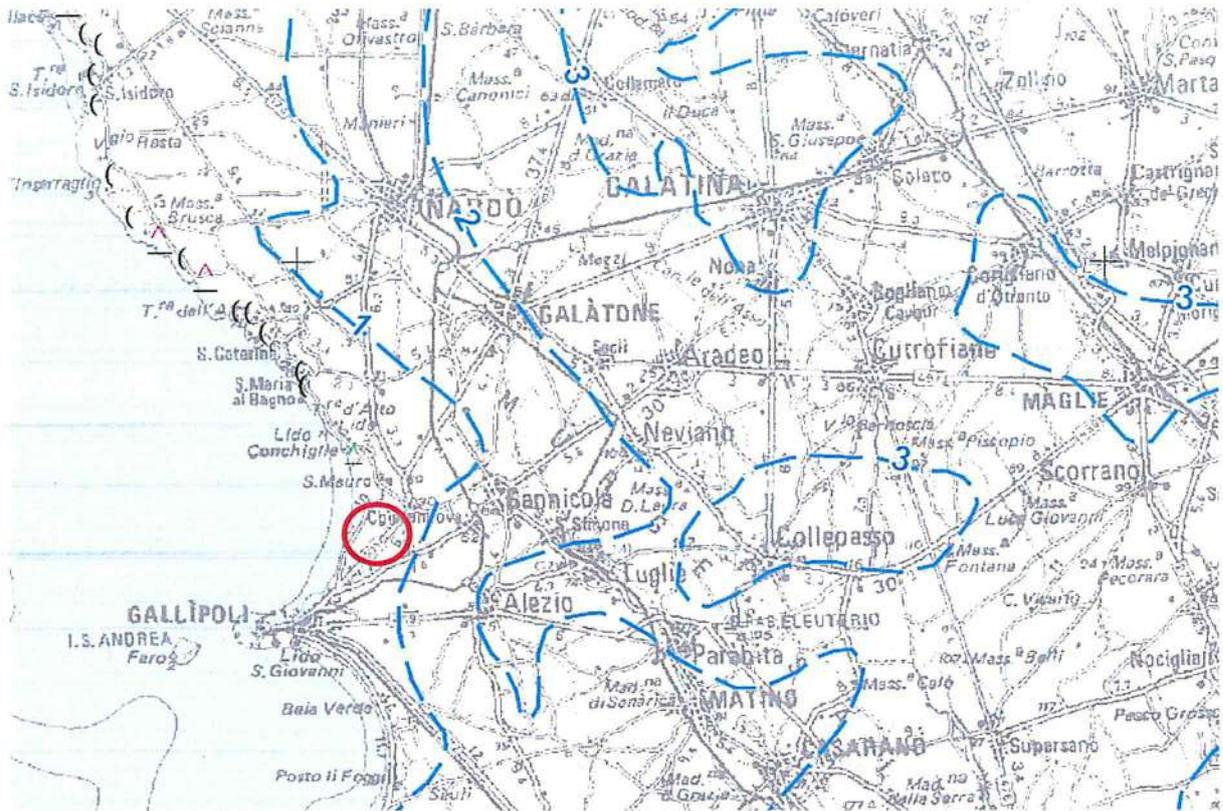
La velocità di filtrazione delle acque di falda, estremamente variabile (2-10 cm/giorno), è legata al diverso grado di fratturazione e carsificazione dell'acquifero; inoltre essa aumenta con la profondità, raggiungendo i valori massimi al tetto della zona di transizione.

Da quanto sopra si evince come la falda di base presenti delle potenzialità notevoli in termini di utilizzo, ma al tempo stesso anche

problemi derivanti dal delicato equilibrio acqua dolce/acqua salata messo in serio pericolo da uno sfruttamento massiccio e indiscriminato della risorsa. Solo un'attenta ed oculata opera di monitoraggio ed un uso razionale dei prelievi, compatibili con quelle che sono le potenzialità dell'acquifero e le aliquote di ravvenamento, possono salvaguardare il nostro patrimonio idrico sotterraneo dal continuo depauperamento e dalla progressiva contaminazione salina.

Dalle misurazioni freaticometriche e salinometriche è risultato che il territorio in esame presenta un gradiente idraulico variabile da 0.1-0.2 m, mentre i valori di salinità sono risultati estremamente elevati.

Per quanto riguarda le oscillazioni della superficie piezometrica, queste sono da porsi in relazione con gli apporti meteorici, con la pressione atmosferica, con le variazioni periodiche e aperiodiche del livello del mare e con gli emungimenti che, se intensi o indiscriminati, portano al depauperamento della falda e a profonde anomalie nel contenuto salino delle acque, con danni irreversibili all'acquifero dolce.



Piano di tutela delle acque – Regione Puglia  
Tav.6.2 "Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento"

## **CARTA IDROGEOMORFOLOGICA DELLA REGIONE PUGLIA**

La Giunta Regionale della Puglia, con delibera n. 1792 del 2007, ha affidato all'Autorità di Bacino della Puglia il compito di redigere una nuova Carta Idrogeomorfologica del territorio pugliese, quale parte integrante del quadro conoscitivo del nuovo Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR), adeguato al Decreto Legislativo 42/2004. La nuova Carta Idrogeomorfologica della Puglia, in scala 1:25.000, ha come principale obiettivo quello di costituire un quadro di conoscenze, coerente e aggiornato, dei diversi elementi fisici che concorrono all'attuale configurazione del rilievo terrestre, con particolare riferimento a quelli relativi agli assetti morfologici ed idrografici dello stesso territorio, delineandone i caratteri morfografici e morfometrici ed interpretandone l'origine in funzione dei processi geomorfici, naturali o indotti dall'uomo.

La Carta Idrogeomorfologica intende costituire anche il punto di partenza per gli opportuni approfondimenti di dettaglio di carattere sia scientifico che applicativo ed è giustificata anche dalla specifica vulnerabilità geoambientale posseduta dal territorio pugliese.

La redazione della Carta Idrogeomorfologica della Puglia ha seguito un percorso strettamente definito e cadenzato che ha previsto un approfondimento continuo e costante del quadro conoscitivo fisico del territorio, sulla base anche della nuova cartografia tecnica e delle immagini disponibili e di conseguenti elaborazioni e valutazioni.

Come si può osservare dallo stralcio della Carta Idrogeomorfologica allegato, nell'area oggetto di studio non è censito alcun orlo di terrazzo morfologico o emergenza morfologica o idrogeologica.

# CARTA GEOMORFOLOGICA



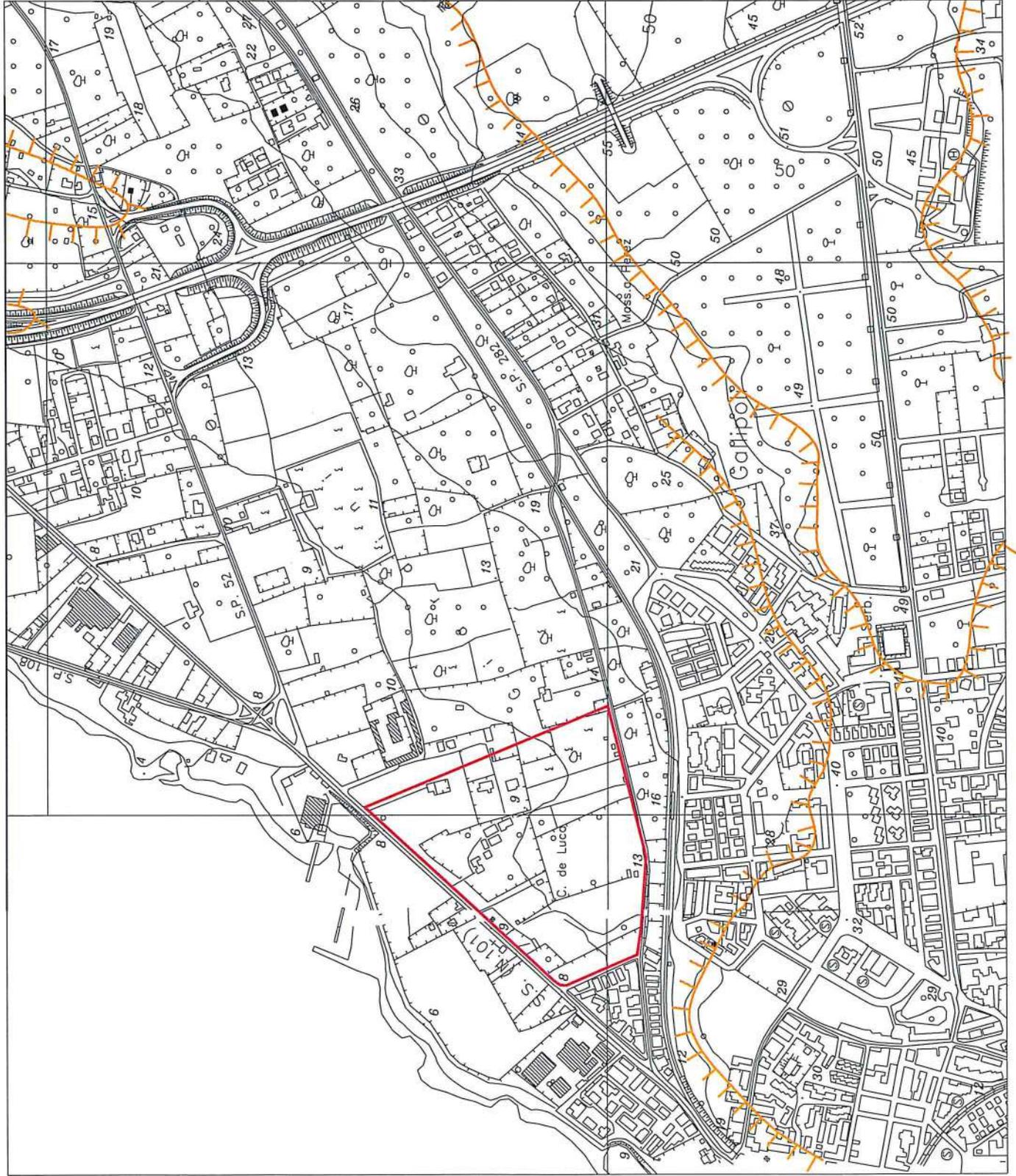
## LEGENDA



Gradino morfologico con pendenza  
nel verso dei trattini



Area indagata



Scala 1:10000

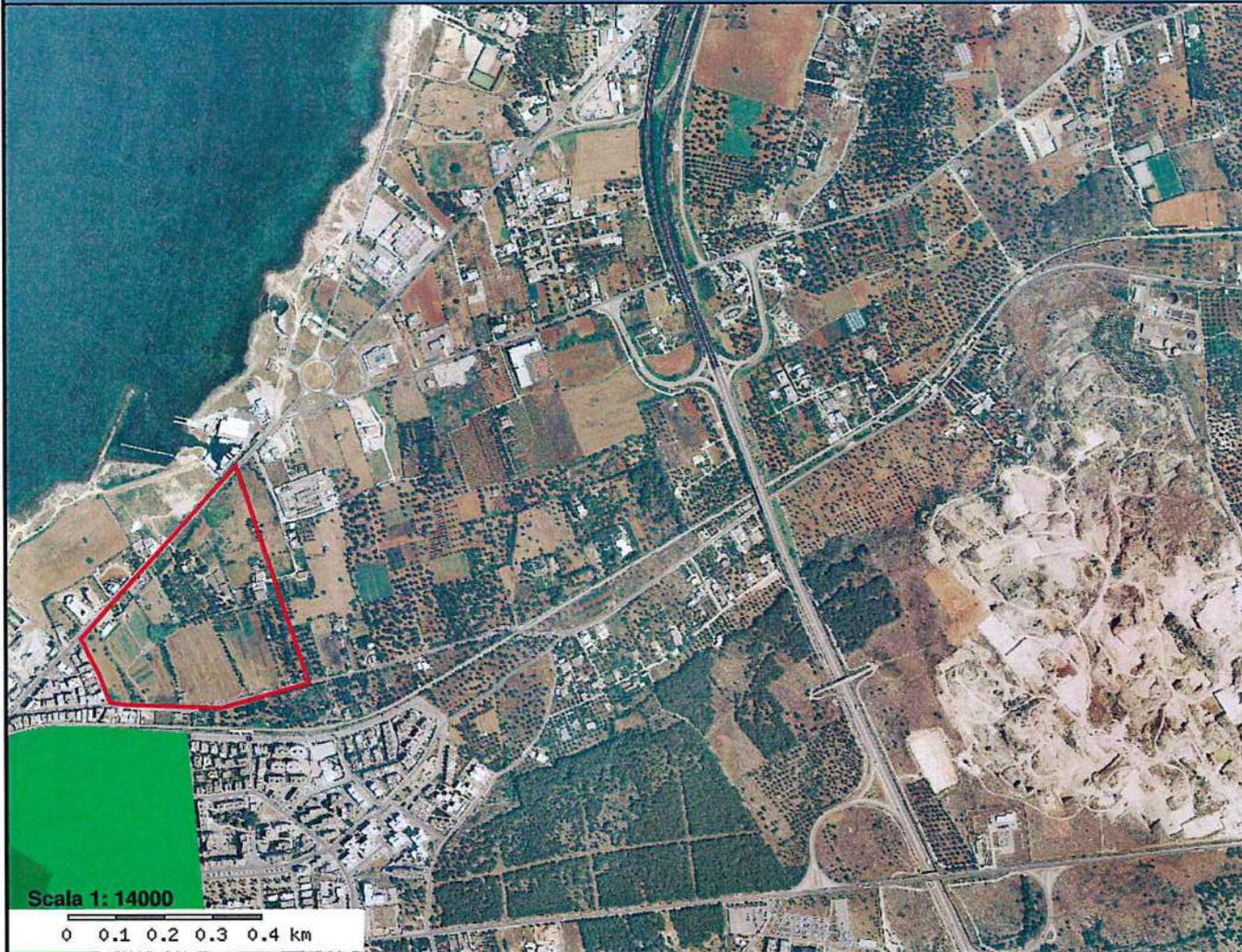
## COMPATIBILITÀ CON IL PAI

Il Piano di Bacino Stralcio per l’Assetto Idrogeologico dell’Autorità di Bacino della Puglia (PAI) è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologia necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d’uso.

