



Comune di Taranto

Provincia di Taranto

Progetto per l'attuazione del P.N.R.R.:  
Missione M2C2 – Energia Rinnovabile

**“LOTTO COSTITUITO DA n° 3 IMPIANTI  
AGRIVOLTAICI IN SINERGIA FRA  
PRODUZIONE ENERGETICA ED  
AGRICOLA NO-FOOD IN AREA SIN“**

**Sito in agro di Taranto**

**Denominazione Progetto: “ABATERESTA“**

**Potenza elettrica installata: DC 21,97 MW – AC 17,85 MVA**  
(Rif. Normativo: D.Lgs 387/2003 – L.R. 25/2012 – D.Lgs 28/2011)

Proponente:

**SKI 10 S.r.l.**

Via Caradosso, 9 - MILANO



del gruppo:

**RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA**

Progettazione a cura:

**SEROS INVEST ENERGY**

c.da Lobia, 40 – 72100 BRINDISI

email [infoserosinvest@gmail.com](mailto:infoserosinvest@gmail.com)

P.IVA 02227090749

Consulente:

**Dott. Geol. Giuseppe MASILLO**

Iscr. N° 204 Albo Geologi Regione Puglia

[geologomasillo@gmail.com](mailto:geologomasillo@gmail.com)

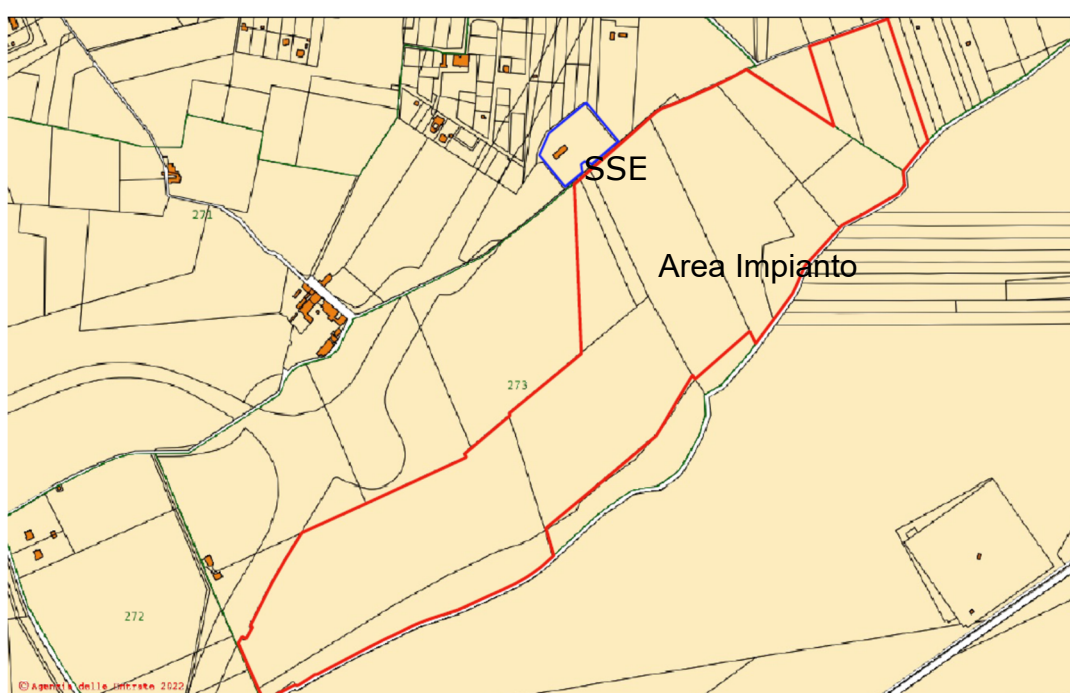
## INDICE

1	PREMESSA	2
2	LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO	4
3	CARATTERISTICHE DEL PROGETTO	5
4	LINEAMENTI GEOLOGICI GENERALI	5
4.1	<i>Geomorfologia</i>	5
4.2	<i>Geologia</i>	6
4.3	<i>Tettonica e Geomorfologia</i>	12
4.4	<i>Idrografia superficiale</i>	14
5	GEOLOGIA DI DETTAGLIO	15
6	SISMICITA' DEL TERRITORIO	17
7	RISULTATI DELL'INDAGINE SISMICA	18
7.1	Strumentazione e metodologia	21
7.2	Interpretazione delle misure eseguite	23
7.3	Modello sismico locale	24
7.4	Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche	26
8	RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI TERRENO.	28
8.1	Parametri geotecnici dei terreni di fondazione misurati durante le indagini in situ su campioni indisturbati prelevati nel centro urbano di Taranto	30
8.2	Interpretazione delle prove di Laboratorio sui campioni indisturbati con litologia e condizioni deposizionali simili.	34
9	CARATTERISTICHE IDROGEOMORFOLOGICHE DELL'AREA	37
9.1	<i>Considerazioni sulle condizioni idrogeomorfologiche prima e dopo la realizzazione delle opere.</i>	38
10	CONSIDERAZIONI SUL RISPETTO DELLE NORME PREVISTE DAL D.M.11.03.1988 IN MERITO ALLE INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE. LE CONDIZIONI IDROGEOMORFOLOGICHE PRIMA E DOPO LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE.	39
11	CONCLUSIONI	42

## 1 PREMESSA

E' stata eseguita una indagine geologica e sismica finalizzata alla realizzazione di un impianto fotovoltaico CP E-DISTRIBUZIONE della potenza elettrica installata in DC di 21,97 MW ed in AC 17,85 MVA nel territorio del Comune di Taranto alla C.da Abateresta, su un'area individuata in catasto come segue:

- Area d'Impianto: nei Fogli 273 (p.lle 2, 5, 6, 8, 9, 13, 14, 16, 20, 42, porzione della 40) e 266 (p.lle 46, 57, 65);
- CP E-DISTRIBUZIONE esistente nel Foglio 271 p.lla 111.



Lo studio è finalizzato a determinare:

- la modellazione geologica del sito che comprende la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento.
- La relazione comprende, sulla base dei rilievi e indagini svolte, la identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura del sottosuolo e dei caratteri fisici degli ammassi, definisce il modello geologico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, nonché i conseguenti livelli delle pericolosità geologiche.
- modellazione geotecnica in base al piano delle indagini da svolgere, cioè la definizione dello schema rappresentativo del volume significativo di terreno, suddiviso in unità omogenee sotto il profilo fisico-meccanico, che devono essere caratterizzate con

riferimento allo specifico problema geotecnico. Nel modello geotecnico di sottosuolo devono essere definiti il regime delle pressioni interstiziali e i valori caratteristici dei parametri geotecnici.

Infine sarà definita la categoria di sottosuolo ai sensi del DECRETO 17 gennaio 2018 del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI ed a definire l'impatto che il progetto possa avere sulle componenti geologiche e geomorfologiche dell'area.

Il Testo unico definisce le procedure con cui effettuare una modellazione geologica e geotecnica del sito interessato da opere interagenti con i terreni e rocce. Perciò in ottemperanza alle prescrizioni del suddetto decreto sono state svolte delle indagini per la caratterizzazione dell'area in oggetto, per la definizione del modello geologico del terreno, per la definizione delle caratteristiche geotecniche, definizione dei caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici. Il programma delle indagini è stato articolato come segue:

- Consultazione dei dati geotecnici stratigrafici e idrogeologici relativi a indagini eseguite dallo scrivente su tutto il territorio di Taranto;
- Rilievo geologico e geomorfologico;
- Prove di laboratorio sui litotipi affioranti.

In particolare l'indagine eseguita nel rispetto dei Punti 6.2.1 e 6.2.2 delle NTC - D.M. 17/01/2018 è stata mirata alla definizione delle successioni stratigrafiche e dei rapporti intercorrenti tra i vari litotipi che direttamente o indirettamente condizionano le opere in progetto, individuando in particolare:

- la stratigrafia dell'area e l'eventuale spessore dei terreni di copertura da sbancare;
- presenza o meno di falda d'acqua superficiale.
- le caratteristiche meccaniche e la capacità portante del banco di fondazione;
- categoria del suolo e Vs30 determinata mediante l'esecuzione di rilievi tomografici con l'ausilio di Tromino.

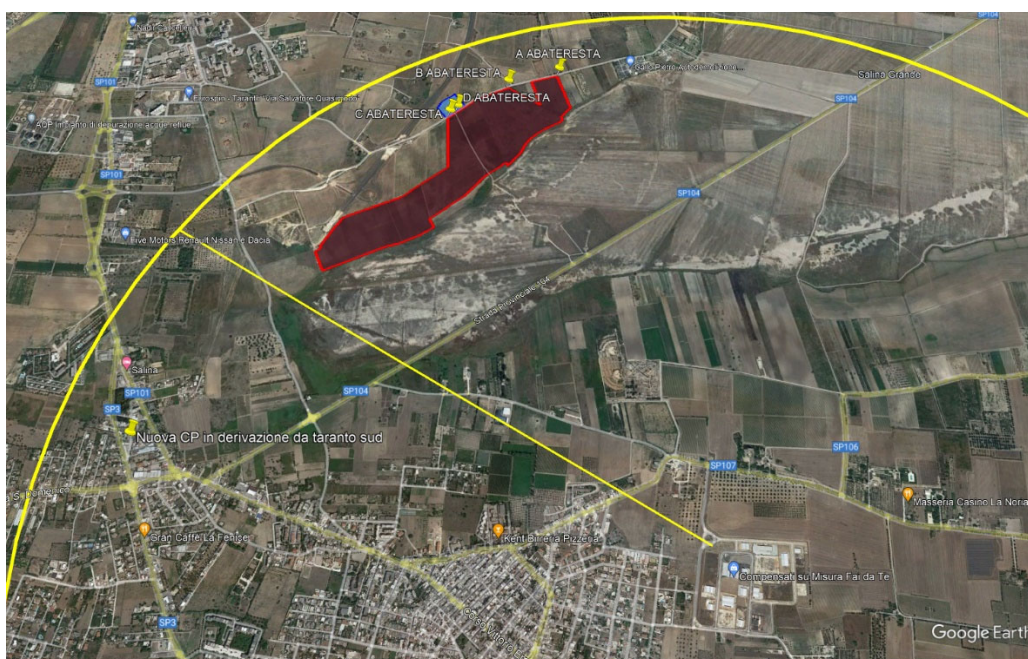
Esso è articolato come segue:

- Consultazione della documentazione bibliografica storica esistente;
- Consultazione di indagini sismiche e geognostiche eseguite dallo scrivente sul territorio del Comune di Taranto;
- Esecuzione di una campagna sismica mediante tomografo portatile;
- Verifica del punto B.3 - Ampiezza dell'indagine: atteso che la norma prevede *“che lo studio geotecnico deve essere esteso alla parte del sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il comportamento del*

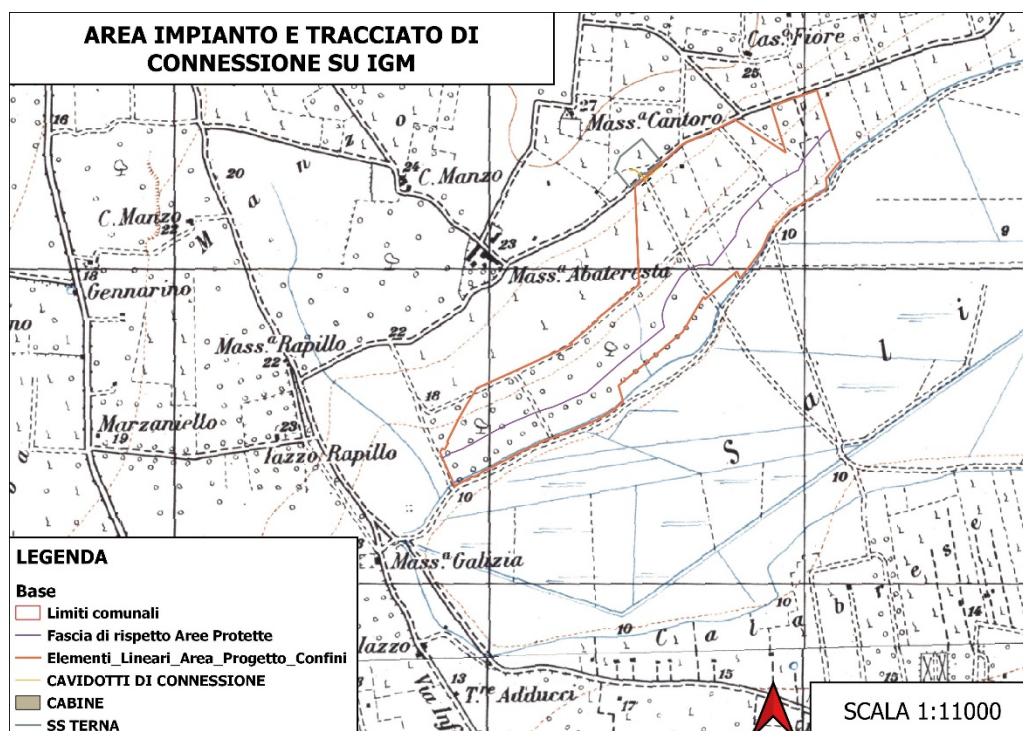
manufatto stesso (volume significativo). L'ampiezza dell'indagine deve perciò essere proporzionata alle dimensioni, al tipo, alle caratteristiche strutturali, all'importanza dell'opera, alla complessità del sottosuolo ed allo stato delle conoscenze sulla zona in esame”.

## 2 LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

L'ubicazione dell'impianto è nella parte sud-est del territorio comunale di Taranto, e a nord della Frazione di Talsano.