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d’uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell’Autorità di Bacino della Puglia.

Alla luce della nuova normativa, l’area interessata dall’intervento **non ricade in alcuna area a pericolosità idraulica** (si rimanda alla cartografia allegata), ne scaturisce che la lottizzazione del comparto R1 “Giardini” è conforme al PAI.

Dalla stessa cartografia emerge inoltre che l’area interessata dall’intervento **non risulta perimetrata a pericolosità geomorfologia** (PG1, PG2, PG3).



### PAI aggiornato

#### Peric. Geomorf.

media e moderata (PG1)

elevata (PG3)

elevata (PG2)

#### Peric. Idraulica

bassa (BP)

alta (AP)

media (MP)

### Base cartografica

Area indagata

## COMPATIBILITÀ CON IL PPTR

Con delibera n. 176 del 16 febbraio 2015, pubblicata sul BURP n. 40 del 23.03.2015, la Giunta Regionale ha approvato il Piano Paesaggistico Territoriale della Regione Puglia.

L'impostazione del PPTR risponde alla volontà di affrontare e superare i diversi limiti maturati nell'attuazione del PUTT/P.

Ai sensi dei principi stabiliti dalla Convenzione europea del paesaggio la pianificazione paesaggistica ha innanzitutto il compito di tutelare il paesaggio (non soltanto “il bel paesaggio”) quale contesto di vita quotidiana delle popolazioni, e fondamento della loro identità; oltre alla tutela, deve tuttavia garantire la gestione attiva dei paesaggi, garantendo l'integrazione degli aspetti paesaggistici nelle diverse politiche territoriali e urbanistiche, ma anche in quelle settoriali.

Il Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR) persegue, quindi, la promozione e la realizzazione di uno sviluppo socioeconomico autosostenibile, con l'obiettivo di recupero degli aspetti e dei caratteri peculiari dell'identità sociale, culturale e ambientale, la tutela della biodiversità, la realizzazione di nuovi paesaggi integrati, coerenti e rispondenti a criteri di qualità e sostenibilità.

In particolare il PPTR analizza:

- a) la ricognizione del territorio regionale, mediante l'analisi delle sue caratteristiche paesaggistiche impresse dalla natura, dalla storia e dalle loro interrelazioni;
- b) la ricognizione degli immobili e delle aree dichiarati di notevole interesse pubblico ai sensi dell'articolo 136 del Codice, loro delimitazione e rappresentazione in scala idonea alla identificazione, nonché determinazione delle specifiche prescrizioni d'uso ai sensi dell'art. 138, comma 1, del Codice;
- c) la ricognizione delle aree tutelate per legge, di cui all'articolo 142, comma 1, del Codice, la loro delimitazione e rappresentazione in scala idonea alla identificazione, nonché determinazione di prescrizioni d'uso intese ad assicurare la conservazione dei caratteri distintivi di dette aree e, compatibilmente con essi, la valorizzazione;
- d) la individuazione degli ulteriori contesti paesaggistici, da ora in poi denominati ulteriori contesti, diversi da quelli indicati all'art. 134 del Codice, sottoposti a specifiche misure di salvaguardia e di utilizzazione;
- e) l'individuazione e delimitazione dei diversi ambiti di paesaggio, per ciascuno dei quali il PPTR detta specifiche normative d'uso ed attribuisce adeguati obiettivi di qualità;
- f) l'analisi delle dinamiche di trasformazione del territorio ai fini dell'individuazione dei fattori di rischio e degli elementi di vulnerabilità del paesaggio, nonché la comparazione con gli altri atti di programmazione, di pianificazione e di difesa del suolo;
- g) l'individuazione delle aree gravemente compromesse o degradate, perimetrale ai sensi dell'art. 93, nelle quali la realizzazione degli

interventi effettivamente volti al recupero e alla riqualificazione non richiede il rilascio dell'autorizzazione di cui all'articolo 146 del Codice;

- h) l'individuazione delle misure necessarie per il corretto inserimento, nel contesto paesaggistico, degli interventi di trasformazione del territorio, al fine di realizzare uno sviluppo sostenibile delle aree interessate;
- i) le linee-guida prioritarie per progetti di conservazione, recupero, riqualificazione, valorizzazione e gestione di aree regionali, indicandone gli strumenti di attuazione, comprese le misure incentivanti;
- l) le misure di coordinamento con gli strumenti di pianificazione territoriale e di settore, nonché con gli altri piani, programmi e progetti nazionali e regionali di sviluppo economico.

Nella presente relazione vengono trattati i caratteri del paesaggio che il PPTR definisce in tre strutture, a loro volta articolate in componenti, ciascuna delle quali è soggetta a specifica disciplina:

- a) Struttura idrogeomorfologica
  - componenti geomorfologiche
  - componenti idrologiche
- b) Struttura eco sistemica e ambientale
  - componenti botanico-vegetazionali
  - componenti delle aree protette e dei siti naturalistici
- c) Struttura antropica e storico-culturale
  - componenti culturali e insediative
  - componenti dei valori percettivi

Dall'analisi delle componenti idro-geo-morfologiche si può osservare come l'area interessata dalla lottizzazione (il Comparto R1) non è censita alcuna componente geomorfologica ed idrogeologica di peculiarità ambientale.

L'area interessata dalla lottizzazione è priva di qualsiasi segnalazione, tuttavia la parte a nord dell'area interessata dal progetto ricade in area identificata come territori costieri.



Scala 1: 10000

0 120 240 360 480 m

### Componenti idrologiche

-  BP - Territori costieri
-  BP - Territori contermini ai laghi
-  BP - Acque pubbliche

### Dati amministrativi

-  Limiti Comunali
-  Limiti Provinciali

## **COMPATIBILITÀ CON IL PTCP**

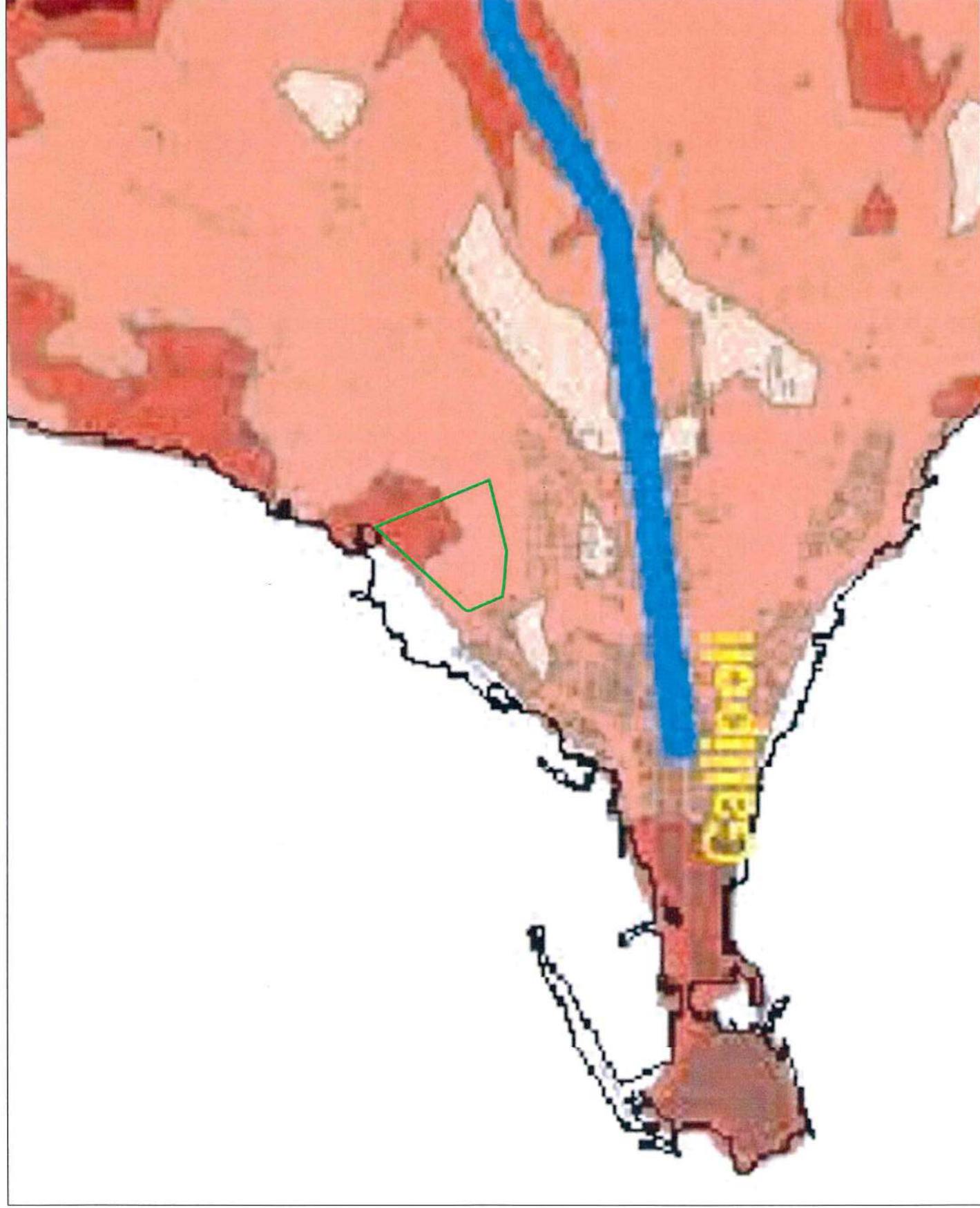
Nella tavola w.1.1.3. del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) sono riportate le aree a “probabilità di inondazione” e le aree a “pericolosità rispetto agli allagamenti”.

Il PTCP individua per l’intero territorio salentino tre tipi di zone a probabilità di inondazione: zone a bassa, moderata ed alta probabilità di inondazione; quattro le classi di pericolosità rispetto agli allagamenti, precisamente: bassa, media, alta e molto alta.

Dalla consultazione di tale cartografia emerge che l’area in esame non è una zona a probabilità di inondazione, tuttavia risulta un’area a media ed ad alta pericolosità rispetto agli allagamenti.

Tale perimetrazione è il risultato di uno studio sui rischi idrici e idrogeologici nel Salento effettuati nel 1999, tuttavia, come accennato nelle pagine precedenti, recenti studi condotti dall’Autorità di Bacino sulla pericolosità idraulica escludono che tali aree possano essere interessate da allagamenti.

# PTCT - PERICOLOSITA' RISPETTO AGLI ALLAGAMENTI



## LEGENDA

..... Limite comunale

— spartiacque idrografico

**probabilità di inondazione**  
(dal "Piano di Bacino Stralcio per l'Assotto Idrologico (PAI)  
in corso di elaborazione da parte dell'Autorità di Bacino della  
Regione Puglia - aggiornamento 05 giugno 2006)

▨ Zona a bassa probabilità di inondazione

▨ Zona a moderata probabilità di inondazione

▨ Zona ad alta probabilità di inondazione

### pericolosità rispetto agli allagamenti

(dallo "Studio sull'edificabilità e l'erosione del "Sivento" realizzato  
in collaborazione con l'Università di Lecce, l'Università di Bari e  
l'Università di Bari e Politecnico di Bari)

□ bassa

□ media

□ alta

□ molto alta

— Area indagata

## COMPATIBILITÀ CON IL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE

La Regione Puglia ai sensi dell’art. 121 del D.Lgs 152/06 ha approvato il Piano di Tutela delle Acque, che risulta distinto in:

1. Misure di tutela quali-quantitativa dei corpi idrici sotterranei;
2. Misure di salvaguardia per le zone di protezione speciale idrogeologica;
3. Misure integrative.

L’area indagata fa parte dell’Acquifero carsico salentino; esso risulta caratterizzato da fenomeni di contaminazione salina.

In virtù di tali constatazioni lo stesso Piano mira alla salvaguardia dell’acquifero profondo.

Dalla cartografia allegata è emerso che sull’area indagata non è presente il vincolo di protezione speciale idrogeologica.

**FIG. 18**

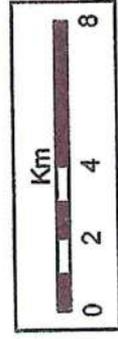
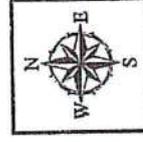
**AREE DI VINCOLO D'USO  
DEGLI ACQUIFERI  
"ACQUIFERO CARSIICO  
DEL SALENTO"**

**Legenda**

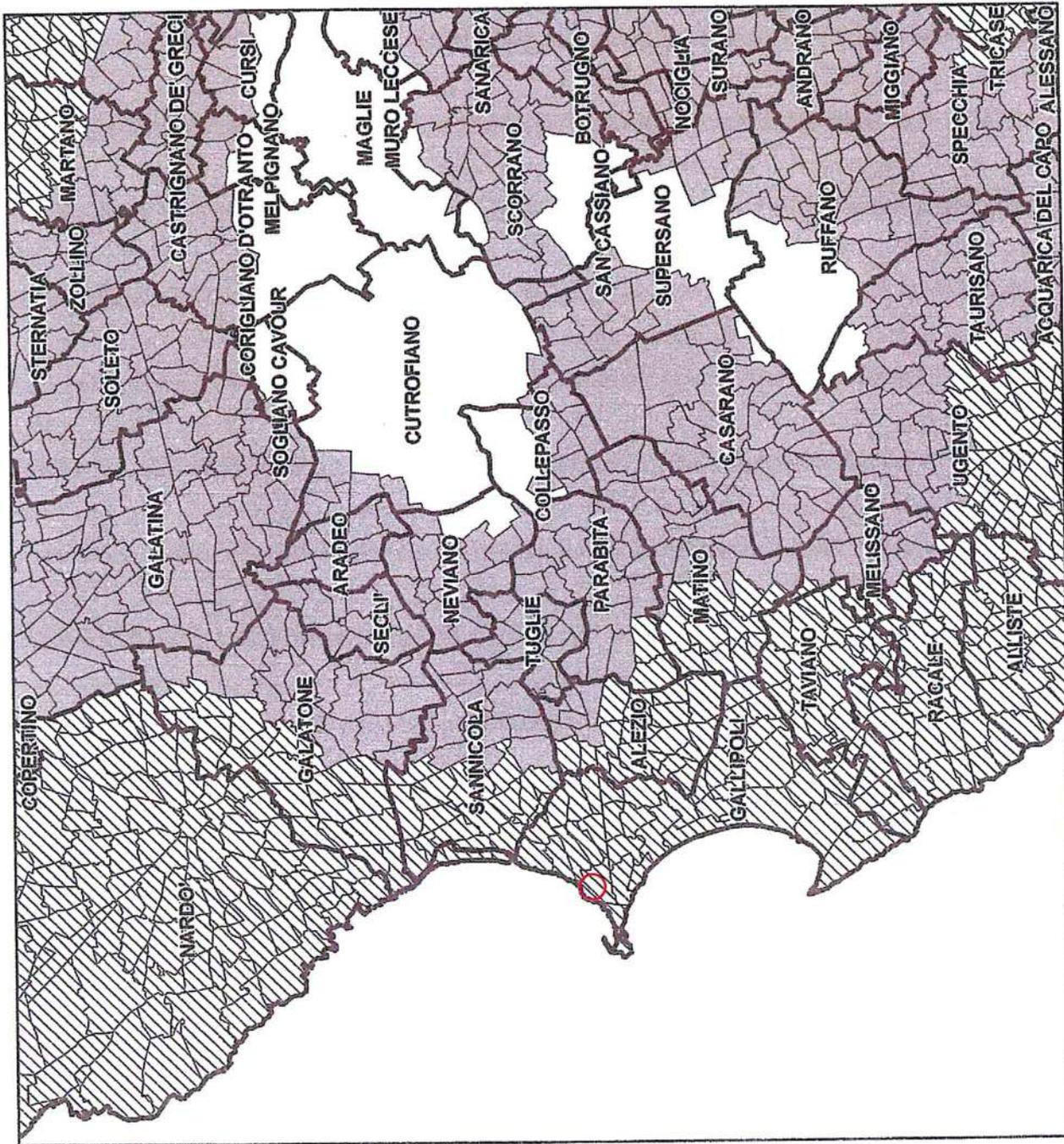
 AREE INTERESSATE DA  
CONTAMINAZIONE SALINA

 AREE DI TUTELA  
QUALI-QUANTITATIVA

 Limiti comunali



 Area indagata



## INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine è stata effettuata in conformità al D.M. 14.01.2008 ed è stata finalizzata alla raccolta di tutti i dati qualitativi e quantitativi occorrenti per la previsione del comportamento dell'opera dopo la realizzazione dell'intervento.

L'indagine è consistita nell'esecuzione di:

- ✓ sei prove penetrometriche dinamiche continue;
- ✓ un profilo sismico passivo.

### ***Prova penetrometrica dinamica continua (DPSH)***

Per determinare la successione stratigrafica e le caratteristiche geotecniche del terreno fondale, si è proceduto con l'esecuzione di sei prove penetrometriche dinamiche continue.

Il sondaggio penetrometrico dinamico consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica battendo sulle aste con un maglio a caduta libera e contando il numero di colpi necessari all'avanzamento della punta, di successive quantità costanti.

Le prove sono state eseguite con un penetrometro TG 63-200 della PAGANI, le cui caratteristiche tecniche sono di seguito riportate:

- Maglio a caduta libera Kg 63.5
- Aste in acciaio speciale  $\phi = 50.8$  mm; L = 100 cm; Kg = 4.6
- Punta conica della superficie  $20.43$  cm<sup>2</sup>;
- Altezza di caduta libera maglio 75 cm.

Di seguito si allegano gli istogrammi penetrometrici, con i numeri di colpi registrati durante l'indagine.

Dalle prove è stata ricostruita la seguente successione litostratigrafia:

Prova n° 1

- da 0.00 m a 1.00 m Terreno vegetale
- da 1.00 m a 6.00 m Sabbie limose

Prova n° 2

- da 0.00 m a 0.80 m Terreno vegetale
- da 0.80 m a 7.00 m Sabbie limose

Prova n° 3

- da 0.00 m a 1.20 m Terreno vegetale
- da 1.20 m a 6.00 m Sabbie limose

Prova n° 4

- da 0.00 m a 0.80 m Terreno vegetale
- da 0.80 m a 6.00 m Sabbie limose

Prova n° 5

- da 0.00 m a 0.80 m Terreno vegetale
- da 0.80 m a 6.00 m Sabbie limose

Prova n° 6

- da 0.00 m a 1.40 m Terreno vegetale
- da 1.40 m a 6.00 m Sabbie limose

I parametri geotecnici delle **Sabbie limose** sono risultati i seguenti:

prova	1	2	3	4	5	6	media
Densità relativa (%)	38	43	47	43	45	46	43
Angolo di attrito (°)	31	33	33	33	33	33	33
Modulo edometrico (kg/cmq)	55	67	69	64	66	66	64
Classificazione AGI	Moder. addens.						
Coesione (kg/cmq)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso di volume (gr/cmc)	1.84	1.98	2.0	1.95	1.97	1.97	1.95
Modulo di Poisson	0.33	0.32	0.31	0.32	0.32	0.32	0.32
Modulo di def. a taglio (kg/cmq)	761	1048	1097	977	1038	1033	992
Modulo di reazione (kg/cmc)	2.87	3.92	4.09	3.67	3.89	3.87	3.71





Esecuzione prova penetrometrica n. 1



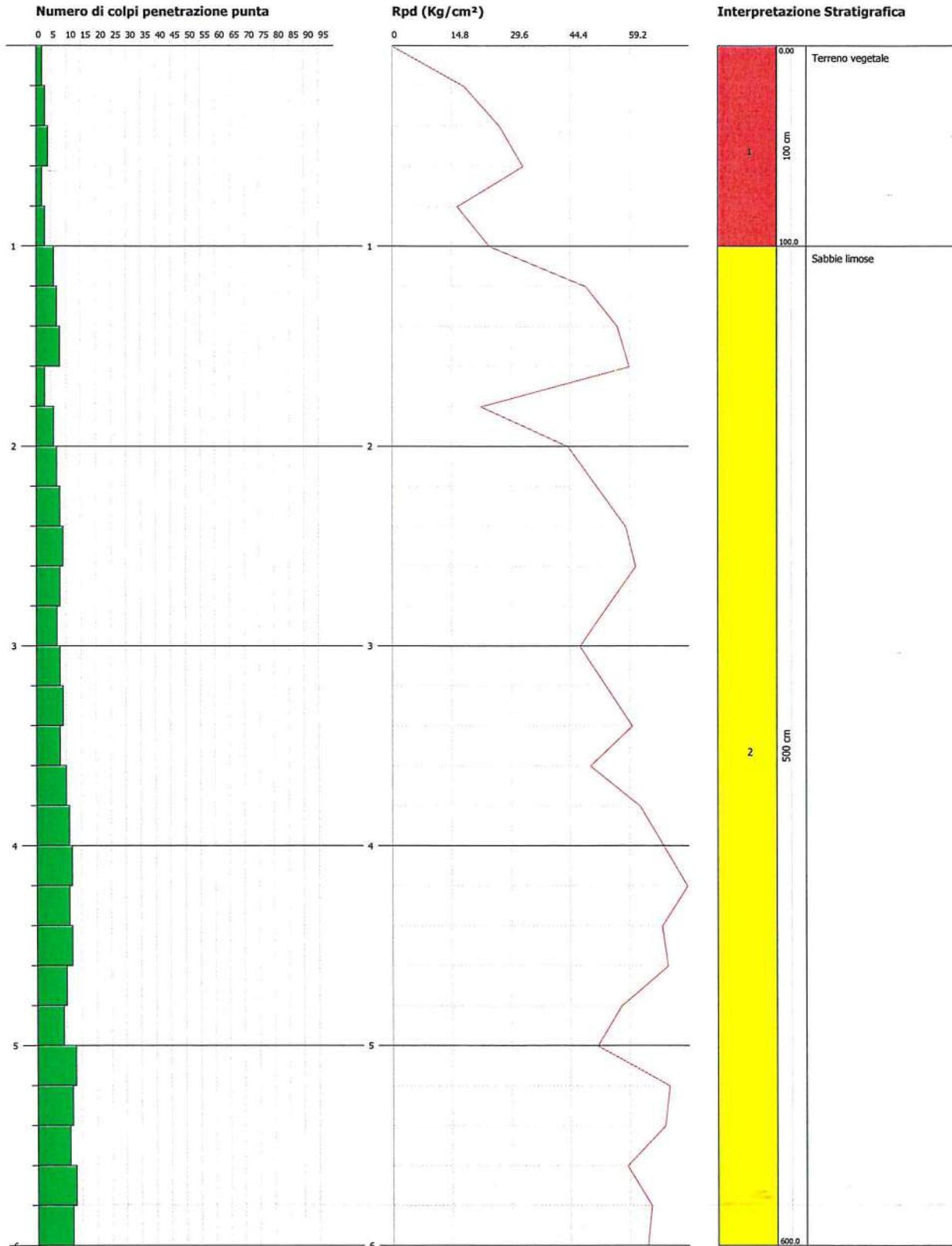
Esecuzione prova penetrometrica n. 2

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
Cantiere : Piano di Lottizzazione convenzionato "Giardini"  
Località : Comparto R1