Localizzazione su base ortofotografica



Inquadramento su base IGM

### **3 CARATTERISTICHE DEL PROGETTO**

L'installazione fotovoltaica avrà una potenza elettrica installata in DC di 21,97 MW ed in AC 17,85 MVA nel territorio del Comune di Taranto alla C.da Abateresta.

L'impianto da installare sarà della più avanzata tecnologia esistente, corredato da certificazioni rilasciate da organismi internazionali.

L'aspetto più significativo in termini di sostenibilità è la forte riduzione di impatto ambientale rispetto ai metodi tradizionali di produzione energetica. L'energia fotovoltaica, infatti, è inesauribile e la sua utilizzazione è indipendente dagli effetti di mercato poiché l'attuazione di questa infrastruttura offre l'approvvigionamento in forma ottimale di una delle risorse naturali proprie del territorio pugliese, quale è il sole.

L'energia generata in questo parco sarà consegnata nella rete elettrica di proprietà della società Enel Distribuzione.

### **4 LINEAMENTI GEOLOGICI GENERALI**

#### ***4.1 Geomorfologia***

L'area di Taranto, affacciata sul Mar Ionio, è situata lungo la linea costiera della regione geomorfologica denominata Arco Ionico Tarantino. Esso si estende dal livello del mare fino all'estremità meridionale dell'altopiano delle Murge e confina ad Est con la Penisola Salentina e ad Ovest con la Fossa Bradanica.

Nell'area sono presenti configurazioni morfologiche differenti da zona a zona; si passa infatti da una morfologia più "resistente" e leggermente mossa, in corrispondenza degli affioramenti calcarei e calcarenitici, a zone pressoché pianeggianti degradanti dolcemente verso il mare, nelle quali affiorano in predominanza i depositi sciolti quaternari.

In particolare, a partire dal confine meridionale dell'Altopiano delle Murge, denominato Murgia Ionica, e nell'area compresa tra le ultime colline plioceniche della Lucania ad Ovest e la Murgia Tarantina ad Est, ad una quota variabile tra i 100 e i 150 metri s.l.m., una serie di ripiani inizia a degradare, in parte dolcemente e in parte con bassi gradini, verso il Golfo di Taranto. Tali terrazzi limitati da scarpate rappresentano l'elemento morfologico predominante in tutta l'area.

Prima di giungere fino al mare, questa conformazione morfologica viene sostituita da una pianura costiera angusta ed irregolare che si estende parallela alla costa. Un'ulteriore fascia di dune litorali separa la pianura costiera dal mare.

L'assetto strutturale è, quindi, dominato dai calcari cretacei che giacciono in monoclinali suborizzontali o blandamente deformati in ampie pieghe a grande raggio di curvatura, i cui fianchi sono disarticolati da faglie dirette subverticali.

La presenza in affioramento di litologie calcaree o terrigene suddivide l'area di Taranto in due porzioni di territorio con differenti caratteristiche morfologiche.

Laddove affiorano calcari e calcareniti, in quella parte dell'entroterra di Taranto che da 50 m s.l.m. va elevandosi di quota verso l'interno fino a raggiungere 300 m senza brusche variazioni altimetriche, si riscontrano forme più aspre, legate all'erosione lineare delle gravine, generalmente orientate in direzione N-S. Le incisioni attraversano l'intero spessore dei depositi calcarenitici, che offrono minore resistenza all'erosione, e si attestano sui calcari cretacei. Su tali rocce si esplicano gli effetti del fenomeno carsico, con la formazione di forme di erosione come doline, inghiottitoi e grotte a sviluppo orizzontale.

Nell'area a S e SE di Massafra, dove affiorano i depositi terrigeni fluviali e marini che ricoprono le Argille Subappennine, si estende una tipica piana costiera la cui morfologia estremamente dolce, raccorda la zona precedentemente descritta da quota 50 m al mare. Altro elemento morfologico, caratterizzante entrambe le aree, è rappresentato dai terrazzi di origine marina, che si estendono con continuità su tutta l'area; nella piana costiera, la direzione delle scarpate dei terrazzi è subparallela alla linea di costa attuale, mentre nella zona di affioramento dei calcari questa direzione ruota fino ad assumere andamento NW-SE.

Sono infine presenti aree leggermente depresse in terreni a contenuto argilloso che, avendo un drenaggio naturale superficiale di tipo endoreico, costituiscono spesso zone acquitrinose e palustri.

#### **4.2 Geologia**

Dal punto di vista geologico la Puglia ha un ruolo di Avampaese nel sistema orogenetico che ha portato alla formazione della Catena Appenninica. Il territorio comunale di Taranto si trova al limite tra il dominio dell'Avampaese Apulo e quello dell'Avanfossa Appenninica (Fossa Bradanica).

L'Avampese Apulo è caratterizzato da una spessa successione di roccia calcarea, e in subordine dolomitica, di età mesozoica, la cui parte affiorante è nota in bibliografia con il nome di "Gruppi dei Calcari delle Murge", costituiti da due unità litostratigrafiche principali: "Calcari di Bari" (Cretaceo inf. medio) e "Calcare di Altamura" (Cretaceo sup.); quest'ultima affiora proprio nel territorio di Taranto. I calcari, verso il lato bradanico delle Murge, sono ribassati a gradinata fino al fronte della Catena Appenninica dove si rinvencono al di sotto di una spessa copertura di depositi appartenenti al ciclo sedimentario plio- pleistocenico della "Fossa Bradanica. I termini basali di questo ciclo sedimentario sono rappresentati dalle formazioni geologiche delle "Calcarenite di Gravina", "Argille subappennine", "Calcarenite di M. Castiglione", che affiorano estesamente nel territorio comunale di Taranto. Su queste unità litostratigrafiche durante il ritiro del mare presso le attuali coste, si sono accumulati depositi terrazzati, marini e continentali.

Nell'area del territorio di Taranto, facendo riferimento alla Carta Geol. d'Italia F.202 "Taranto" e a successivi studi specialistici (tra cui: "Carta geologica delle Murge e del Salento", CIARANFI ET AL., 1988; RICCHETTI, 1967, 1970, 1972; CIARANFI ET AL. 1971) si distinguono le seguenti formazioni geologiche, dal basso verso l'alto, dalla più antica alla più recente:

- Calcare di Altamura ( Cretaceo sup.);
- Calcareniti di Gravina ( Pliocene sup. - Pleistocene inf.);
- Argille sub-appennine ( Pleist. Inf. - Emiliano);
- Depositi Marini Terrazzati ( Pleist. medio - sup.);
- Depositi alluvionali e di spiaggia attuali e recenti (limi lagunari e palustri sabbie, dune costiere).



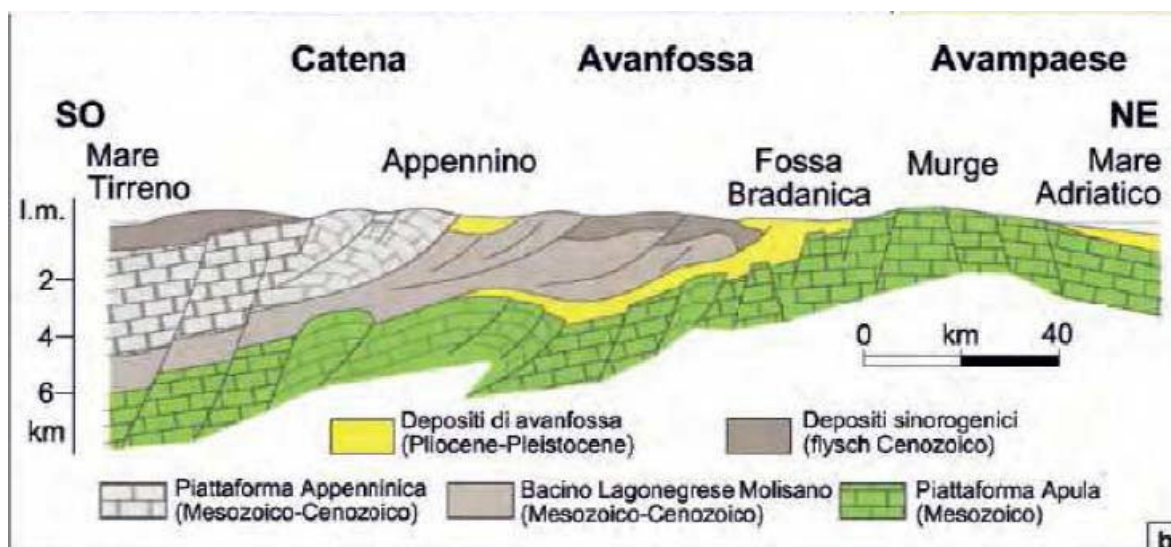
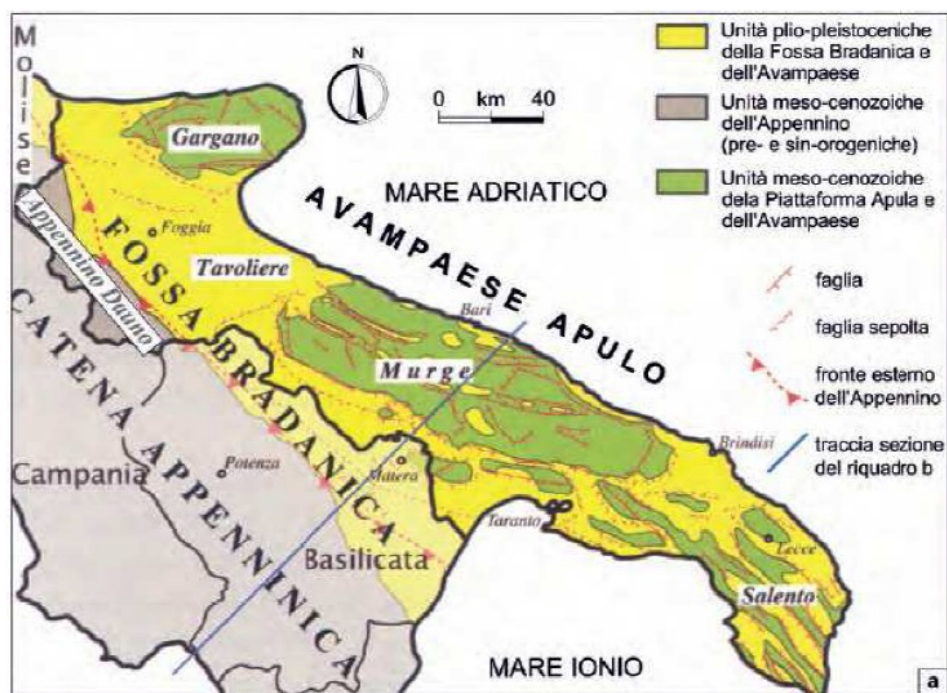
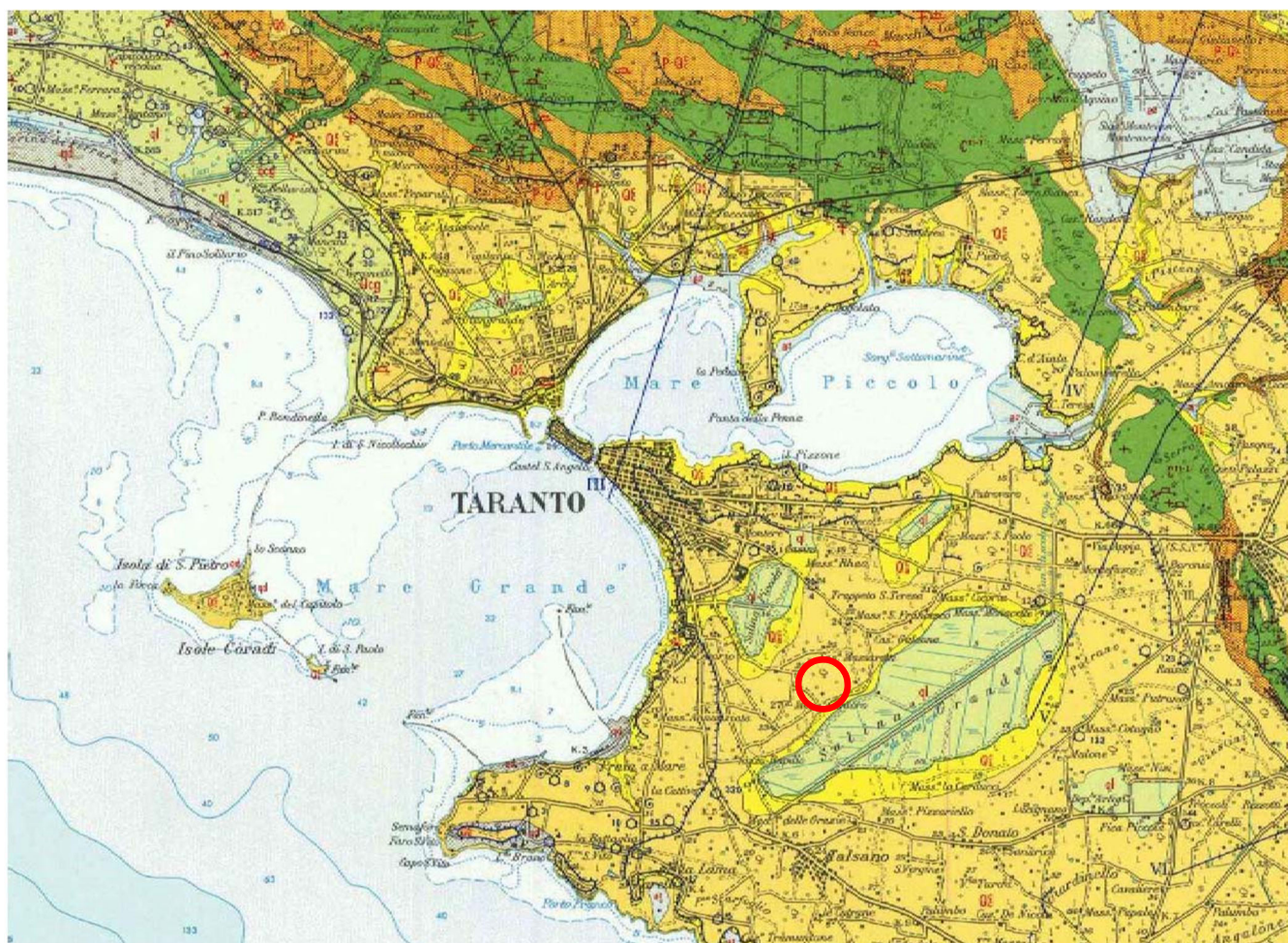
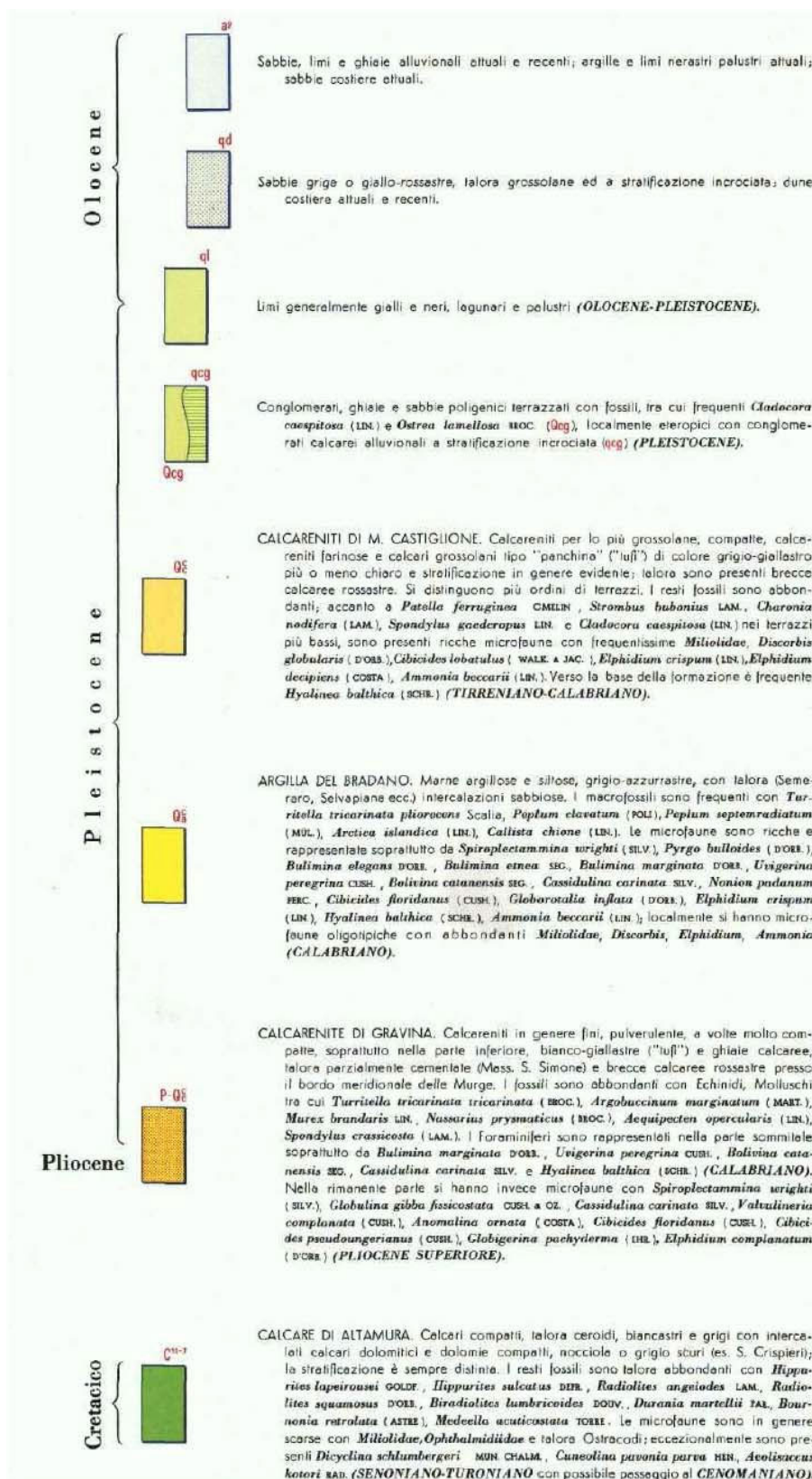