Data :09/04/2017

Scala 1:29

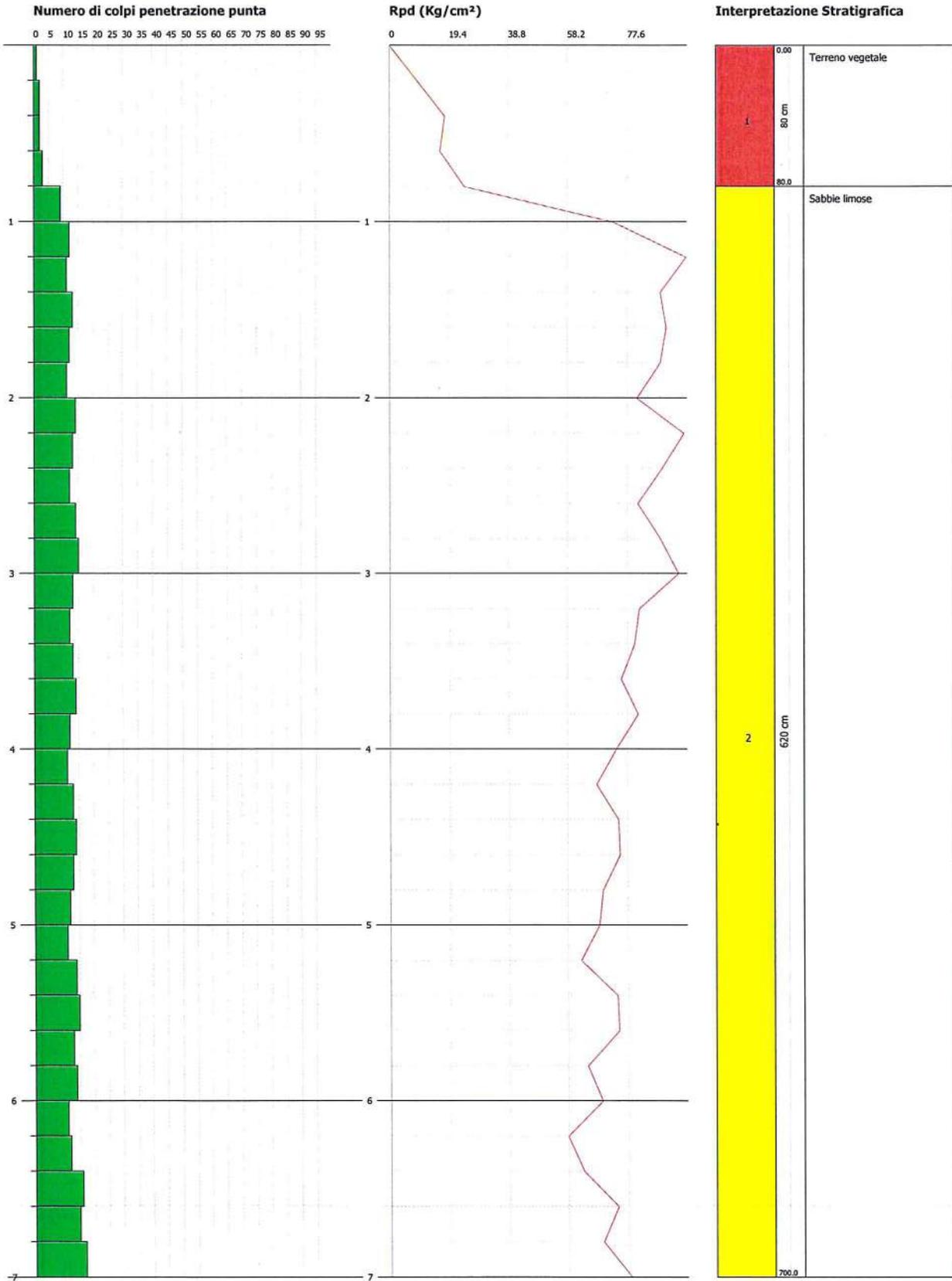


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
 Cantiere : Piano di Lottizzazione convenzionato "Giardini"  
 Località : Comparto R1

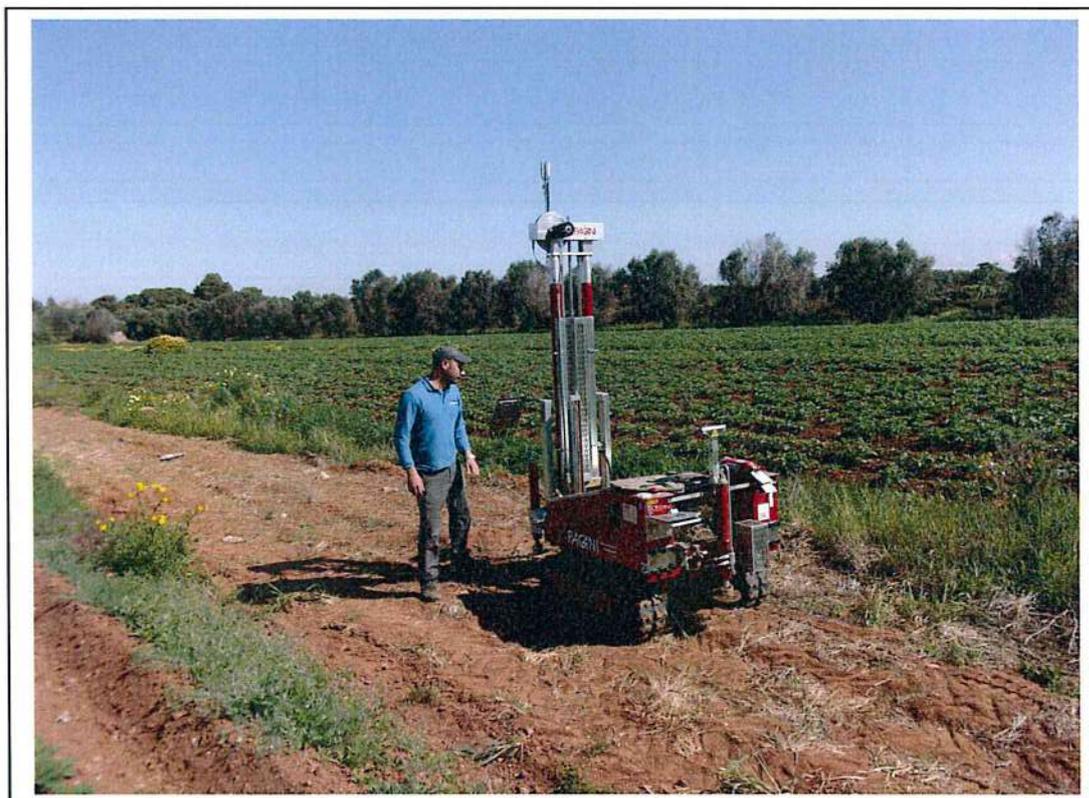
Data :09/04/2017

Scala 1:33





Esecuzione prova penetrometrica n. 3



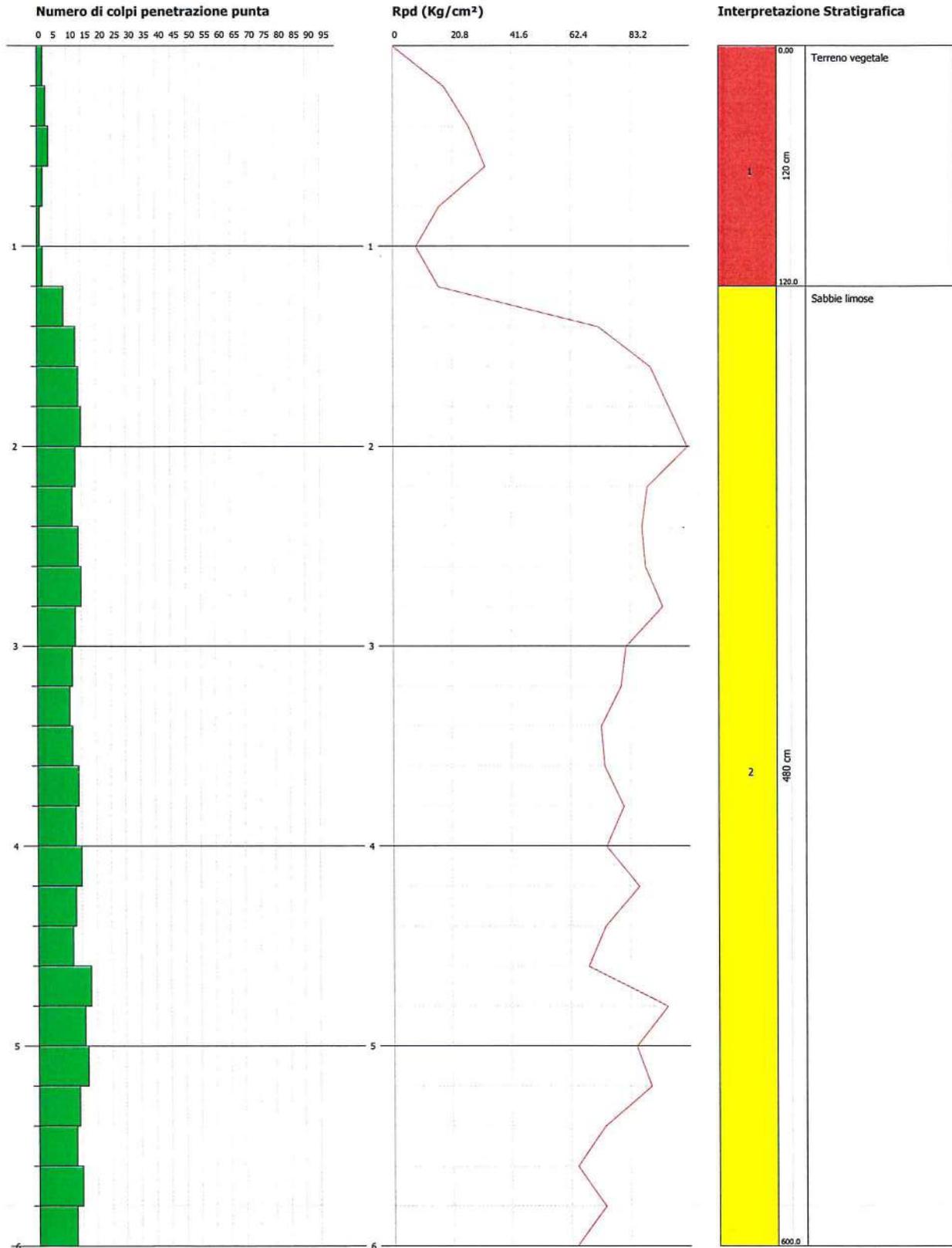
Esecuzione prova penetrometrica n. 4

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
 Cantiere : Piano di Lottizzazione convenzionato "Giardini"  
 Località : Comparto R1