Fig. 1\_a) Carta geologica schematica dell'Italia meridionale (mod., da PIERI et alii, 1997); b) sezione geologica dell'Italia meridionale (mod., da SELLA et alii, 1988).



Carta Geologica scala 1:100.000



Legenda della carta geologica

**Calcarea di Altamura (Cretaceo superiore):** questa unità litostratigrafica costituisce la litologia più antica presente nell'area; si tratta di calcari micritici, compatti, di colore bianco a luoghi fossiliferi. Si presentano stratificati, con giacitura sub-orizzontale o al più, gli strati risultano inclinati di alcuni gradi con una leggera immersione verso sud sud-est. La stratificazione viene, spesso, obliterata da un'intensa rete di fratture irregolari riempite in alcuni casi di terra rossa. I calcari affiorano in una serie di rilievi allineati NNO-SSE tra Crispiano e Lizzano. Nel territorio del Comune di Taranto affiora in superficie nell'area a Nord del Mar Piccolo, dove è insediata la zona P.I.P. in contrada Carmine e nel Quartiere Paolo VI (foto) e a nord est del II seno del Mar Piccolo nei pressi di Masseria Le Lamie. Nella zona di Taranto città i calcari sono presenti a profondità variabili dai 15 ai 50 m. Verso la zona sud, il tetto della formazione va approfondendosi raggiungendo anche i 200 m ed oltre, ed è coperto dai depositi plio- pleistocenici. Sulla base delle indicazioni provenienti dalle stratigrafie relative ai pozzi per acqua scavati negli anni 50-60 dall'Ente Irrigazione a nord della Salina di Taranto i calcari sono presenti ad una profondità di circa 80 m dal piano di campagna, per scendere ad oltre 280 metri nella zona a sud della Salina. In corrispondenza del Molo S. Cataldo nel porto Mercantile di Taranto si rinviene a circa 67,00 m dal p.c. ossia 66 m sotto il l.m.

**Calcareniti di Gravina (Pliocene sup. - Pleistocene inf.):** tale formazione poggia in trasgressione sul Calcarea di Altamura. Lo spessore è variabile e segue l'andamento irregolare del basamento calcareo. Si tratta di biocalcareniti porose, variamente cementate, biancastre o giallognole, fossilifere; sono massive, a luoghi stratificate in banchi con giacitura sub- orizzontale. Localmente, in corrispondenza della superficie di trasgressione, si rinviene un orizzonte discontinuo di breccia calcarea rossastra ad elementi carbonatici poco elaborati. Nel territorio comunale di Taranto le calcareniti si osservano in affioramento solo in corrispondenza della Gravina di Mazzaracchio e del Fosso la Felicia (a nord- della Zona PIP -Contrada Carmine) e nei pressi di Mass. S. Teresa

**Argille sub-appennine (Pliocene sup. - Pleistocene inf.):** questa formazione risulta in continuità stratigrafica con le Calcareniti di Gravina. Si tratta di argille marnoso-siltose con intercalazione sabbiose, di colore grigio-azzurro che sfuma al giallastro, se alterate,; l'ambiente di sedimentazione è di mare profondo. Tale formazione affiora in superficie lungo le sponde del Mar Piccolo e sono ben osservabili lungo le Falesie di Punta Penna e de" il Fronte", nell'area del Porto mercantile di Taranto fino a tutta la zona da cui inizia il Ponte di

Porta Napoli (o ponte di pietra) e a seguire lungo tutta la sponda settentrionale del I Seno del Mar Piccolo, al disotto di terreni più recenti (Depositi calcarenitici del Tirreniano, DMT), affiora inoltre nella zona della Salina piccola, della Salina grande e di Palude Erbara.

Tali litotipi argillosi si rinvengono in Taranto città a profondità variabile tra 5-8 m dal p.c. al di sotto dei depositi sabbioso-calcarenitici dei Terrazzi Marini.

**Depositi Marini Terrazzati (Pleistocene medio superiore):** questi depositi poggiano con contatto trasgressivo su superfici di abrasione incise, a vari livelli, nei termini della serie plio-pleistocenica della Fossa Bradanica (Argille subappennine, Calcarenite di Gravina) e in qualche caso direttamente sui calcari cretacei. Nell'entroterra del Golfo di Taranto, sono stati individuati sei episodi sedimentari relativi ad altrettante superfici terrazzate poste a quote via via più basse. Tali depositi affiorano estesamente verso la costa, presentano un buon grado di diagenesi e hanno uno spessore residuo affiorante dell'ordine dei 5-6 m.

**Depositi attuali e recenti costituiti da:** sabbie grigie e giallo rossastre, talora grossolane e a stratificazione incrociata: dune costiere;

depositi alluvionali : sono costituiti da sabbie, limi e ghiaie alluvionali attuali e recenti la cui natura è legata ai litotipi attraversati dai corsi d'acqua e alla morfologia dei versanti. Questi depositi si accumulano in zone morfologicamente depresse e lungo i corsi d'acqua e hanno modesti spessori.

Limi lagunari e palustri: si tratta di limi generalmente gialli e neri che rappresentano il deposito di zone paludose quali quelli che si rinvengono a "il Padule" a nord del Cimitero di Taranto, nella Salina Grande e nella Salina Piccola.

#### **4.3 Tettonica e Geomorfologia**

Per quanto riguarda l'assetto tettonico dell'area tarantina, esso riflette la storia geologica del territorio pugliese. Si osserva, infatti, una concordanza tra morfologia e tettonica: i rilievi corrispondono ad alti strutturali (horst) costituiti litologicamente dalla formazione più antica costituita dal Calcare di Altamura, mentre le aree più pianeggianti corrispondono a zone strutturalmente depresse (graben), riempite dalle più recenti coperture sedimentarie.

I calcari cretacei, ribassati a gradinata, formano un'estesa monoclinale con immersione a S-SO, complicata da blande pieghe e interrotta da sistemi di faglie normali di direzione ONO-ESE.

Nei dintorni del Mar Piccolo, i calcari mesozoici affiorano in una serie di rilievi allineati NNO-SSE tra Crispiano e Lizzano in cui si delinea una anticlinale, detta di Statte, separata dalle Murge dalla sinclinale di Mottola-Lizzano.

La copertura sedimentaria deposta in seguito alla trasgressione plio-pleistocenica in tutto il territorio tarantino (ossia i termini basali della sequenza della Fossa Bradanica: Calcarenite di Gravina e Argille subappennine) mostrano di non aver subito la fase tettonica disgiuntiva che ha interessato i calcari cretacei ma, insieme a questi ultimi, ha però subito lenti sollevamenti differenziati nel tempo, che hanno portato alla deposizione in terrazzi dei sedimenti dei cicli marini post-calabrianici (nell'area sono stati riconosciuti fino a 11 ordini di terrazzi).

Gli effetti del sollevamento tettonico post-calabrianico, insieme con le oscillazioni glacioeustatiche, si osservano nella configurazione del paesaggio con tipiche forme di coste in sollevamento, rappresentate da una successione di ripiani digradanti verso il mare.

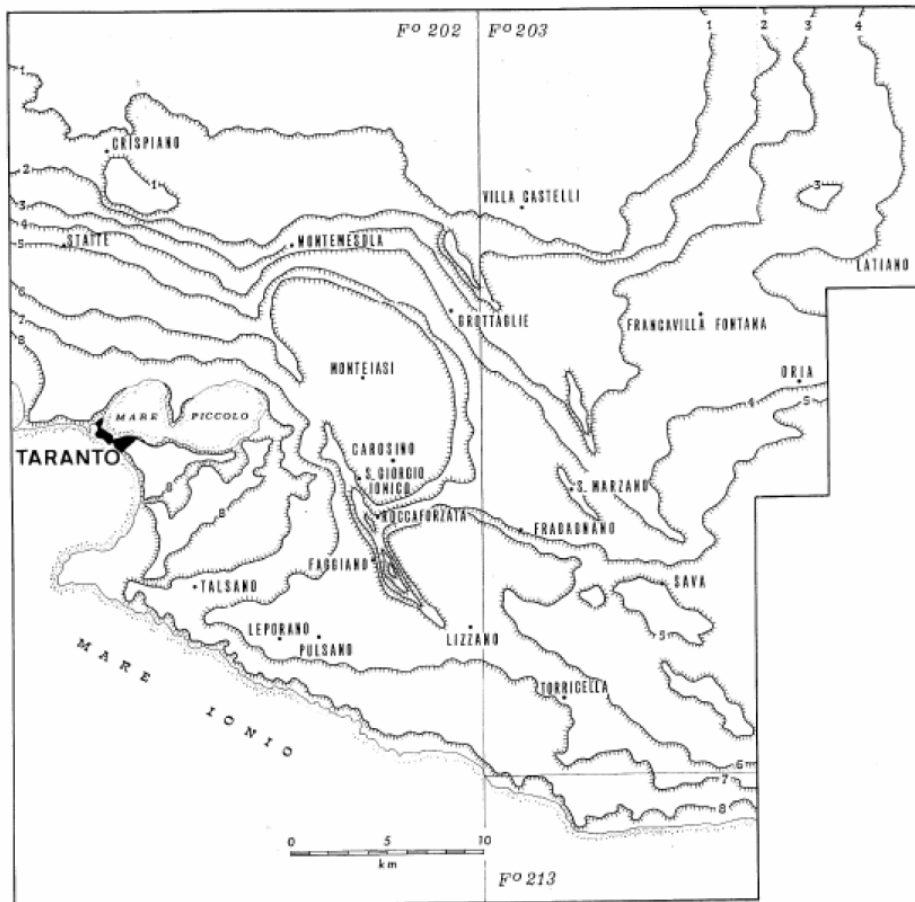
Questi ripiani corrispondono rispettivamente a superfici di spianamento marino, sia di accumulo che di abrasione, e a paleolinee di costa. La morfologia è resa più viva dalla presenza di profondi canali, le cosiddette "gravine" che incidono la piana anche per qualche decina di metri mettendo a giorno terreni più antichi della successione stratigrafica, come nella parte ovest del territorio Tarantino dove si individua la "Gravina Gennarini" parte di valle ( che convoglia nel canale della Stornara che a sua volta si immette nel Fiume Tara) e a nord del Mar Piccolo dove si delineano il il Fosso "La Felicia" e la gravina di "Mazzaracchio" che incidono il territorio nei pressi di Contrada Carmine, tra Statte e Taranto.