Data :09/04/2017

Scala 1:29

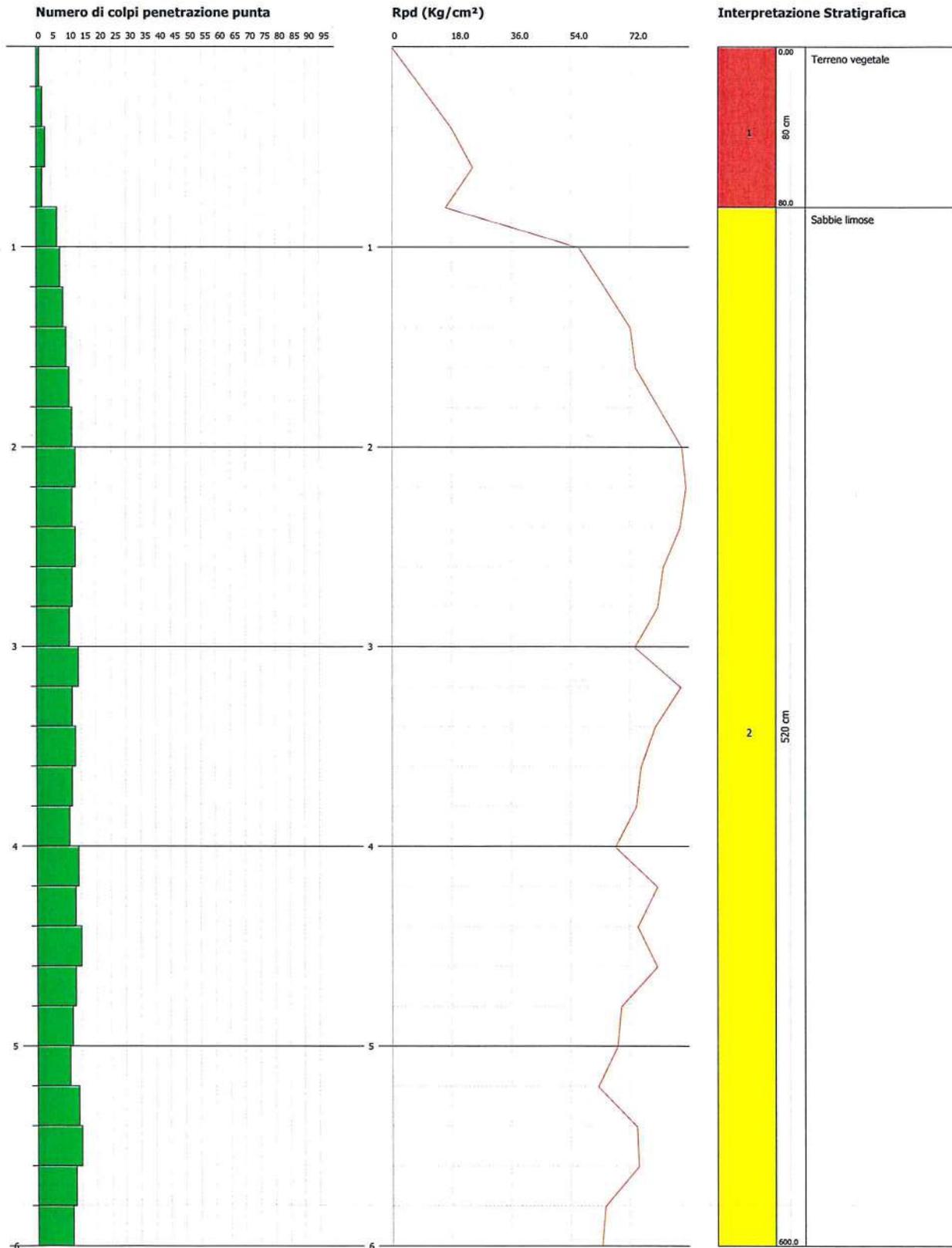


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
 Cantiere : Piano di Lottizzazione convenzionato "Giardini"  
 Località : Comparto R1

Data :09/04/2017

Scala 1:29





Esecuzione prova penetrometrica n. 5



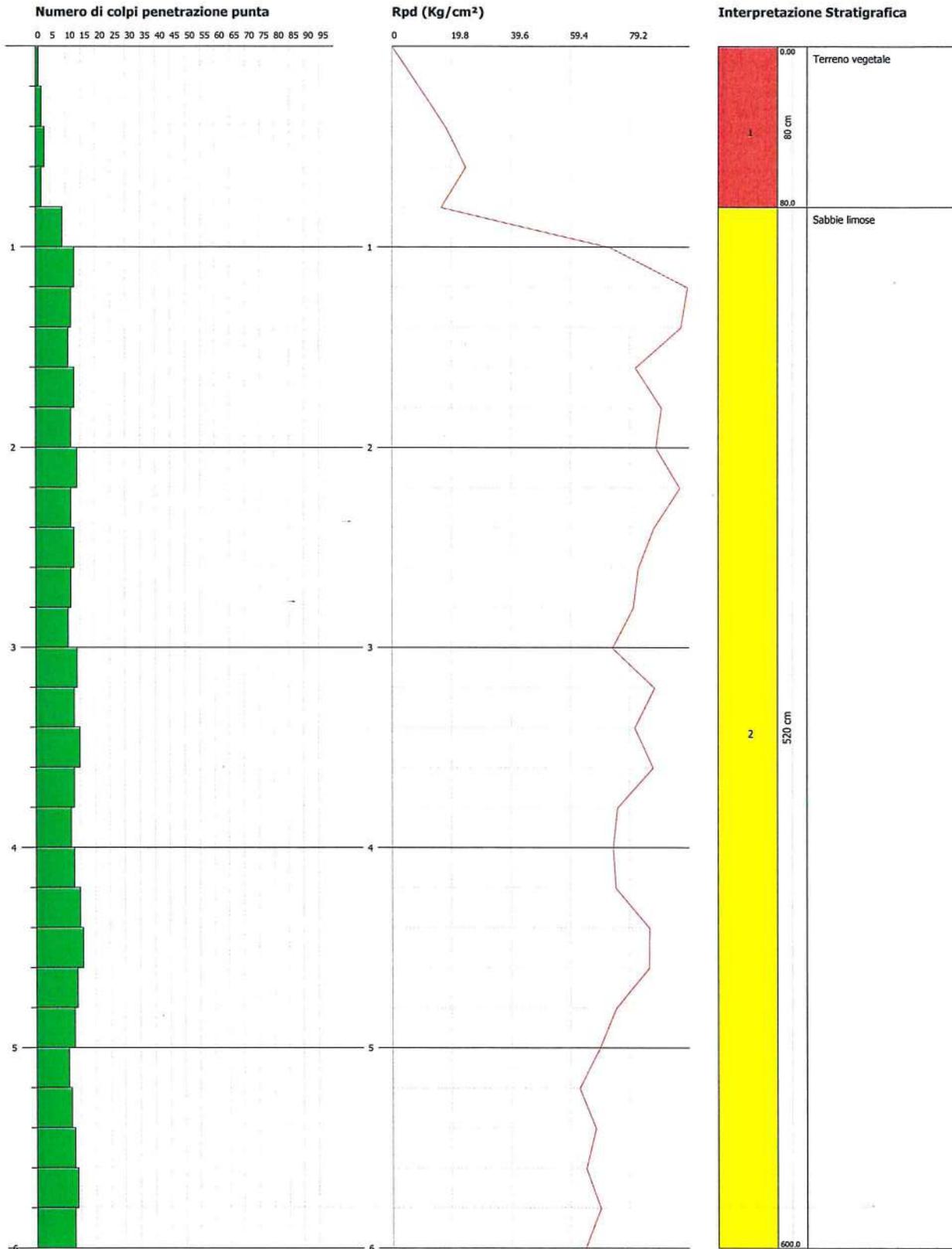
Esecuzione prova penetrometrica n. 6

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
Cantiere : Piano di Lottizzazione convenzionato "Giardini"  
Località : Comparto R1

Data :09/04/2017

Scala 1:29

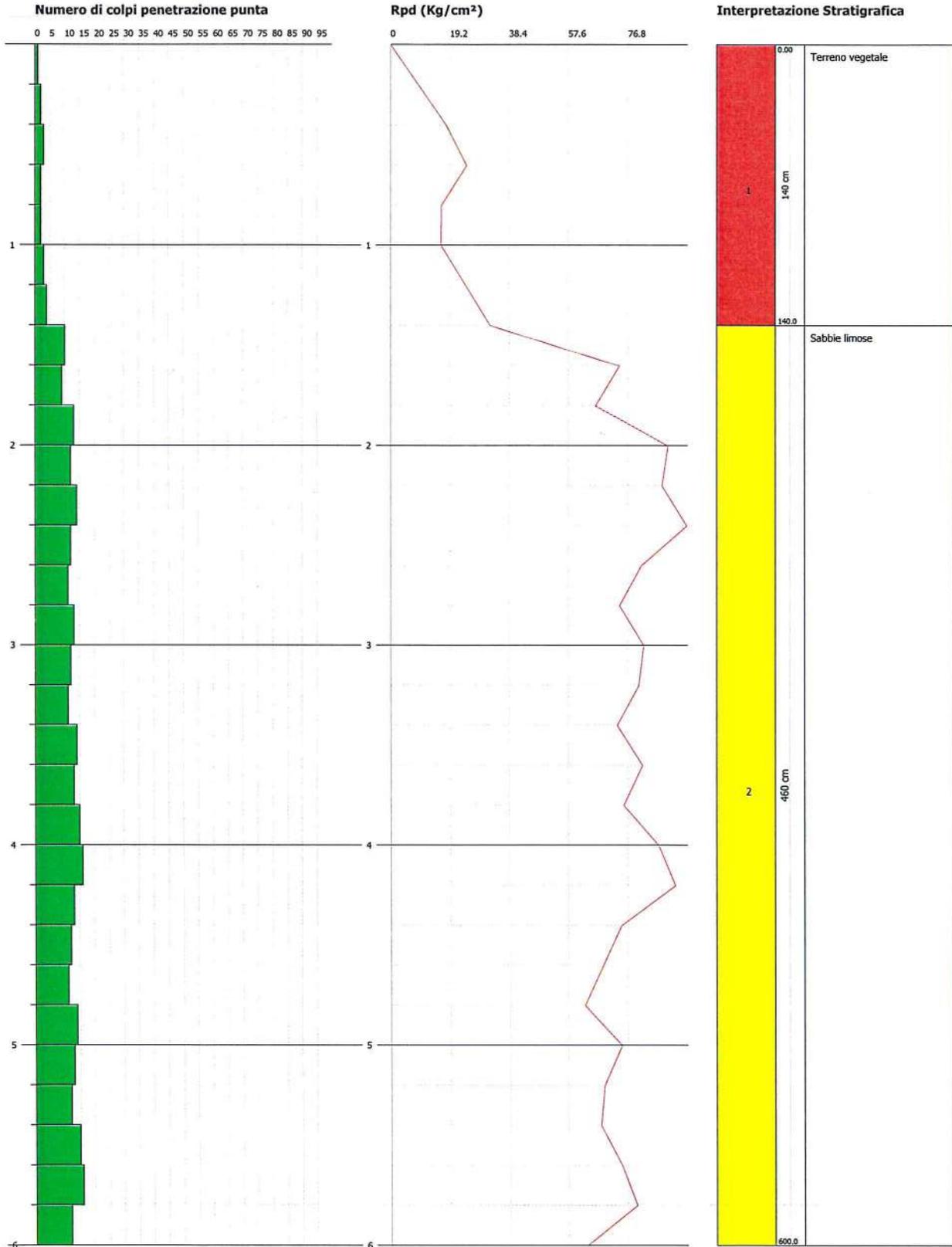


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
Cantiere : Piano di Lottizzazione convenzionato "Giardini"  
Località : Comparto R1

Data :09/04/2017

Scala 1:29



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente:  
Cantiere: Piano di Lottizzazione convenzionato "Giardini"  
Località: Comparto R1

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	0.63 Kg
Diametro punta conica	51.00 mm
Area di base punta	20.43 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.40 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.489
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

**OPERATORE**  
Dott. Marcello De Donatis

**RESPONSABILE**

**PROVA ... Nr.1**

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

DPSH TG 63-200 PAGANI  
 09/04/2017  
 6.00 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	3	0.851	26.82	31.52	1.34	1.58
0.60	4	0.847	32.67	38.57	1.63	1.93
0.80	2	0.843	16.27	19.29	0.81	0.96
1.00	3	0.840	24.29	28.93	1.21	1.45
1.20	6	0.836	48.39	57.86	2.42	2.89
1.40	7	0.833	56.22	67.50	2.81	3.38
1.60	8	0.830	59.14	71.29	2.96	3.56
1.80	3	0.826	22.09	26.73	1.10	1.34
2.00	6	0.823	44.01	53.47	2.20	2.67
2.20	7	0.820	51.16	62.38	2.56	3.12
2.40	8	0.817	58.25	71.29	2.91	3.56
2.60	9	0.814	60.69	74.54	3.03	3.73
2.80	8	0.811	53.76	66.25	2.69	3.31
3.00	7	0.809	46.88	57.97	2.34	2.90
3.20	8	0.806	53.40	66.25	2.67	3.31
3.40	9	0.803	59.88	74.54	2.99	3.73
3.60	8	0.801	49.56	61.88	2.48	3.09
3.80	10	0.798	61.76	77.36	3.09	3.87
4.00	11	0.796	67.73	85.09	3.39	4.25
4.20	12	0.794	73.68	92.83	3.68	4.64
4.40	11	0.791	67.34	85.09	3.37	4.25
4.60	12	0.789	68.73	87.08	3.44	4.35
4.80	10	0.787	57.12	72.57	2.86	3.63
5.00	9	0.785	51.27	65.31	2.56	3.27
5.20	13	0.733	69.15	94.34	3.46	4.72
5.40	12	0.781	68.02	87.08	3.40	4.35
5.60	11	0.779	58.57	75.18	2.93	3.76
5.80	13	0.727	64.61	88.84	3.23	4.44
6.00	12	0.775	63.60	82.01	3.18	4.10