L'andamento delle antiche linee di riva sembra indicare che l'attuale bacino del Mar Piccolo ha cominciato a delinearsi in un'epoca immediatamente successiva al deposito dei sedimenti del III ciclo marino post-calabrianico. Infatti, mentre le linee di riva e i depositi dei cicli più antichi (I-II ciclo) si estendono ad est, verso Francavilla Fontana e Latiano, indicando una comunicazione tra il Mar Jonio ed il Mar Adriatico, le linee di riva e di depositi dei cicli più recenti (III-IV) formano, nella zona tra Montemesola, Grottaglie, Monteparano e San Giorgio Jonico, archi di cerchi grosso modo concentrici e sempre più vicini all'attuale linea di costa del Mar Piccolo di Taranto (Ricchetti, 1967 e 1972 , Fig. 5-6).

L'abitato di Taranto è impostato sull'ultimo terrazzo marino, del Tirreniano, delimitato dalla ripa costiera post-tirreniana osservabile intorno al Mar Piccolo lungo la sponda settentrionale (nei pressi di Masseria Saracino, di Mass. S. Teresiola) e lungo tutta l'area

dei giardini della Villa Peripato di Taranto e del Lungo Mare obliterata però dall'antropizzazione.

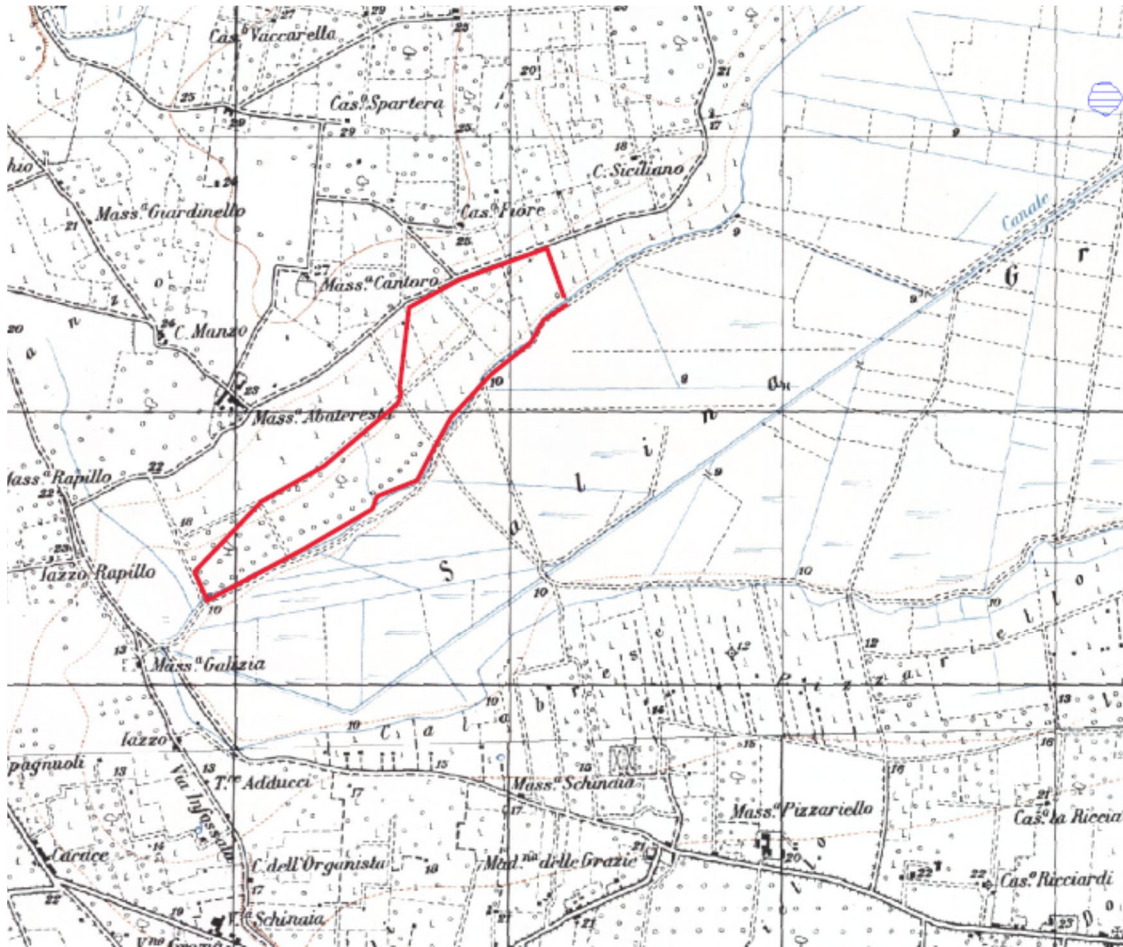
Un altro elemento geomorfico che si riconosce nel territorio di Taranto è la presenza di aree depresse e conchiformi che rappresentano le ultime terre emerse intorno all'attuale Mar Piccolo. Si tratta della Salina Grande, la Salina Piccola o "Salinella", la Palude Erbara e la fossa di S. Brunone con il piano collocato a quote differenti. Queste conche rappresentavano, quindi, le aree paludose.



Ricostruzione schematica dell'andamento delle ripe costiere pleistoceniche nei dintorni di Taranto  
Legenda: 1-ripa calabriana( in fase di regressione); 2,3,4,5,-ripa postcalabrianee pretirreniane; 7-ripa tirreniana;  
8- ripa post-tirreniana (G.Ricchetti, 1967)

#### **4.4 Idrografia superficiale**

I corsi d'acqua più cospicui sono quelli che circoscrivono perimetralmente la salina Grande e quello centrale che divide in due porzioni l'area, denominato Canale di Bonifica.



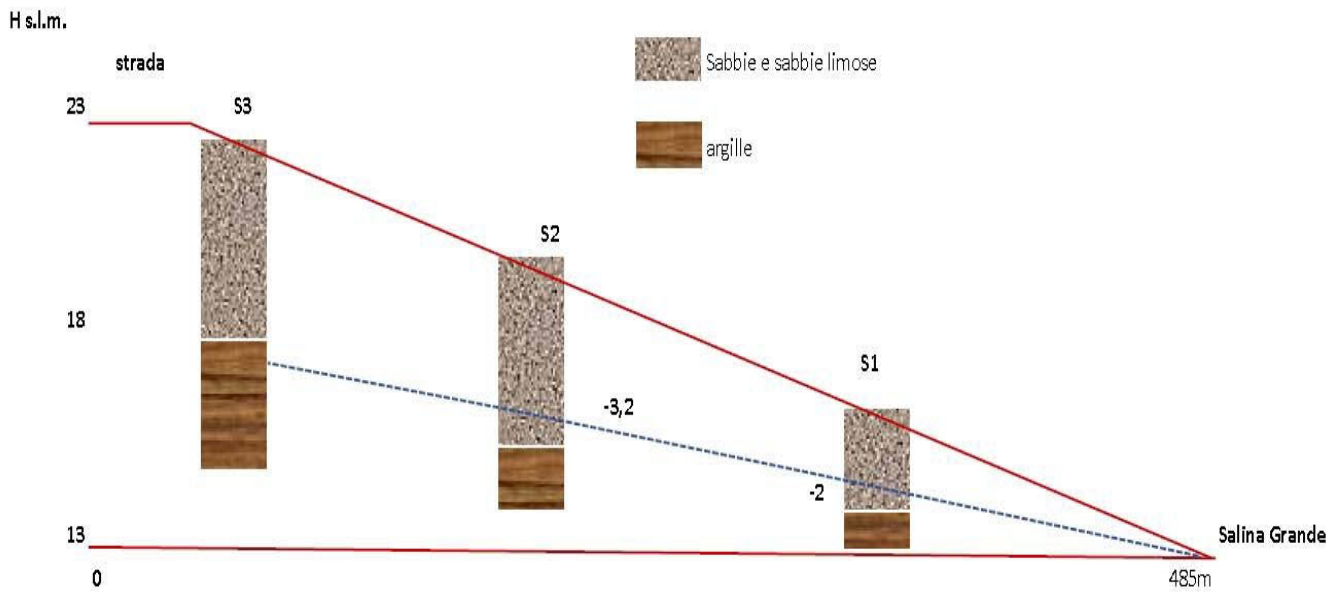
## 5 GEOLOGIA DI DETTAGLIO

Sulle aree in oggetto è stata svolta una indagine preliminare finalizzata all'individuazione della stratigrafia, onde addivenire ad un più preciso modello concettuale, alla presenza e profondità della falda al fine di realizzare un impianto agrivoltaico.

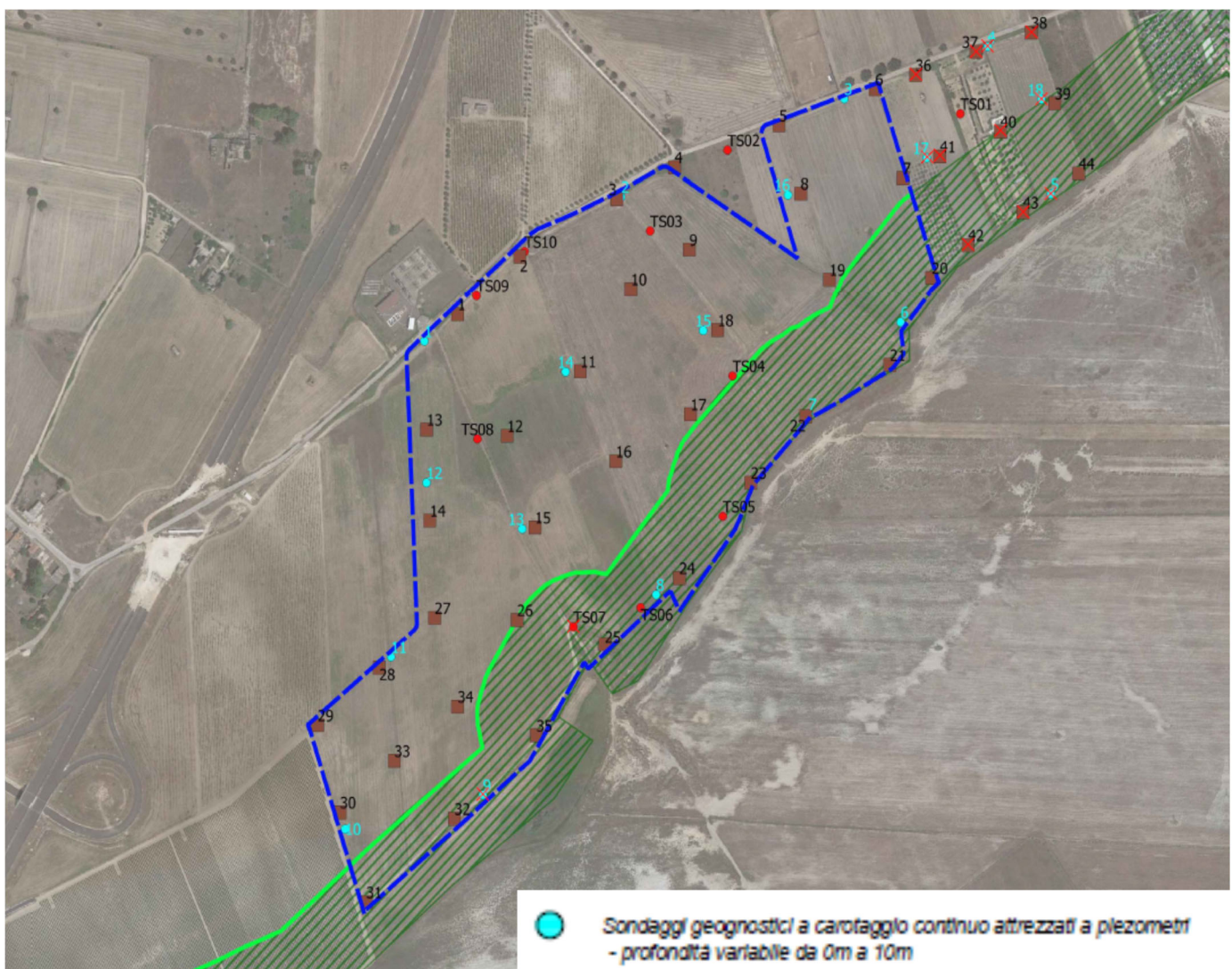
Sono stati effettuati n.19 sondaggi geognostici poi attrezzati a piezometri che hanno raggiunto lo strato argilloso presente nell'area. E' stata verificata la presenza o meno della falda superficiale (freatica). Le risultanze indicano la seguente stratigrafia:

La sezione geologica e idrogeologica individuata preliminarmente nell'area indagata è la seguente:





Rapporti stratigrafici ed andamento della falda



Nei n.19 piezometri è stata verificata la stratigrafia e la granulometria dei litotipi affioranti, nonché il livello piezometrico della falda freatica.

In allegato tutti i log stratigrafici eseguiti, dai quali si evince che il volume significativo ai fini della realizzazione del progetto è costituito da limi sabbiosi ed argillose, ed argille in taluni casi.

## 6 SISMICITA' DEL TERRITORIO

Il territorio comunale di Taranto è classificato ai sensi dell'O.P.C.M. n. 3274 del 23.03. in zona sismica 3.

<b>Zona sismica 3</b>	<b>Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti.</b>
-----------------------	--

L'O.P.C.M. 3519 del 28 Aprile 2006 ha definito i "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (G.U. n.108 del 11/05/2006)"

La mappa riportata di seguito individua la pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione del suolo ( $a_g$ ), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi caratterizzati da  $V_{s30} > 800$  m/s (ovvero categoria A).

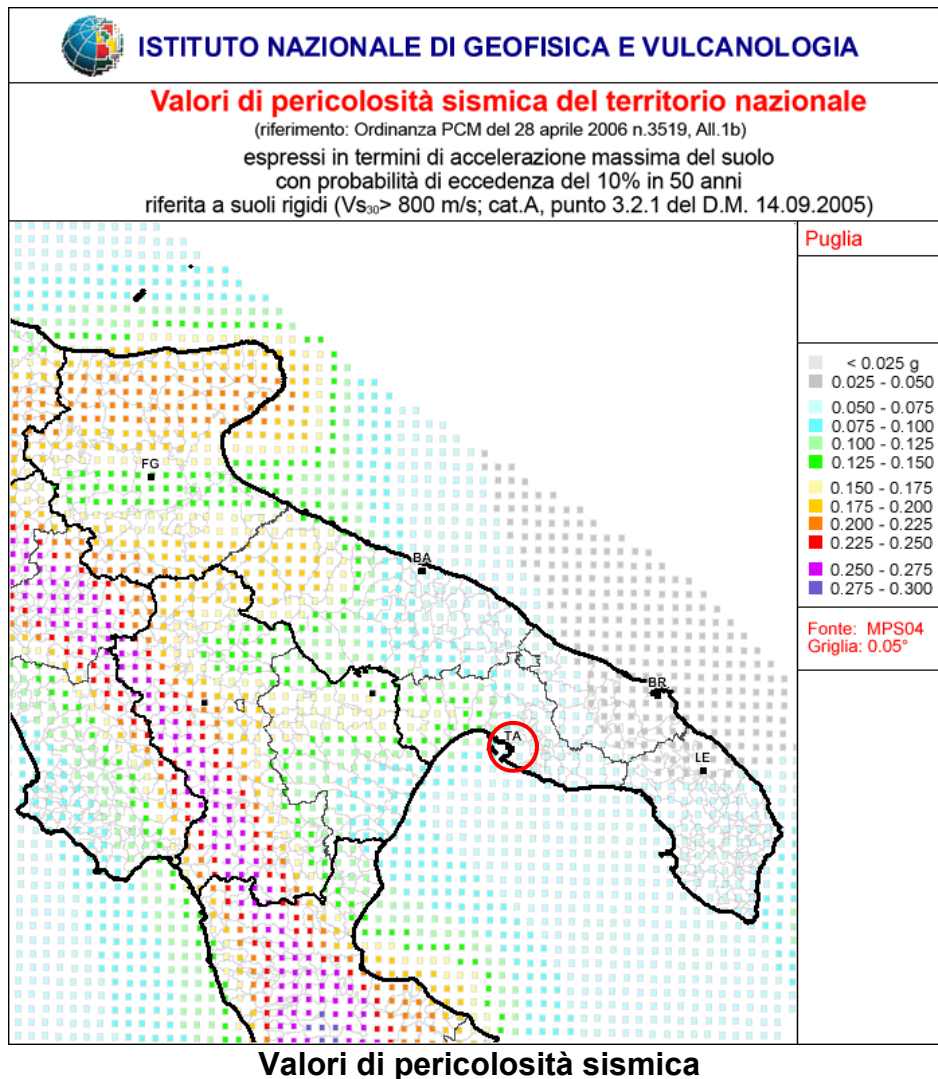
Il comune di Taranto rientra in un'area caratterizzata da valori di accelerazione del suolo ( $a_g$ ) compresa tra 0.05 e 0.015 m/s.

Nella seguente Tabella 1 è individuata ciascuna zona secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo  $a_g$ , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ $a_g/g$ ]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ $a_g/g$ ]
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

**Tabella 1**

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, infatti, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.



## 7 RISULTATI DELL'INDAGINE SISMICA

Lo scopo di questa indagine è la caratterizzazione sismica del sottosuolo e, in particolare, l'individuazione delle discontinuità sismiche nonché la profondità della formazione rocciosa compatta (bedrock geofisico). Con tale metodo viene stimata la velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_{s30}$ ) come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008.

L'indagine geofisica proposta si avvale della metodologia basata sulla tecnica di Nakamura e sul rapporto spettrale H/V.

La tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non necessita di nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazione esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque. I risultati che si possono ottenere da una registrazione di questo tipo sono:

- la *frequenza caratteristica* di risonanza del sito che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi;
- la *frequenza fondamentale* di risonanza di un edificio, qualora la misura venga effettuata all'interno dello stesso. In seguito sarà possibile confrontarla con quella caratteristica del sito e capire se in caso di sisma la struttura potrà essere o meno a rischio;
- la velocità media delle onde di taglio  $V_s$  calcolata tramite un apposito codice di calcolo. È necessario, per l'affidabilità del risultato, conoscere la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia (prova penetrometrica, sondaggio, ecc.) e riconoscibile nella curva H/V. E' possibile calcolare la  $V_{s30}$  e la relativa categoria del suolo di fondazione come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008.
- la *stratigrafia del sottosuolo* con un range di indagine compreso tra 0.5 e 700 m di profondità anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri. Il principio su cui si basa la presente tecnica, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso;

Le basi teoriche della tecnica HVSR si rifanno in parte alla sismica tradizionale (riflessione, rifrazione, diffrazione) e in parte alla teoria dei microtremiti. La forma di un'onda registrata in un sito x da uno strumento dipende:

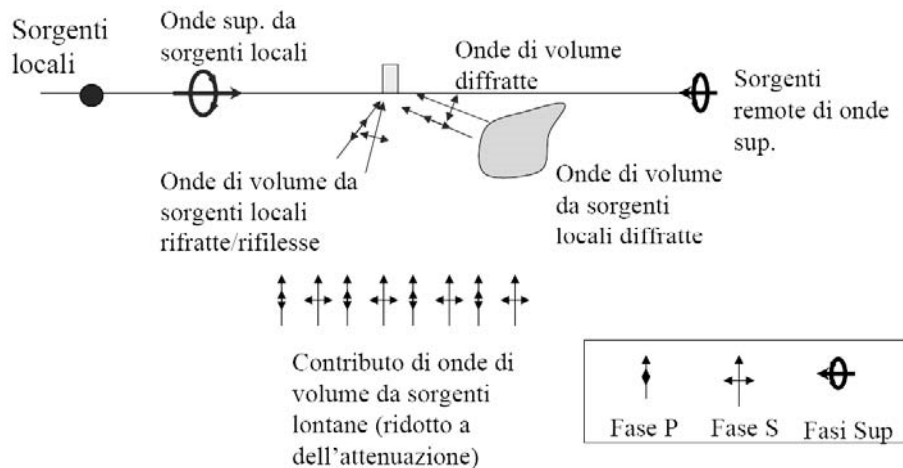
1. dalla forma dell'onda prodotta dalla sorgente s,
2. dal percorso dell'onda dalla sorgente s al sito x (attenuazioni, riflessioni, rifrazioni, incanalamenti per guide d'onda),
3. dalla risposta dello strumento.

Possiamo scrivere questo come:

$$\text{segnale registrazione al sito } x = \text{sorgente} * \text{effetti di percorso} * \text{funzione trasferimento strumento}$$

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto piccole, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti.

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva.



Nel tragitto dalla sorgente  $s$  al sito  $x$  le onde elastiche (sia di terremoto che microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda, attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato.

Questo significa che se da un lato l'informazione relativa alla sorgente viene persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica, è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta e che contiene le informazioni relative al percorso del segnale ed in particolare relative alla struttura locale vicino al sensore.

Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartate dalla sismologia classica, contiene informazioni. Questa informazione è però "sepolta" all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche

opportune. Una di queste tecniche è la teoria dei rapporti spettrali o, semplicemente, HVSR che è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali dei sottosuoli; informazione di notevole importanza nell'ingegneria sismica.

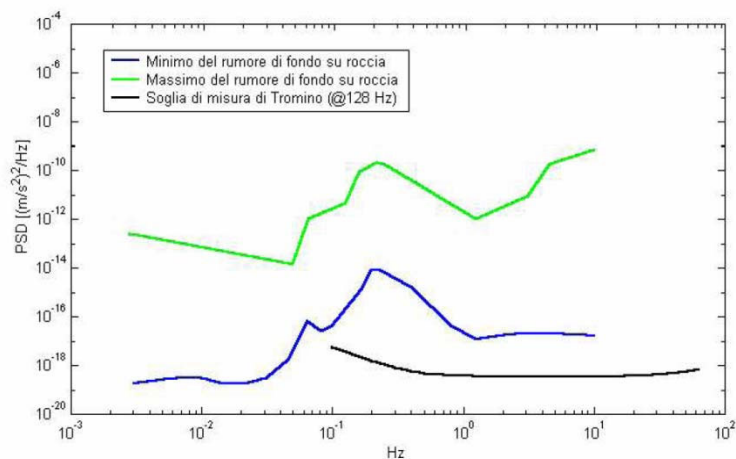
### 7.1 Strumentazione e metodologia

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale modello "Tromino" che rappresenta la nuova generazione di strumenti ultra-leggeri e ultra-compatti in alta risoluzione adatti a tali misurazioni.

Lo strumento racchiude al suo interno tre velocimetri elettrodinamici ortogonali tra loro ad alta definizione con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 256 Hz.



I dati vengono memorizzati in una scheda di memoria interna da 512 Mb, evitando così la presenza di qualsiasi cavo che possa introdurre rumore meccanico ed elettronico. Nella figura seguente si riporta la curva di rumore di "Tromino" a confronto con i modelli standard di rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra. Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto. I dati sono stati convertiti in file ASCII mediante il software "Grilla", fornito a supporto dello strumento utilizzato, quindi elaborati per ottenere spettri di velocità in funzione della frequenza. Per evitare di introdurre basse frequenze spurie i dati sono stati corretti per offset e trend ma non filtrati così come raccomandato dalla norma DIN 4150-3.



In fase operativa si sono seguite le seguenti operazioni:

- 1. il rumore sismico è stato registrato nelle sue tre componenti per un intervallo di tempo dell'ordine delle decine di minuti (circa 20 minuti),*
- 2. la registrazione è stata suddivisa in intervalli della durata di qualche decina di secondi ciascuno,*
- 3. per ogni segmento viene eseguita un'analisi spettrale del segmento nelle sue tre componenti,*
- 4. per ciascun segmento si calcolano i rapporti spettrali fra le componenti del moto sui piani orizzontale e verticale,*
- 5. vengono calcolati i rapporti spettrali medi su tutti i segmenti.*

Per considerare la misura ottenuta come una stima dell'ellitticità delle onde di Rayleigh è necessario che:

- 1. i rapporti H/V ottenuti sperimentalmente siano "stabili" ovvero frutto di un campionamento statistico adeguato,*
- 2. gli effetti di sorgente siano stati effettivamente mediati ovvero non ci siano state sorgenti "dominanti",*
- 3. la misura non contenga errori sistematici (per es. dovuti ad un cattivo accoppiamento dello strumento con il terreno)*

Per la determinazione delle velocità delle onde di taglio si utilizza un codice di calcolo appositamente creato per interpretare i rapporti spettrali (HVSR) basati sulla simulazione del campo di onde di superficie (Rayleigh e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli secondo la teoria descritta in AKI (1964) e Ben-Menahem e Singh (1981). Il codice può elaborare modelli con qualsiasi numero di strati (limitati a 50 nella tabella d'input), in qualsiasi intervallo di frequenze e in un qualsiasi numero di modi (fondamentale e superiori). Operativamente si costruisce un modello teorico HVSR avente tante discontinuità sismiche quante sono le discontinuità evidenziate dalla registrazione eseguita. Successivamente, tramite uno specifico algoritmo, si cercherà di adattare la curva teorica a quella sperimentale; in questo modo si otterranno gli spessori dei sismostrati con la relativa velocità delle onde Vs.

In via puramente indicativa, al fine di correlare le velocità delle onde di taglio ad un tipo di suolo, si riportano una serie d'esempi di classificazioni fatte sulla base di semplici misure

H/V a stazione singola. In tutti i siti descritti, la stratigrafia è nota da sondaggi e prove penetrometriche e il profilo Vs è ricavato anche con metodi alternativi.