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	13.7	6.00	13.7	Gibbs & Holtz 1957	38.63

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	13.7	6.00	13.7	Sowers (1961)	31.84

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	13.7	6.00	13.7	Bowles (1982) Sabbia Media	143.50

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	13.7	6.00	13.7	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	55.60

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	13.7	6.00	13.7	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	13.7	6.00	13.7	Meyerhof ed altri	1.84

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	13.7	6.00	13.7	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.94

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 2	13.7	6.00	13.7	(A.G.I.)	0.33

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	13.7	6.00	13.7	Ohsaki (Sabbie pulite)	761.08

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 2	13.7	6.00	13.7	Ohta & Goto (1978) Limi	137.018

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 2	13.7	6.00	13.7	Navfac 1971-1982	2.87

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	13.7	6.00	13.7	Robertson 1983	27.40

**PROVA ... Nr.2**

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

DPSH TG 63-200 PAGANI  
 09/04/2017  
 7.00 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.45	0.53
0.40	2	0.851	17.88	21.01	0.89	1.05
0.60	2	0.847	16.34	19.29	0.82	0.96
0.80	3	0.843	24.40	28.93	1.22	1.45
1.00	9	0.840	72.88	86.79	3.64	4.34
1.20	12	0.836	96.77	115.72	4.84	5.79
1.40	11	0.833	88.35	106.08	4.42	5.30
1.60	13	0.780	90.30	115.84	4.52	5.79
1.80	12	0.826	88.36	106.93	4.42	5.35
2.00	11	0.823	80.69	98.02	4.03	4.90
2.20	14	0.770	96.07	124.75	4.80	6.24
2.40	13	0.767	88.87	115.84	4.44	5.79
2.60	12	0.814	80.92	99.38	4.05	4.97
2.80	14	0.761	88.28	115.94	4.41	5.80
3.00	15	0.759	94.25	124.23	4.71	6.21
3.20	13	0.756	81.39	107.66	4.07	5.38
3.40	12	0.803	79.84	99.38	3.99	4.97
3.60	13	0.751	75.51	100.56	3.78	5.03
3.80	14	0.748	81.05	108.30	4.05	5.41
4.00	12	0.796	73.89	92.83	3.69	4.64
4.20	11	0.794	67.54	85.09	3.38	4.25
4.40	13	0.741	74.56	100.56	3.73	5.03
4.60	14	0.739	75.10	101.60	3.76	5.08
4.80	13	0.737	69.54	94.34	3.48	4.72
5.00	12	0.785	68.36	87.08	3.42	4.35
5.20	11	0.783	62.50	79.83	3.13	3.99
5.40	14	0.731	74.27	101.60	3.71	5.08
5.60	15	0.729	74.74	102.51	3.74	5.13
5.80	13	0.727	64.61	88.84	3.23	4.44
6.00	14	0.725	69.41	95.68	3.47	4.78
6.20	11	0.774	58.16	75.18	2.91	3.76
6.40	12	0.772	63.31	82.01	3.17	4.10
6.60	16	0.720	74.43	103.33	3.72	5.17
6.80	15	0.719	69.62	96.87	3.48	4.84
7.00	17	0.717	78.73	109.78	3.94	5.49

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2****TERRENI INCOERENTI**

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	19.27	7.00	19.27	Gibbs & Holtz 1957	43.69

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	19.27	7.00	19.27	Sowers (1961)	33.4

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	19.27	7.00	19.27	Bowles (1982) Sabbia Media	171.35

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	19.27	7.00	19.27	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	67.05

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	19.27	7.00	19.27	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	19.27	7.00	19.27	Meyerhof ed altri	1.98

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 2	19.27	7.00	19.27	(A.G.I.)	0.32

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	19.27	7.00	19.27	Ohsaki (Sabbie pulite)	1048.82

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 2	19.27	7.00	19.27	Ohta & Goto (1978) Limi	148.416

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 2	19.27	7.00	19.27	Navfac 1971-1982	3.92

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	19.27	7.00	19.27	Robertson 1983	38.54

**PROVA ... Nr.3**

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

DPSH TG 63-200 PAGANI  
 09/04/2017  
 6.00 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	3	0.851	26.82	31.52	1.34	1.58
0.60	4	0.847	32.67	38.57	1.63	1.93
0.80	2	0.843	16.27	19.29	0.81	0.96
1.00	1	0.840	8.10	9.64	0.40	0.48
1.20	2	0.836	16.13	19.29	0.81	0.96
1.40	9	0.833	72.29	86.79	3.61	4.34
1.60	13	0.780	90.30	115.84	4.52	5.79
1.80	14	0.776	96.85	124.75	4.84	6.24
2.00	15	0.773	103.35	133.66	5.17	6.68
2.20	13	0.770	89.21	115.84	4.46	5.79
2.40	12	0.817	87.38	106.93	4.37	5.35
2.60	14	0.764	88.61	115.94	4.43	5.80
2.80	15	0.761	94.59	124.23	4.73	6.21
3.00	13	0.759	81.68	107.66	4.08	5.38
3.20	12	0.806	80.10	99.38	4.01	4.97
3.40	11	0.803	73.19	91.10	3.66	4.55
3.60	12	0.801	74.34	92.83	3.72	4.64
3.80	14	0.748	81.05	108.30	4.05	5.41
4.00	13	0.746	75.02	100.56	3.75	5.03
4.20	15	0.744	86.29	116.03	4.31	5.80
4.40	13	0.741	74.56	100.56	3.73	5.03
4.60	12	0.789	68.73	87.08	3.44	4.35
4.80	18	0.737	96.28	130.62	4.81	6.53
5.00	16	0.735	85.34	116.11	4.27	5.81
5.20	17	0.733	90.43	123.37	4.52	6.17
5.40	14	0.731	74.27	101.60	3.71	5.08
5.60	13	0.729	64.78	88.84	3.24	4.44
5.80	15	0.727	74.55	102.51	3.73	5.13
6.00	13	0.725	64.45	88.84	3.22	4.44

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	20.22	6.00	20.22	Gibbs & Holtz 1957	47.16

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	20.22	6.00	20.22	Sowers (1961)	33.66

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	20.22	6.00	20.22	Bowles (1982) Sabbia Media	176.10

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	20.22	6.00	20.22	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	69.00

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	20.22	6.00	20.22	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	20.22	6.00	20.22	Meyerhof ed altri	2.00

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 2	20.22	6.00	20.22	(A.G.I.)	0.31

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	20.22	6.00	20.22	Ohsaki (Sabbie pulite)	1097.36

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 2	20.22	6.00	20.22	Ohta & Goto (1978) Limi	147.363

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 2	20.22	6.00	20.22	Navfac 1971-1982	4.09

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	20.22	6.00	20.22	Robertson 1983	40.44

**PROVA ... Nr.4**

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

DPSH TG 63-200 PAGANI  
 09/04/2017  
 6.00 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.45	0.53
0.40	2	0.851	17.88	21.01	0.89	1.05
0.60	3	0.847	24.50	28.93	1.23	1.45
0.80	2	0.843	16.27	19.29	0.81	0.96
1.00	7	0.840	56.69	67.50	2.83	3.38
1.20	8	0.836	64.52	77.15	3.23	3.86
1.40	9	0.833	72.29	86.79	3.61	4.34
1.60	10	0.830	73.92	89.11	3.70	4.46
1.80	11	0.826	81.00	98.02	4.05	4.90
2.00	12	0.823	88.02	106.93	4.40	5.35
2.20	13	0.770	89.21	115.84	4.46	5.79
2.40	12	0.817	87.38	106.93	4.37	5.35
2.60	13	0.764	82.28	107.66	4.11	5.38
2.80	12	0.811	80.64	99.38	4.03	4.97
3.00	11	0.809	73.67	91.10	3.68	4.55
3.20	14	0.756	87.65	115.94	4.38	5.80
3.40	12	0.803	79.84	99.38	3.99	4.97
3.60	13	0.751	75.51	100.56	3.78	5.03
3.80	12	0.798	74.11	92.83	3.71	4.64
4.00	11	0.796	67.73	85.09	3.39	4.25
4.20	14	0.744	80.54	108.30	4.03	5.41
4.40	13	0.741	74.56	100.56	3.73	5.03
4.60	15	0.739	80.47	108.85	4.02	5.44
4.80	13	0.737	69.54	94.34	3.48	4.72
5.00	12	0.785	68.36	87.08	3.42	4.35
5.20	11	0.783	62.50	79.83	3.13	3.99
5.40	14	0.731	74.27	101.60	3.71	5.08
5.60	15	0.729	74.74	102.51	3.74	5.13
5.80	13	0.727	64.61	88.84	3.23	4.44
6.00	12	0.775	63.60	82.01	3.18	4.10

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	17.87	6.00	17.87	Gibbs & Holtz 1957	43.77

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	17.87	6.00	17.87	Sowers (1961)	33

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	17.87	6.00	17.87	Bowles (1982) Sabbia Media	164.35

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	17.87	6.00	17.87	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	64.17

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	17.87	6.00	17.87	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	17.87	6.00	17.87	Meyerhof ed altri	1.95

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	17.87	6.00	17.87	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.97

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 2	17.87	6.00	17.87	(A.G.I.)	0.32

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	17.87	6.00	17.87	Ohsaki (Sabbie pulite)	977.04

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 2	17.87	6.00	17.87	Ohta & Goto (1978) Limi	142.664

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 2	17.87	6.00	17.87	Navfac 1971-1982	3.67

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	17.87	6.00	17.87	Robertson 1983	35.74

**PROVA ... Nr.5**

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

DPSH TG 63-200 PAGANI  
 09/04/2017  
 6.00 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.45	0.53
0.40	2	0.851	17.88	21.01	0.89	1.05
0.60	3	0.847	24.50	28.93	1.23	1.45
0.80	2	0.843	16.27	19.29	0.81	0.96
1.00	9	0.840	72.88	86.79	3.64	4.34
1.20	13	0.786	98.57	125.36	4.93	6.27
1.40	12	0.833	96.38	115.72	4.82	5.79
1.60	11	0.830	81.31	98.02	4.07	4.90
1.80	13	0.776	89.93	115.84	4.50	5.79
2.00	12	0.823	88.02	106.93	4.40	5.35
2.20	14	0.770	96.07	124.75	4.80	6.24
2.40	12	0.817	87.38	106.93	4.37	5.35
2.60	13	0.764	82.28	107.66	4.11	5.38
2.80	12	0.811	80.64	99.38	4.03	4.97
3.00	11	0.809	73.67	91.10	3.68	4.55
3.20	14	0.756	87.65	115.94	4.38	5.80
3.40	13	0.753	81.11	107.66	4.06	5.38
3.60	15	0.751	87.13	116.03	4.36	5.80
3.80	13	0.748	75.26	100.56	3.76	5.03
4.00	12	0.796	73.89	92.83	3.69	4.64
4.20	13	0.744	74.79	100.56	3.74	5.03
4.40	15	0.741	86.03	116.03	4.30	5.80
4.60	16	0.739	85.83	116.11	4.29	5.81
4.80	14	0.737	74.89	101.60	3.74	5.08
5.00	13	0.735	69.34	94.34	3.47	4.72
5.20	11	0.783	62.50	79.83	3.13	3.99
5.40	12	0.781	68.02	87.08	3.40	4.35
5.60	13	0.729	64.78	88.84	3.24	4.44
5.80	14	0.727	69.58	95.68	3.48	4.78
6.00	13	0.725	64.45	88.84	3.22	4.44

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	19.07	6.00	19.07	Gibbs & Holtz 1957	45.19

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	19.07	6.00	19.07	Sowers (1961)	33.34

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	19.07	6.00	19.07	Bowles (1982) Sabbia Media	170.35

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	19.07	6.00	19.07	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	66.63

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	19.07	6.00	19.07	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	19.07	6.00	19.07	Meyerhof ed altri	1.97

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	19.07	6.00	19.07	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.97

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 2	19.07	6.00	19.07	(A.G.I.)	0.32

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	19.07	6.00	19.07	Ohsaki (Sabbie pulite)	1038.59

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 2	19.07	6.00	19.07	Ohta & Goto (1978) Limi	144.277

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 2	19.07	6.00	19.07	Navfac 1971-1982	3.89

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	19.07	6.00	19.07	Robertson 1983	38.14