TIPO DI SUOLO	Vs min [m/s]	Vs media [m/s]	Vs max [m/s]
<b>ROCCE MOLTO DURE</b> (es. rocce metamorfiche molto - poco fratturate)	1400	1620	-
<b>ROCCE DURE</b> (es. graniti, rocce ignee, conglomerati, arenarie e argilliti, da mediamente a poco fratturate).	700	1050	1400
<b>SUOLI GHIAIOSI e ROCCE DA TENERE A DURE</b> (es. rocce sedimentarie ignee tenere, arenarie, argilliti, ghiaie e suoli con > 20% di ghiaia).	375	540	700
<b>ARGILLE COMPATTE e SUOLI SABBIOSI - GHIAIOSI</b> (es. ghiaie e suoli con < 20% di ghiaia, sabbie da sciolte a molto compatte, limi e argille sabbiose, argille da medie a compatte e argille limose).	200	290	375
<b>TERRENI TENERI</b> (es. terreni di riempimento sotto falda, argille da tenere a molto tenere).	100	150	200

## 7.2 Interpretazione delle misure eseguite

L'interpretazione consente di correlare il valore di picco dello spettro di risposta HVSR con la profondità del substrato roccioso compatto (bedrock geofisico) e di individuare una corrispondenza tra i valori di frequenza relativi alle discontinuità sismiche e i cambi litologici presenti nell'immediato sottosuolo.

Interpretando i minimi della componente verticale come risonanza del modo fondamentale dell'onda di Rayleigh e i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH, si possono ricavare il valore di frequenza caratteristica del sito. Sapendo che ad ogni picco in frequenza corrisponde una profondità [m] dell'orizzonte che genera il contrasto d'impedenza si può estrapolare una stratigrafia geofisica del sottosuolo.

La frequenza caratteristica di risonanza del sito risulta generata dalla discontinuità sismica localizzata alle medie frequenze (circa 1,5 Hz) e associabile a contatto copertura – roccia. La sovrapposizione degli spettri sismici acquisiti (figura a seguire) mostra un andamento monodimensionale del substrato roccioso mentre per frequenze maggiori (minori profondità) si osservano sostanziali diversità.

L'utilizzo del codice di calcolo sintetico ha, in questo caso, evidenziato una leggera discontinuità sismica a 10-12 Hz (circa 10-12 m dal p.c.) e una successiva graduale crescita delle velocità di propagazione delle onde di taglio con la profondità poiché lo spettro sismico si stabilizza costantemente su di un rapporto spettrale H/V > di 2. La crescita di velocità di



propagazione delle onde sismiche è correlabile ad un aumento della rigidità del sottosuolo. Tale aumento delle velocità deve intendersi come un cambio della litologia, cioè calcari più compatti rispetto a quelli superficiali meno compatti.

È stato quindi possibile stimare, tramite la formula  $V_{s30} = 30 / \sum h_i / V_i$ , la velocità delle onde  $V_s$  nei 30 m dal p.c., come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008 e succ.mm.ii. (vedi allegati seguenti).

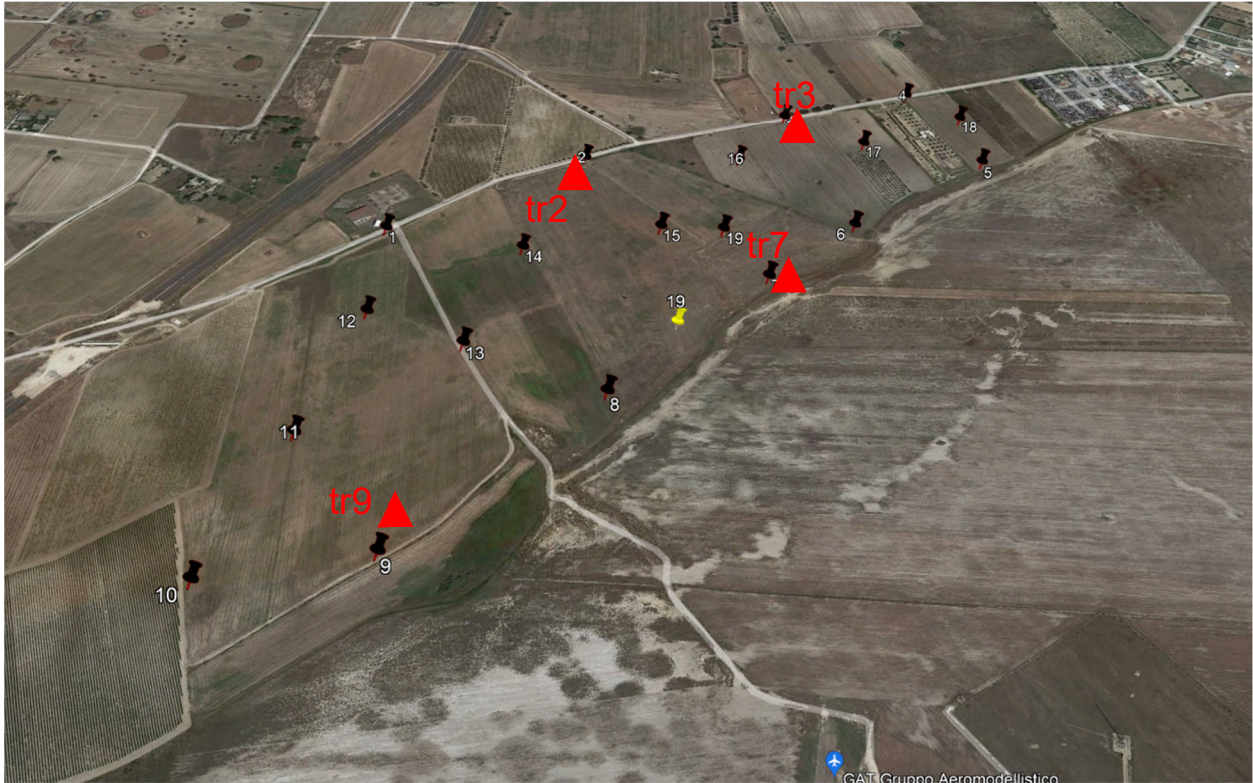
### **7.3 Modello sismico locale**

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di fondazione (D.M. 14 gennaio 2008):

Perciò si è resa necessaria la caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno.

Per ogni categoria del suolo (A-B-C-D-E), così come riportato nella tabella seguente, è fissata una descrizione litostratigrafica, con ad essa associati i parametri di riferimento geotecnici e sismici.

Grazie alla tecnica di Refraction Microtremor (ReMi) descritta precedentemente è stato possibile giungere all'individuazione della categoria del suolo per l'area indagata.



**tr2 ▲ Sondaggi sismici con Tromino**

La Vs30 è stata calcolata con la seguente espressione:  $V_{seq} = 30 / \sum hi/Vi$

Da tale relazione sono emersi i seguenti valori di **Vseq**:

tr2				
Profondità del substrato (m)	hi	Vsi	hi/Vsi	litologia
30	5	245	0,020	vegetale, sabbie, limi
	25	362	0,069	argille
			0,089	
	$V_{seq} = H / \sum hi/Vsi$		335,31	m/s

tr3				
Profondità del substrato (m)	hi	Vsi	hi/Vsi	litologia
30	4	252	0,016	vegetale, sabbie, limi
	26	321	0,081	argille
			0,097	
	$V_{seq} = H / \sum hi/Vsi$		309,69	m/s

tr7				
Profondità del substrato (m)	hi	Vsi	hi/Vsi	litologia
30	2,3	223	0,010	vegetale, sabbie, limi
	27,7	302	0,092	argille
			0,102	
	$V_{seq} = H / \sum hi/Vsi$		294,01	m/s

tr9				
Profondità del substrato (m)	hi	Vsi	hi/Vsi	litologia
30	3,4	237	0,014	vegetale, sabbie, limi
	26,6	336	0,079	argille
			0,094	
	$V_{seq} = H / \sum hi/Vsi$		320,81	m/s

## 7.4 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II del DECRETO 17 gennaio 2018, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS. I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità VS per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2.

I valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche. Per velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio si intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati nei primi metri di profondità dal piano di posa della fondazione, secondo la relazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

con:

- ✓ *hi* spessore dell'*i*-esimo strato;
- ✓  $V_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell'*i*-esimo strato;
- ✓ *N* numero di strati;
- ✓ *H* profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Dove *N* è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore *h*(strato) e dalla velocità delle onde S  $V_s$ (strato).

Per *H* si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità *H* del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s30}$ , ottenuto ponendo *H*=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

- Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.
- Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

<b>Categoria</b>	<b>Descrizione</b>
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> 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 $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>C</b>	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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 $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>D</b>	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà <i>meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{S,30}</math> inferiori a 180 m/s</i> (ovvero $NSPT_{,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>E</b>	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

La "Velocità equivalente" è calcolata in modo perfettamente analogo alla  $V_{S30}$ , ma invece di estendere la media pesata fino ai rigorosi 30 m di profondità, viene portata fino ad una profondità H (che può essere pari a 30 m, ma anche ad un valore minore).

A decretare il valore di questa profondità H è il raggiungimento del "substrato", caratterizzato da velocità superiori agli 800 m/s.

Per la categoria A non si parla di confrontare la velocità equivalente con la soglia di 800 m/s, ma di usare direttamente le velocità di taglio degli strati; questo perché altrimenti, con questi tipi di terreno, sarebbe facile avere una profondità H pari a 0m, per cui non sarebbe possibile calcolare la “Velocità equivalente”.

**Nel nostro caso, i valori misurati della Vs fanno rientrare le rocce affioranti nella Categoria C di sottosuolo e sono stati considerati tutti e 30 i metri in quanto non è ben definita la profondità del bedrock.**

## **8 RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI TERRENO.**

*Le indagini geotecniche (6.2.2 della NTC 2018) (devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento, devono riguardare il volume significativo e, in presenza di azioni sismiche, devono essere conformi a quanto prescritto ai §§ 3.2.2 e 7.11.2. Per volume significativo di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso. Le indagini devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione. Della definizione del piano delle indagini, della caratterizzazione e della modellazione geotecnica è responsabile il progettista. Ai fini dell'analisi quantitativa di uno specifico problema, per modello geotecnico di sottosuolo si intende uno schema rappresentativo del volume significativo di terreno, suddiviso in unità omogenee sotto il profilo fisico-meccanico, che devono essere caratterizzate con riferimento allo specifico problema geotecnico. Nel modello geotecnico di sottosuolo devono essere definiti il regime delle pressioni interstiziali e i valori caratteristici dei parametri geotecnici. Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro per ogni stato limite considerato. I valori caratteristici delle proprietà fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni devono essere dedotti dall'interpretazione dei risultati di specifiche prove di laboratorio su campioni rappresentativi di terreno e di prove e misure in sito. Per gli ammassi rocciosi e per i terreni a struttura complessa, nella valutazione della resistenza caratteristica occorre tener conto della natura e delle caratteristiche geometriche e di resistenza delle discontinuità. Deve inoltre essere specificato se la resistenza caratteristica si riferisce alle discontinuità o all'ammasso roccioso. Per la verifica delle condizioni di sicurezza e delle prestazioni di cui al successivo § 6.2.4, la scelta dei valori caratteristici delle quote piezometriche e delle pressioni interstiziali deve tenere conto della loro variabilità spaziale e temporale. Le prove di laboratorio, sulle terre e sulle rocce, devono essere eseguite e certificate dai laboratori di prova di cui all'art. 59 del DPR 6 giugno 2001, n. 380. I laboratori su indicati fanno parte dell'elenco depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone*

*ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata su preesistenti indagini e prove documentate, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali.*

*I risultati delle indagini e degli studi effettuati devono essere esposti in modo esteso ed esauriente e commentati con riferimento al quadro geologico generale della zona presa in considerazione, sottolineando eventuali incertezze nella ricostruzione geologica che possano risultare significative ai fini dello sviluppo del progetto.*

*Tra i dati geotecnici necessari per il progetto dell'opera (C6.2.2 INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA), devono in particolare essere presi in considerazione la successione stratigrafica, il regime delle pressioni interstiziali, le caratteristiche meccaniche dei terreni e tutti gli altri elementi significativi del sottosuolo, nonché le proprietà dei materiali da impiegare per la costruzione di opere di materiali sciolti.*

*La caratterizzazione degli ammassi rocciosi richiede inoltre l'individuazione delle famiglie (o dei sistemi) di discontinuità presenti e la definizione della loro giacitura (orientazione) e spaziatura.*

*Devono essere anche descritte le seguenti caratteristiche delle discontinuità: forma, apertura, continuità, scabrezza, riempimento.*

*Le indagini devono essere sviluppate secondo gradi di approfondimento e di ampiezza commisurati alle diverse fasi attraverso le quali si sviluppa il progetto.*

*Per definire il profilo geotecnico, le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni e il regime delle pressioni interstiziali, devono essere eseguite specifiche indagini, in sito e in laboratorio, secondo un programma definito dal progettista in base alle caratteristiche dell'opera in progetto e alle presumibili caratteristiche del sottosuolo.*

*Opere che interessino grandi aree e che incidano profondamente sul territorio richiedono un progetto di fattibilità secondo i criteri di cui al § 6.12 delle NTC.*

*Nel caso di opere di notevole mole e importanza dal punto di vista della sicurezza o che interessino terreni con caratteristiche meccaniche scadenti, è opportuno effettuare il controllo del comportamento dell'opera durante e dopo la costruzione. A tal fine deve essere predisposto un programma di osservazioni e misure di ampiezza commisurata all'importanza dell'opera e alla complessità della situazione geotecnica.*

*Le indagini geotecniche devono permettere un'adeguata caratterizzazione geotecnica del volume significativo di terreno, che è la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione dell'opera e che influenza l'opera stessa. Il volume significativo ha forma ed estensione diverse a seconda del problema in esame e deve essere individuato caso per caso, in base alle caratteristiche dell'opera e alla natura e caratteristiche dei terreni.*

## 8.1 Parametri geotecnici dei terreni di fondazione misurati durante le indagini in situ su campioni indisturbati prelevati nel centro urbano di Taranto

Utilizzando il numero di N(SPT) in combinazione con i diagrammi e le relazioni matematiche proposte da vari autori (Gibbs, Terzaghi, Peck, Schmertmann et. Al.) si possono stimare i valori di alcuni parametri geotecnica, quali:

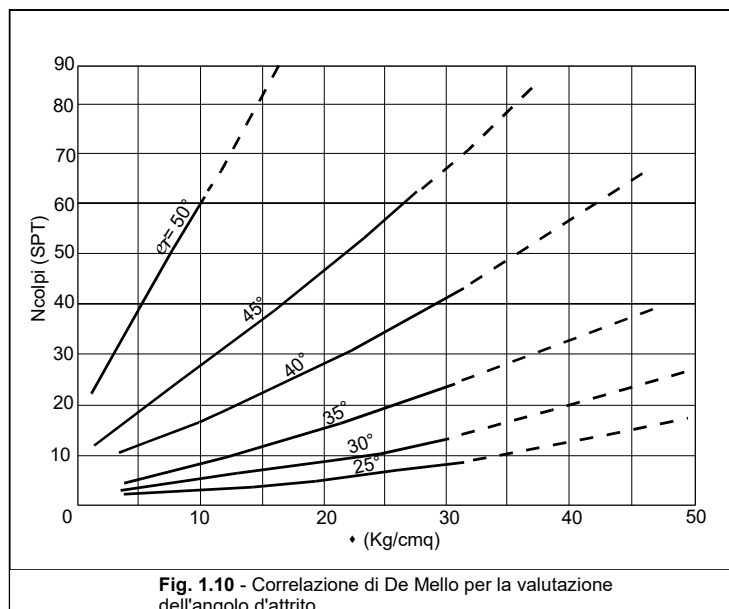
- angolo d'attrito
- densità relativa  $D_r$ ;
- coesione non drenata  $C_u$ ;
- modulo edometrico  $E_d$ ;

L'angolo di resistenza al taglio del materiale indagato può essere valutato attraverso due categorie di metodi: i metodi di correlazione diretta  $N_{spt}-\phi$  e i metodi di correlazione indiretta. Tra i metodi di correlazione diretta  $N_{spt}-\phi$  vanno considerati, in generale, più attendibili quelli che esprimono  $\phi$  anche in funzione della pressione efficace  $s$  agente sullo strato.

De Mello

Il metodo di De Mello è valido per le sabbie in genere e per qualunque profondità (tranne che per i primi 2 m sotto il p.c.). E' da considerarsi inattendibile però per valori di  $\phi$  superiori a  $38^\circ$ .

In Fig. 1.10 è riportato il grafico della correlazione di De Mello.

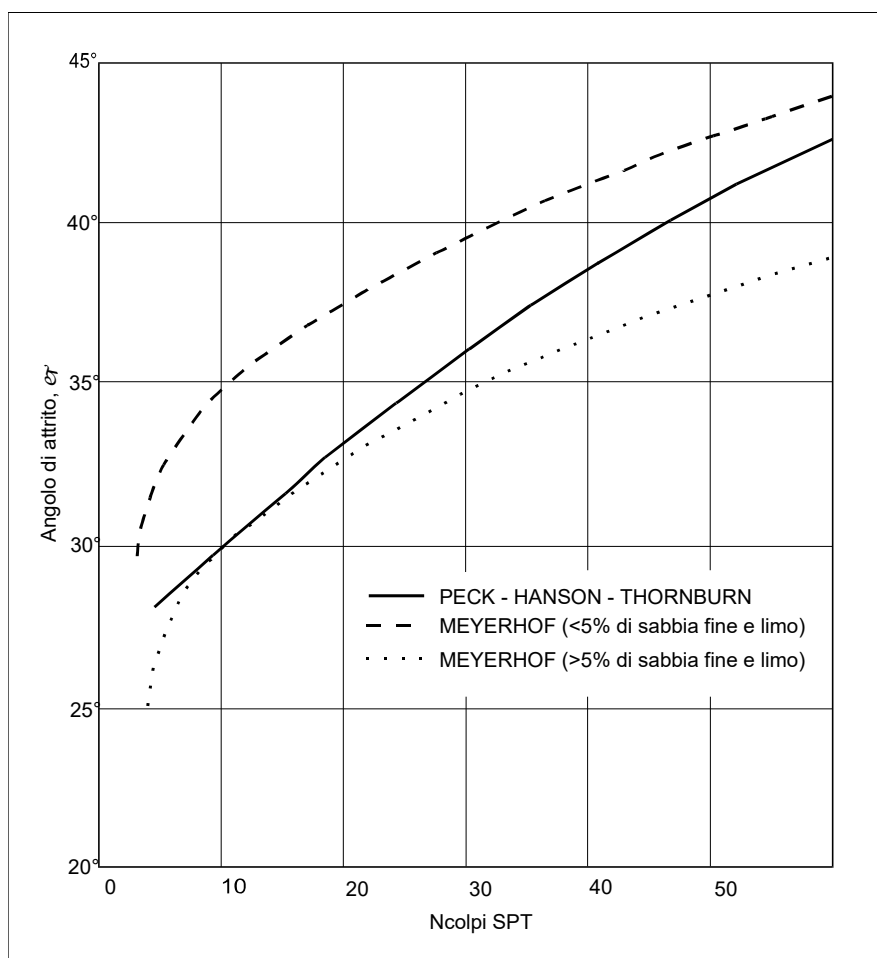


*Peck-Hanson & Thornburn, Meyerhof*

I metodi di Peck - Hanson & Thornburn e di Meyerhof sono rappresentati in Fig. 1.12.

Il metodo di Peck - Hanson & Thornburn è valido per le sabbie in genere e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità di prova inferiori a circa 5 m per terreni sopra falda e inferiori a circa 8 m per terreni in falda (pressione efficace inferiore a 8-10 t/mq).

Il metodo di Meyerhof (1965) che correla  $j$  con  $N_{spt}$  medio dello strato in funzione della sua granulometria, è valido per le sabbie in genere e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità inferiori a 5 m (relazione 1) e 3 m (relazione 2) nel caso di terreni sopra falda e inferiori a 8 m (relazione 1) e 5 m (relazione 2) per terreni sotto falda (pressione efficace inferiore a 5-8 t/mq).



**Fig. 1.12** - Correlazione tra Ncolpi SPT e Angolo di attrito  
(Metodi di Peck-Hanson-Thornburn e Meyerhof)

La densità relativa ( $D_r$ ) viene valutata attraverso correlazioni applicabili solo nel caso di terreni prevalentemente sabbiosi.

Il metodo di Gibbs & Holtz (1957) è valido per le sabbie da fini a grossolane pulite, per qualunque valore di pressione efficace, in depositi normalmente consolidati. Il metodo (Fig.



1.13) fornisce generalmente valori in eccesso rispetto agli altri, nei primi metri di approfondimento della prova.

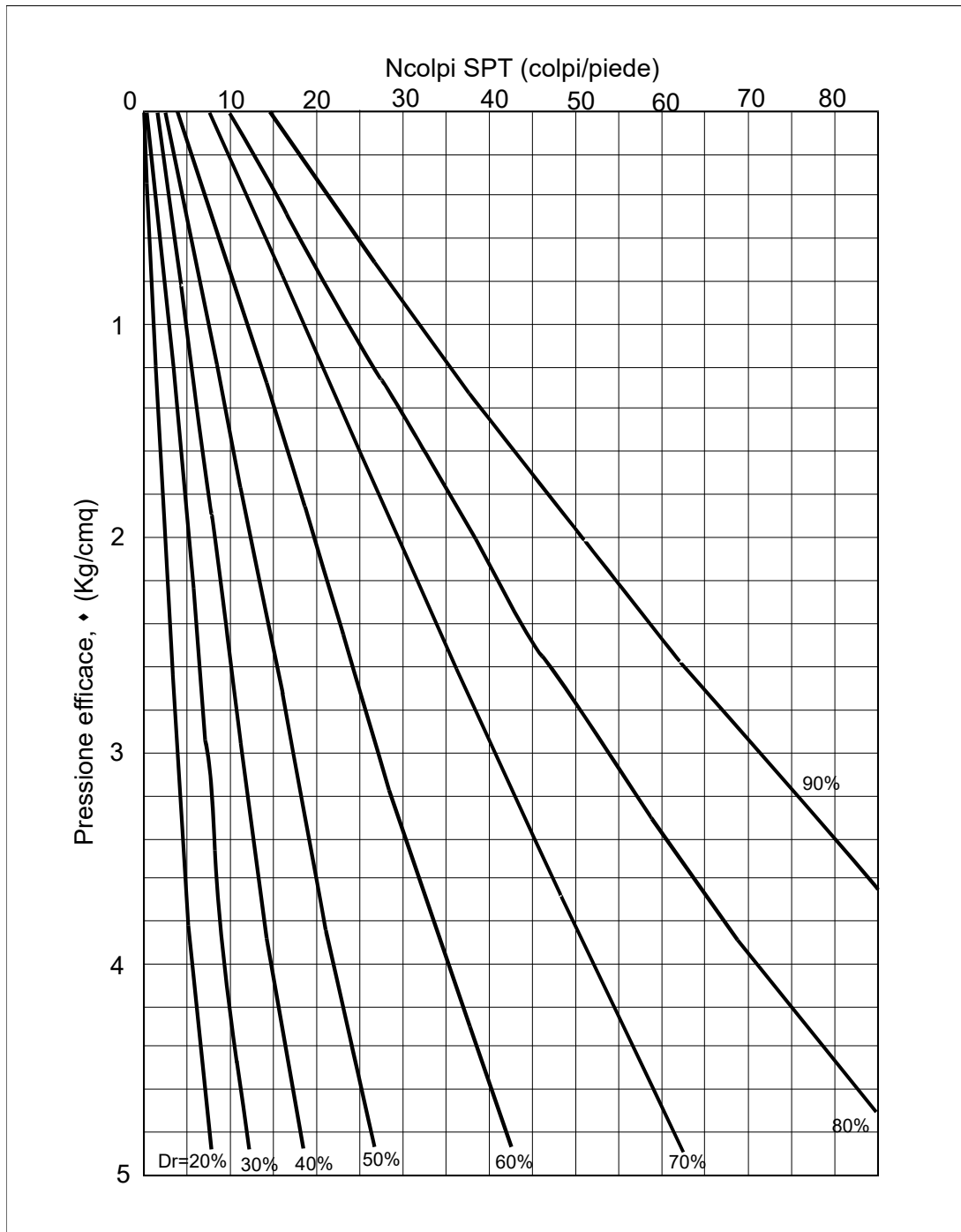
Inoltre, il numero di colpi totali risultanti, in assenza di rifiuto, possono essere correlati empiricamente con alcune proprietà specifiche del terreno, riportate nelle tabelle seguenti (tab 25 e tab. 26).

ADDENSAMENTO	DENSITÀ RELATIVA (%)	$N_{(spt)}$ (COLPI X PIEDE)	$\phi$
molto sciolta	< 15	< 4	< 30°
sciolta	15 - 35	4 - 10	30° - 35°
compatta	35 - 65	10 - 30	35° - 40°
densa	65 - 85	30 - 50	40° - 45°
molto densa	> 85	> 50	> 45°

**Tabella 25** - Relazione indicativa fra numero di colpi, densità relativa e  $\phi$  in terreni incoerenti (sabbie, limi sabbiosi, sabbie e ghiaie).

CONSISTENZA	$q_u$ (KG/CMQ)	$N_{(spt)}$ (COLPI X PIEDE)	Ic	$c_u$ (bar)
molto molle	< 0,25	< 2	0	< 0,1
molle	0,25 - 0,5	2 - 4	0 - 0,25	0,1 - 0,25
plastico	0,5 - 1	4 - 8	0,25 - 0,5	0,25 - 0,5
duro	1 - 2	8 - 15	0,5 - 0,75	0,5 - 1
molto duro	2 - 4	15 - 30	0,75 - 1	1 - 2
durissimo	> 4	> 30	> 1	> 2

**Tabella 26** - Relazione indicativa tra numero di colpi, resistenza alla compressione semplice, indice di consistenza e coesione non drenata in terreni coesivi (argille, limi argillosi, ecc.)



**Fig. 1.13** - Metodo di Gibbs e Holtz per la valutazione della densità relativa.

Di seguito si riportano indicati dei valori dei parametri geotecnici stimati in funzione del numero di colpi al piede, relativi ai limi sabbiosi.

*Limi sabbioso-argillosi*

Sondaggio	Profondita' di esecuzione della prova	litologia	N° di Colpi	$\phi^\circ$	Dr
S2	6,00	Limi Sabbiosi	5-8-14	35°-40°	35-65
S3	4,00	Sabbie Limose	5-6-8	30°-35°	15-35
S4	3,50	Sabbie Limose	4-6-8	30°-35°	15-35
S5	2,00	Sabbie	5-8-11	30°-35°	15-35
S6	4,50	Limi Sabbiosi	4-6-6	30°-35°	15-35
S7	5,00	Limi Sabbiosi	7-11-16	35°-40°	35-65

Per i terreni a dominante componente argillosa, i parametri geotecnici calcolabili sono, l'indice di consistenza (Ic) e la resistenza non drenata (Cu).

*Argille*

sondaggio	Profondita' di esecuzione della prova	litologia	N° di Colpi	Ic	Cu
S1	10,50	Argille Sabbiose	6-14-17	0.5-0.75	0.5-1
S2	14,50	Argille grigio-azzurre	6-12-16	0.5-0.75	0.5-1
S8	4,00	Argille Sabbiose	5-8-12	0.5-0.75	0.5-1
S9	9,00	Argille Sabbiose	5-11-14	0.5-0.75	0.5-1
S10	7,00	Argille Sabbiose	6-10-14	0.5-0.75	0.5-1
S11	7,00	Argille Sabbiose	8-12-14	0.5-0.75	0.5-1

Essendo la dispersione dei dati non trascurabile, si vuole precisare che le considerazioni riguardo i parametri geotecnici sono valide solo per stime di primo riferimento. Quindi tali valori che la prova penetrometrica fornisce, indirettamente, devono, in generale essere, confortati da prove di laboratorio.