**PROVA ... Nr.6**

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

DPSH TG 63-200 PAGANI  
 09/04/2017  
 6.00 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.45	0.53
0.40	2	0.851	17.88	21.01	0.89	1.05
0.60	3	0.847	24.50	28.93	1.23	1.45
0.80	2	0.843	16.27	19.29	0.81	0.96
1.00	2	0.840	16.20	19.29	0.81	0.96
1.20	3	0.836	24.19	28.93	1.21	1.45
1.40	4	0.833	32.13	38.57	1.61	1.93
1.60	10	0.830	73.92	89.11	3.70	4.46
1.80	9	0.826	66.27	80.20	3.31	4.01
2.00	13	0.773	89.57	115.84	4.48	5.79
2.20	12	0.820	87.70	106.93	4.38	5.35
2.40	14	0.767	95.70	124.75	4.79	6.24
2.60	12	0.814	80.92	99.38	4.05	4.97
2.80	11	0.811	73.92	91.10	3.70	4.55
3.00	13	0.759	81.68	107.66	4.08	5.38
3.20	12	0.806	80.10	99.38	4.01	4.97
3.40	11	0.803	73.19	91.10	3.66	4.55
3.60	14	0.751	81.32	108.30	4.07	5.41
3.80	13	0.748	75.26	100.56	3.76	5.03
4.00	15	0.746	86.56	116.03	4.33	5.80
4.20	16	0.744	92.05	123.77	4.60	6.19
4.40	13	0.741	74.56	100.56	3.73	5.03
4.60	12	0.789	68.73	87.08	3.44	4.35
4.80	11	0.787	62.83	79.83	3.14	3.99
5.00	14	0.735	74.68	101.60	3.73	5.08
5.20	13	0.733	69.15	94.34	3.46	4.72
5.40	12	0.781	68.02	87.08	3.40	4.35
5.60	15	0.729	74.74	102.51	3.74	5.13
5.80	16	0.727	79.52	109.35	3.98	5.47
6.00	12	0.775	63.60	82.01	3.18	4.10

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	18.97	6.00	18.97	Gibbs & Holtz 1957	46.15

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	18.97	6.00	18.97	Sowers (1961)	33.31

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	18.97	6.00	18.97	Bowles (1982) Sabbia Media	169.85

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	18.97	6.00	18.97	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	66.43

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	18.97	6.00	18.97	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	18.97	6.00	18.97	Meyerhof ed altri	1.97

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	18.97	6.00	18.97	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.97

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 2	18.97	6.00	18.97	(A.G.I.)	0.32

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	18.97	6.00	18.97	Ohsaki (Sabbie pulite)	1033.47

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 2	18.97	6.00	18.97	Ohta & Goto (1978) Limi	146.518

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 2	18.97	6.00	18.97	Navfac 1971-1982	3.87

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	18.97	6.00	18.97	Robertson 1983	37.94

### ***Sismica con metodologia ReMi (Refraction Microtremor)***

Per individuare la categoria sismica del suolo di fondazione si è proceduto con l'esecuzione di un profilo sismico passivo (ReMi), attraverso l'analisi dei microtremori.

L'analisi è stata effettuata utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione disposta sul terreno con array lineare, a 12 geofoni; per ottenere una buona risoluzione in termini di frequenza, oltre ad utilizzare geofoni con bassa frequenza di risonanza (4-14 Hz raccomandati), è indispensabile allungare il tempo di registrazione (15-30s) rispetto alla sismica a rifrazione tradizionale.

Si possono così registrare onde di superficie il cui contenuto in frequenza copre un range da 25-30 Hz fino a 2 Hz che, in condizioni ottimali, offre una dettagliata ricostruzione dell'andamento delle Vs relativamente ai primi cento metri di profondità.

Si tratta di una modellazione del sottosuolo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh.

Per rilevare onde sismiche trasversali, anche la sorgente energizzante deve generare onde a prevalente componente di taglio.

Per tale motivo è stato utilizzato un sismografo della Geometrics "modello GEODE" con geofoni da 4.5 Hz.

Recenti studi hanno consentito di creare un modello matematico anche per trattare le onde S, cercando di godere del vantaggio della elevata energia associata a questo tipo di propagazione.

L'analisi delle onde S mediante tecnica ReMi viene eseguita mediante la trattazione spettrale del sismogramma, cioè a seguito di una trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale. In questo dominio, detto

dominio trasformato, è semplice andare a separare il segnale relativo alle onde S da altri tipi di segnale, come onde P, propagazione in aria, ecc.

L'osservazione dello spettro consente di notare che l'onda S si propaga a velocità variabile a seconda della frequenza dell'onda stessa, questo fenomeno è detto dispersione, ed è caratteristico di questo tipo di onde.

La teoria sviluppata suggerisce di caratterizzare tale fenomeno mediante una funzione detta curva di dispersione, che associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda. Tale curva è facilmente estraibile dallo spettro del segnale poiché essa approssimativamente posa sui massimi del valore assoluto dello spettro.

L'elaborazione del segnale consiste, nell'operare una trasformata bidimensionale “slowness-frequency”(p-f) che analizza l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni della linea sismica e nel rappresentarne lo spettro di potenza su un grafico p-f (fig.1).

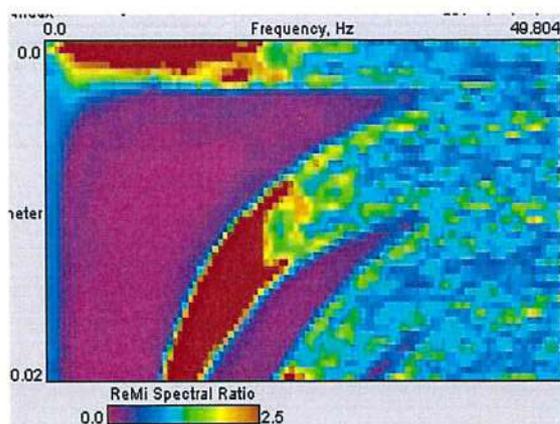


Fig. 1 Esempio di spettro di potenza p-f.

Nell'immagine di figura 1 è possibile un riconoscimento visivo delle onde di Rayleigh, che hanno carattere dispersivo.

A questo punto l'operatore, in maniera arbitraria ed in base all'esperienza, esegue un "picking" (fig.2) attribuendo ad un certo numero di punti una o più slowness ( $p$  o  $1/\text{velocità di fase}$ ) per alcune frequenze.

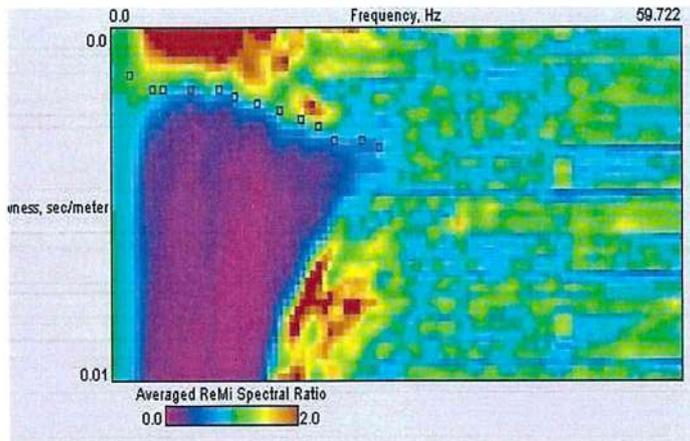


Fig. 2 Esempio di picking

Tali valori vengono in seguito plottati su un diagramma periodo-velocità di fase per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello diretto.

La curva di dispersione in realtà può non essere così facile da estrarre, questo perché dipende molto dalla pulizia dei dati e da quanto disturbano gli altri segnali presenti nel sismogramma. Ecco perché questa fase in realtà deve essere considerata una interpretazione, e per questo i migliori software di analisi di dati ReMi, consentono di modificare anche manualmente la curva di dispersione per soddisfare le esigenze dell'utente più esperto.

I dati selezionati dall'immagine p-f vengono plottati su un diagramma, nel quale compare anche una curva di dispersione calcolata a partire da un modello di Vs che è modificabile dall'interprete. Variando il numero di strati, la loro velocità e la densità nel modello, la curva di dispersione

calcolata viene adattata fino a farla aderire il più possibile a quella sperimentale ottenuta con il picking (fig.3).

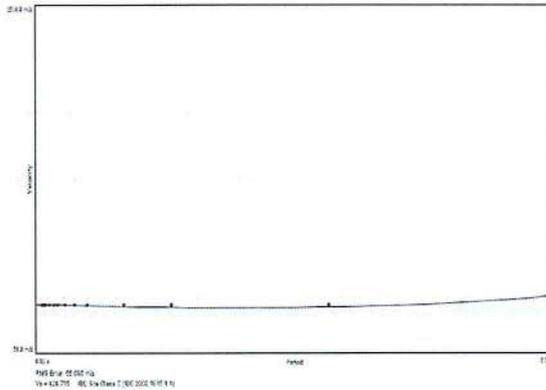


Fig.3:  
Modellizzazione diretta interattiva: curva di dispersione calcolata (grigio) e curva sperimentale con picking (puntinato rosso).

La curva di dispersione calcolata, approssimativamente coincidente con la curva sperimentale, viene associata ad un modello sintetico.

Questa delicata seconda fase di interpretazione è comunemente detta fase di inversione, e dipendentemente dal software usato può anch'essa avvenire in maniera automatica e/o manuale.

Entrambe le due fasi di interpretazione, per quanto debbano seguire le linee guida dettate dalla teoria, devono rigorosamente essere controllate accuratamente dall'utente poiché non è possibile affidarsi completamente ad un sistema automatico che lavora alla ricerca della soluzione matematicamente migliore.

La  $V_{s30}$  è stata calcolata con la seguente espressione

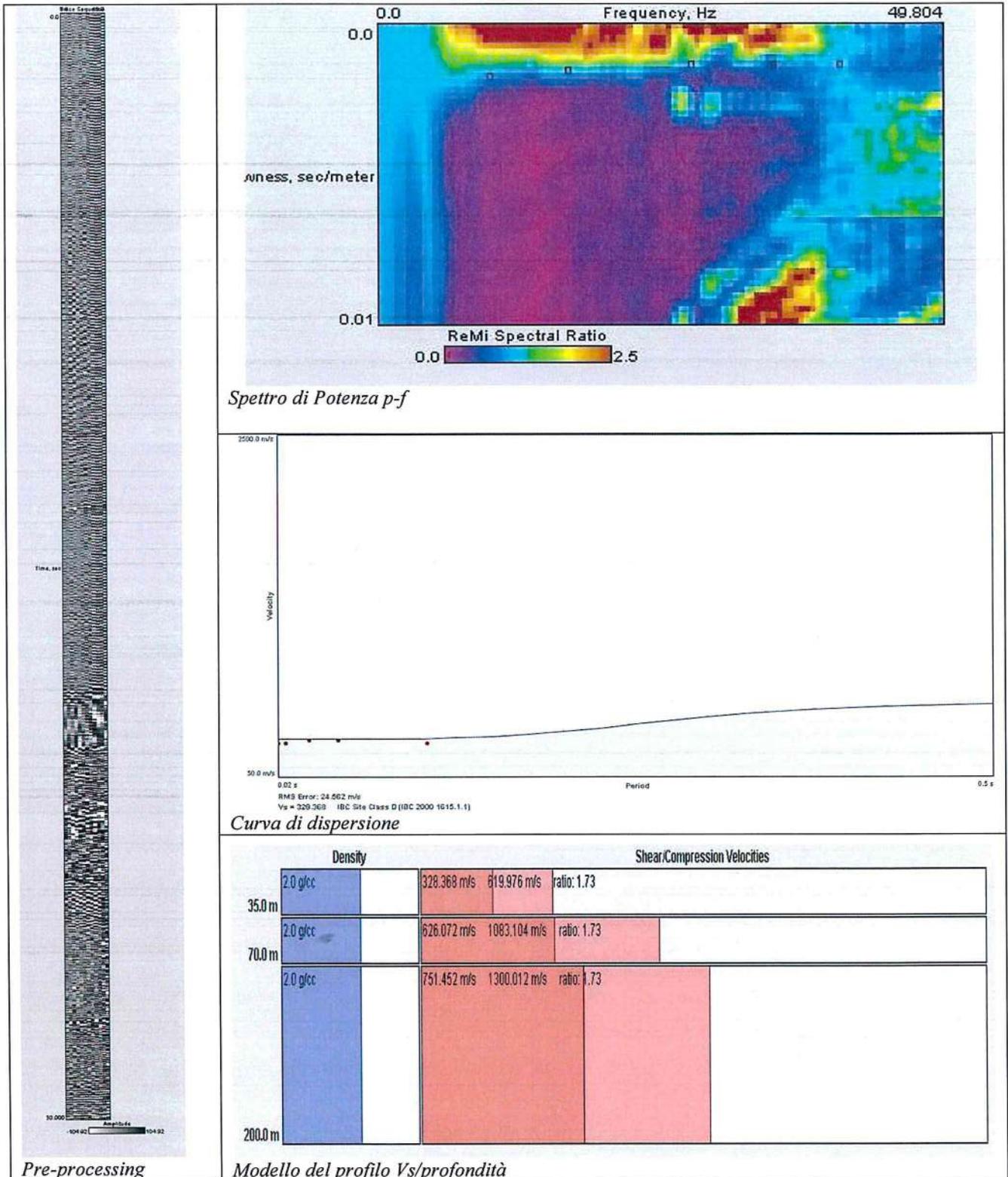
$$V_{s30} = \frac{30}{\sum h_i/V_i}$$

Da tale relazione è emerso un valore di  $V_{s30}$  di 328 m/sec.



Esecuzione profilo sismico Re.Mi





Le categorie di suolo individuate dal Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008, recante "Norme Tecniche per le costruzioni" sono le seguenti:

- A) ***Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi*** caratterizzati da valori di  $V_{s,30}$  superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m;
- B) ***Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $N_{SPT,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina) ;
- C) ***Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < N_{SPT,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina);
- D) ***Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti***, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  inferiori a 180 m/s (ovvero  $N_{SPT,30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} < 70$  kPa nei terreni a grana fina)

**E) Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con  $V_s > 800$  m/s).**

Il suolo di fondazione rientra pertanto nella **categoria C** con valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 e 360 m/sec; la litologia risulta perciò costituita da depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti.

Via

Lat.  Long.  Alt.  m

Datum

Parametri sismici

Lat. (ED50)  Long.(ED50)

Classe dell'edificio

Coefficiente d'uso  $C_u$

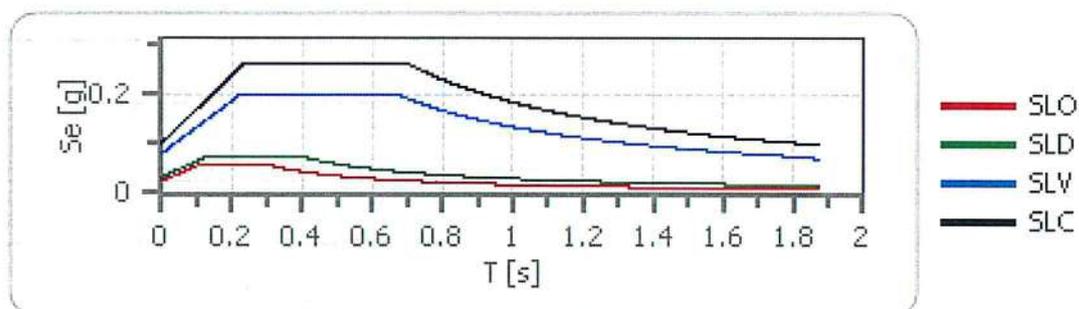
Vita nominale  anni

Interpolazione

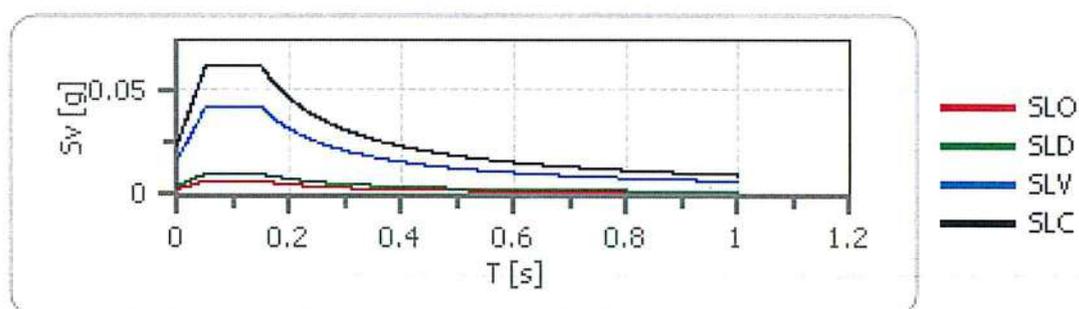
	Stato limite	$T_i$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C$ [s]
P.x	Operatività (SLO)	30	0.016	2.373	0.11
	Danno (SLD)	50	0.021	2.357	0.2
	Salvaguardia vita (SLV)	475	0.054	2.487	0.5
	Prevenzione collasso (SLC)	975	0.068	2.595	0.5
P.I	Operatività (SLO)	30	0.016	2.367	0.11
	Danno (SLD)	50	0.022	2.348	0.2
	Salvaguardia vita (SLV)	475	0.054	2.509	0.5
	Prevenzione collasso (SLC)	975	0.067	2.619	0.5

Periodo di riferimento per l'azione sismica

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



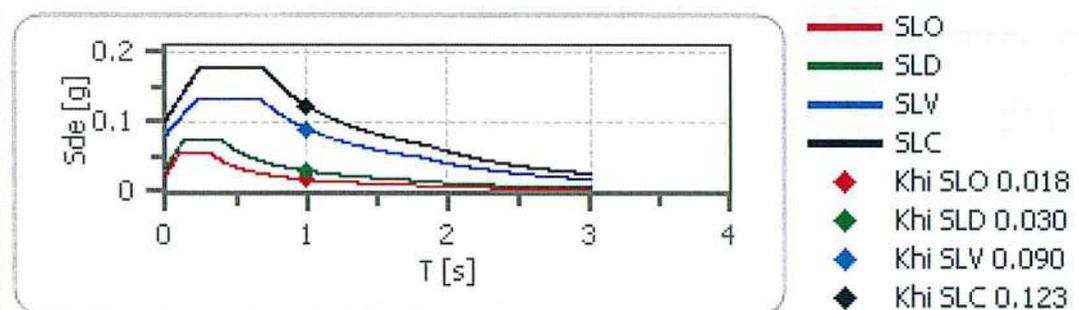
### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



Componenti orizzontali

Componenti verticali

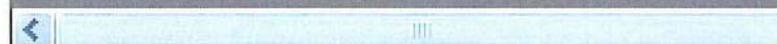
### Spettro di progetto delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]
SLO	1.0	0.016	2.373	0.162	1.500	1.920	1.000	1.500
SLD	1.0	0.021	2.358	0.232	1.500	1.700	1.000	1.500
SLV	1.0	0.054	2.485	0.518	1.500	1.300	1.000	1.500
SLC	1.0	0.068	2.592	0.550	1.500	1.280	1.000	1.500



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]
SLO	1.0	0.016	2.373	0.162	1	1.920	1.000	1.000
SLD	1.0	0.021	2.358	0.232	1	1.700	1.000	1.000
SLV	1.0	0.054	2.485	0.518	1	1.300	1.000	1.000
SLC	1.0	0.068	2.592	0.550	1	1.280	1.000	1.000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]
SLO orizzontale	1.0	0.016	2.373	0.162	1.500	1.920	1.000
SLO verticale	1.0	0.016	2.373	0.162	1.500	1.920	1.000
SLD orizzontale	1.0	0.021	2.358	0.232	1.500	1.700	1.000
SLD verticale	1.0	0.021	2.358	0.232	1.500	1.700	1.000
SLV orizzontale	1.0	0.054	2.485	0.518	1.500	1.300	1.000
SLV verticale	1.0	0.054	2.485	0.518	1.500	1.300	1.000

## **CONCLUSIONI**

Nel mese di aprile 2017, il sottoscritto ha eseguito uno studio geomorfologico di superficie, su un'area sita nel territorio comunale di Gallipoli, interessata dal piano di lottizzazione convenzionata del "Comparto R1 – Giardini", finalizzato alla verifica della compatibilità del progetto con gli strumenti di pianificazione territoriale, quali la Carta Idrogeomorfologica, il PAI, il PPTR di recente approvazione, Piano Tutela delle Acque ed il PTCP.

Lo studio ha inoltre previsto delle indagini geognostiche preliminari al fine di caratterizzare l'area da un punto di vista sismico e da un punto di vista meccanico per poter fornire dei parametri geotecnici utili ai fini del calcolo della capacità portante.

In fase di edificazione, come richiesto dal D.M. 14.01.2008, saranno poi eseguite delle indagini puntuali.

Dallo studio geo-idro-morfologico è emerso quanto segue:

- litologicamente affiorano delle sabbie concrezionate (calcareniti pleistoceniche e depositi dunari olocenici) che tuttavia risultano mascherate da una copertura di depositi alluvionali;
- geomorfologicamente, l'area è posizionata alle falde di un alto morfologico ad una quota topografica variabile di 5.0-9.0 metri s.l.m., con una morfologia pianeggiante, dolcemente degradante verso nord, in direzione del mare;

- idrologicamente l'area è priva di un reticolo idrografico, data la natura stessa delle formazioni affioranti nell'area, permeabili per porosità;
- idrogeologicamente si rinvencono due acquiferi: la falda "profonda", presente ad oltre 10 metri di profondità e quella "superficiale" contenuta nei depositi sabbiosi e sostenuta alla base da livelli limoso-argillosi ad essi intercalati, rilevata a circa 6.5 metri dal p.c..

Dopo aver consultato le cartografie tematiche redatte dalla Regione Puglia il PPTR (Piano Territoriale Paesaggistico Territoriale), dall'Autorità di Bacino della Puglia il PAI (Piano di Assetto Idrogeologico e la Carta Idrogeomorfologica), dalla Provincia di Lecce il PTCP (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale) ed infine dalla Regione Puglia il P.T.A (Piano di Tutela delle Acque), sono state eseguite delle indagini geognostiche consistenti in sei prove penetrometriche ed un'indagine sismica passiva per la caratterizzazione meccanica e sismica dell'area.

Dallo studio degli strumenti di pianificazione territoriale (Carta idrogeomorfologica e stralci del PPTR) è emerso che l'area oggetto di studio è scevra da qualsiasi emergenza geomorfologica ed idrogeologica e priva di qualsiasi segnalazione, tuttavia la parte a nord dell'area interessata dal progetto ricade in area identificata come territori costieri.

L'area interessata dall'intervento ***non ricade in alcuna area a pericolosità idraulica, né a pericolosità geomorfologica*** ne scaturisce che la lottizzazione del comparto R1 è conforme al PAI.

Dalla consultazione della cartografia PTCP emerge che l'area in esame non è una zona a probabilità di inondazione, tuttavia risulta un'area a media ed ad alta pericolosità rispetto agli allagamenti.

L'area indagata fa parte dell'Acquifero carsico salentino; esso risulta caratterizzato da fenomeni di contaminazione salina, non è presente il vincolo di protezione speciale idrogeologica.

Dalle indagini geognostiche è stata ricostruita la successione stratigrafica dei primi metri, sono stati caratterizzati meccanicamente i litotipi investigati ed è stata individuata la categoria sismica del suolo di fondazione.

- La successione litostratigrafica dell'area è data da 0.80-1.40 metri di terreno vegetale cui segue una sabbia limosa.
- I parametri geotecnici medi delle **Sabbie limose** ricavati dalle prove penetrometriche sono risultati i seguenti:

Densità relativa (%)	43
Angolo di attrito (°)	33
Modulo edometrico (kg/cmq)	64
Classificazione AGI	Moder. addens.
Coesione (kg/cmq)	0.0
Peso di volume (gr/cmc)	1.95
Modulo di Poisson	0.32
Modulo di def. a taglio (kg/cmq)	992
Modulo di reazione (kg/cmc)	3.71

- Avendo calcolato con l'indagine sismica passiva un valore di Vs30 di 328 m/sec, il suolo di fondazione rientra nella categoria C con valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/sec; la litologia risulta perciò costituita da depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti.

Per ciò che concerne le indagini geognostiche esse hanno mirato ad una caratterizzare dell'area da un punto di vista sismico e meccanico, in via preliminare, utili ai fini del calcolo della capacità portante.

In fase di edificazione, come richiesto dal D.M. 14.01.2008, saranno poi eseguite delle indagini puntuali.

Ruffano, aprile 2017

IL GEOLOGO  
Dott. Marcello De Donatis