Quindi questa prima interpretazione porta a considerare il pacco più marcatamente sabbioso come un terreno con uno stato di addensamento da compatto a denso, mentre quello Argilloso corrisponde ad un terreno che la tabella 26 definisce a consistenza "Duro".

## 8.2 Interpretazione delle prove di Laboratorio sui campioni indisturbati con litologia e condizioni deposizionali simili.

Sui campioni prelevati nel corso della terebrazione dei Sondaggi geognostici (presso il Palazzo degli Uffici-2003) è stata effettuata la determinazione dei principali parametri fisico-meccanici a cura del Laboratorio Geotecnico della GEOTEST s.a.s. di Melfi (PZ)).

In particolare:

per tutti i campioni sono state ricavate le proprietà indice e le proprietà fisiche, mentre, per alcuni campioni sono state effettuate Prove di Compressibilità Edometrica e ricavati, quindi, sia i Moduli edometrici per i vari intervalli di carico che le Pressioni di

preconsolidazione; altri sono state, invece, effettuate Prove di Taglio Diretto CL (Consolidata Lenta).

Sulla scorta delle risultanze delle analisi geotecniche effettuate sui campioni prelevati e delle prove di resistenza alla penetrazione (S.P.T.), è stata effettuata la parametrizzazione geotecnica dei livelli omogenei dal punto di vista della risposta alle sollecitazioni meccaniche. Già si è detto circa l'opportunità di operare una sintesi del complesso delle indagini e dei rilievi di campagna in modo da avere una lettura geologica e stratigrafica esemplificatrice delle condizioni del sottosuolo delle aree di sedime interessate dagli interventi edilizi. Analogamente, per la lettura geologico-tecnica si ritiene opportuno individuare una serie di Orizzonti Geotecnici coincidenti con i livelli geologici al cui interno è stato possibile accorpate terreni dalle caratteristiche fisico-meccaniche affini. Pertanto, di seguito, viene presentata una tabella riassuntiva dei campioni prelevati suddivisi per tali livelli. Le considerazioni che successivamente verranno effettuate, quindi, mireranno a definire, per ogni singolo Orizzonte, una parametrizzazione geotecnica spendibile ai fini di eventuali calcoli relativi alle strutture fondali degli interventi edilizi in progetto.

I dati dei singoli campioni, suddivisi per Orizzonti Geotecnici, sono stati confrontati e graficati al fine di verificare il grado di omogeneità delle caratteristiche fisico-meccaniche e, quindi, di effettuare l'ulteriore operazione di sintesi per l'attribuzione di parametri singoli e rappresentativi di ogni singolo Orizzonte.

Nella fig. 1 sono rappresentati, distinti per Orizzonte Geotecnico, i dati relativi alle analisi granulometriche. Ovviamente si sono confrontate classi granulometriche omogenee (Sabbia, Limo, Argilla) per i gruppi di campioni appartenenti ai singoli Orizzonti. Per comodità, i campioni sono stati numerati da 1 a 18 in modo da facilitarne l'individuazione. A parte l'immediatezza di confronto dei grafici, per ogni singola classe granulometrica sono stati calcolati la media dei valori e la deviazione standard:

#### **Limi sabbioso-argillosi**

	Sabbia	Limo	Argilla
Media	5,4	27,5	67,1
Dev. Stan.	6,01	15,20	21,21

### **Argille grigio-azzurre**

	Sabbia	Limo	Argilla
Media	0,8	41,2	58,0
Dev. Stan.	0,42	0,00	0,42

L'analisi dei grafici e dei valori dei parametri statistici porta ad operare le seguenti considerazioni:

Per i Limi Argilloso-Sabbiosi il grado di omogeneità delle caratteristiche granulometriche è abbastanza basso. Trattasi di Argille e limi, sabbiosi.

Per le Argille Grigio-Azzurre la deviazione standard è bassa, segno di un buon grado di omogeneità della distribuzione nelle singole classi granulometriche. Trattasi di Argille e limi debolmente sabbiosi.

Tutti i campioni prelevati sono stati inseriti nell'Abaco di Plasticità di Casagrande. I campioni relativi al primo orizzonte geotecnico "Limi Argilloso-Sabbiosi", risultano alquanto dispersi, interessando sia i campi dei Limi e delle argille inorganiche a media (CI-MI e CH-MH), che a bassa compressibilità. Evidentemente la qualità della frazione argillosa, che condiziona le caratteristiche di plasticità dei terreni varia di molto all'interno dell' Orizzonte Geotecnico.

I punti rappresentativi del secondo orizzonte "Argille Grigio-Azzurre" interessano, 2 campioni le argille inorganiche ad alta compressibilità (CH) ed uno i limi inorganici a media compressibilità (MI).

Al fine di valutare la dispersione dei dati relativi alle prove di resistenza meccanica e il grado di dipendenza di questi dalla profondità di prelievo dei campioni, sono stati rappresentati i valori di resistenza a rottura dei provini sottoposti a prove di Taglio Diretto per il primo Orizzonte, considerato che nel secondo si ha solo una prova.

Ci si è riferiti ai risultati in termini di pressioni effettive (le prove di Taglio Diretto, come già detto, sono del tipo Consolidata Lenta). Per il raggruppamento di prove, è stata tracciata la retta di regressione lineare,

calcolati i valori di coesione e d'angolo d'attrito interno conseguenti, determinato il coefficiente quadratico di correlazione.

L'analisi del grafico porta ad operare la seguente considerazione:

La retta di correlazione ha un basso coefficiente quadratico di correlazione data l'elevata bassa dispersione dei punti sperimentali, quindi i valori di  $c$  e  $\phi$  estrapolati sono poco rappresentativi dell'Orizzonte stesso. Pertanto si consiglia di utilizzare i valori dei parametri meccanici, di volta in volta, dei campioni più prossimi alle aree d'intervento.

Per le Argille Grigio-Azzurre, avendo a disposizione i dati relativi ad un unico campione, ovviamente, si utilizzeranno quei dati meccanici.

In ultimo, sulla base dei risultati delle Prove di Compressione ad espansione Laterale Impedita (Edometriche) e delle proprietà Indice, è stato realizzato un grafico (Fig. 4) a dispersione IC (Indice di Consistenza) – OCR (Over Consolidation Range). Come è noto, il valore di OCR permette di avere una misura del grado di sovraconsolidazione dei terreni, rapportando il valore della pressione in sito con quella di preconsolidazione ( $P_c$ ) ricavato dalla prova Edometrica. Dall'analisi del grafico risulta che, in generale, i terreni del primo orizzonte Limi Argilloso-Sabbiosi sono in genere normalconsolidati con due campioni leggermente sovraconsolidati, per il secondo orizzonte risultano due normalconsolidati ed uno sovraconsolidato. Dall'analisi del grafico si evince inoltre l'apparente contraddizione con i valori dell'indice di consistenza (tra l'altro, ai più alti valori dell'IC corrispondono quelli più bassi dell'OCR), che sembrerebbero indicare materiali più fortemente sovraconsolidati, può essere spiegata col disturbo indotto dal campionamento, disturbo che appare tanto maggiore quanto maggiore è la profondità di campionamento. In questo senso, anche i valori calcolati della  $P_c$  sottostimano certamente l'effettiva rigidità del terreno nella sua sede naturale.

Le relative caratteristiche fisico-meccaniche (dati bibliografici) si possono così schematizzare:

<b>litotipi limo-argillosi passanti ad argille</b>	Peso specifico	14-17	KN/m <sup>3</sup>
	Coesione	0,3	(Kpa)
	Angolo di attrito	25	(°)

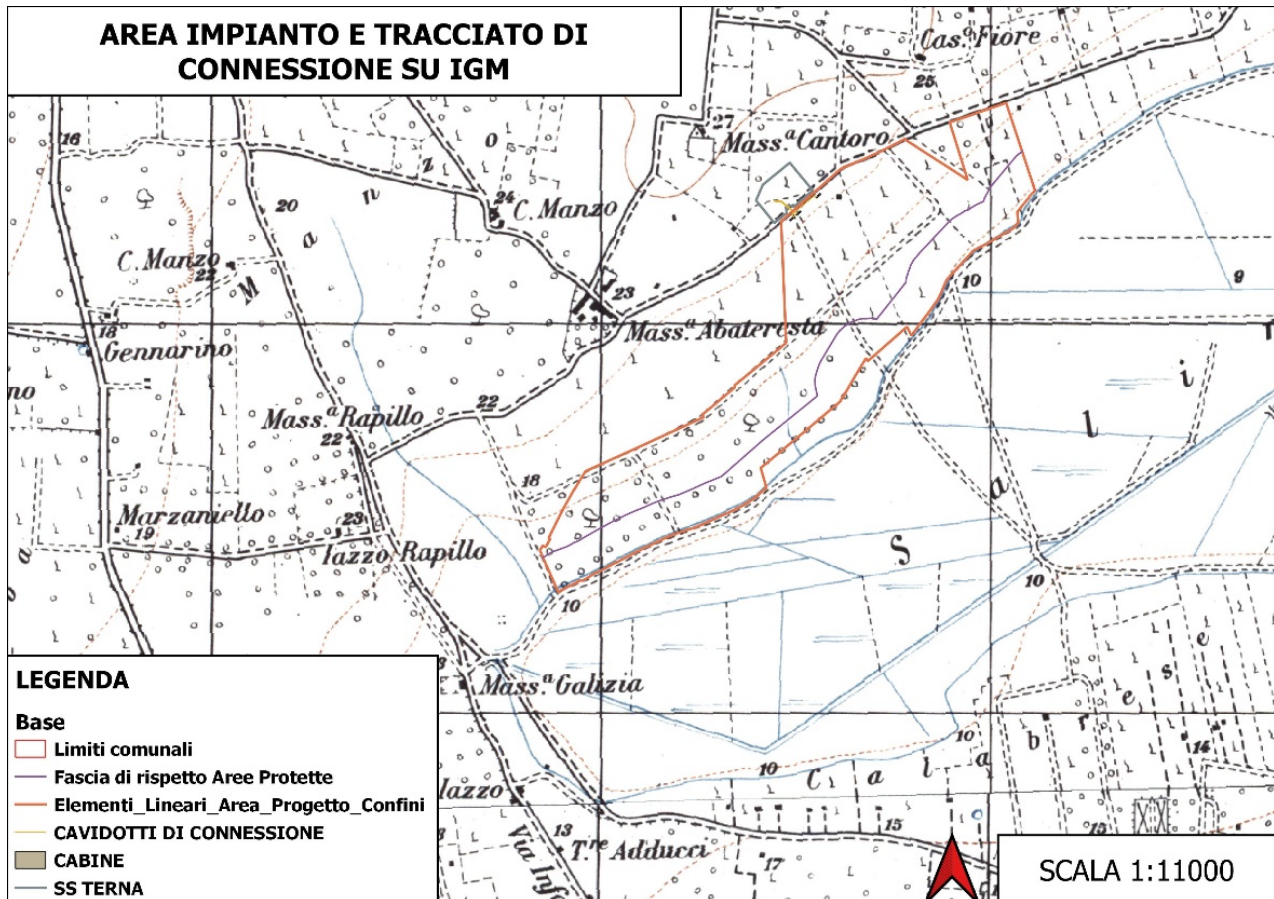
(in allegato si riportano indagini e prove eseguite dallo scrivente nell'anno 2003 presso il Palazzo degli Uffici in Taranto per litotipi analoghi).

## 9 CARATTERISTICHE IDROGEOMORFOLOGICHE DELL'AREA

Un elemento geomorfico che si riconosce nel territorio di Taranto è la presenza di aree depresse e conchiformi che rappresentano le ultime terre emerse intorno all'attuale Mar Piccolo. Si tratta della Salina Grande, la Salina Piccola o "Salinella", la Palude Erbara e la

fossa di S. Brunone con il piano collocato a quote differenti. Queste conche rappresentavano un tempo le aree paludose.

Sul bordo ovest della Salina Grande, è localizzato l'impianto fotovoltaico in argomento, e si estende dalla quota di 23-25 metri s.l.m. a quota salina che mediamente si aggira intorno ai 10m.



### 9.1 Considerazioni sulle condizioni idrogeomorfologiche prima e dopo la realizzazione delle opere.

L'impianto fotovoltaico in oggetto, non prevede sbancamenti di terreno superficiale o di roccia sottostante, nè prevede operazioni di livellamento tali da alterare l'attuale morfologia naturale dell'area.

Per quanto alla situazione geomorfologica delle aree dopo gli interventi proposti, ai fini del non incremento/mitigazione del livello di pericolosità idraulica per le aree adiacenti e per l'area stessa, in relazione alle condizioni idro-geomorfologiche del territorio prima e dopo gli interventi proposti, si può senz'altro dichiarare, in base alla reale situazione idrogeomorfologica dell'area attuale, che l'impianto in progetto non modificherà il senso dell'eventuale scorrimento delle acque, nè modificherà la permeabilità delle aree.

## **10 CONSIDERAZIONI SUL RISPETTO DELLE NORME PREVISTE DAL D.M.11.03.1988 IN MERITO ALLE INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE. LE CONDIZIONI IDROGEOMORFOLOGICHE PRIMA E DOPO LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE.**

E' bene richiamare preliminarmente quanto prevedono le norme citate nel parere della Regione Puglia - SEZIONE OPERE PUBBLICHE E INFRASTRUTTURE - SERVIZIO AUTORITA' IDRAULICA - STRUTTURA TECNICA - Sede di Brindisi:

### ***Dal DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 11 MARZO 1988:***

#### ***A.2. Prescrizioni generali.***

*Le scelte di progetto, i calcoli e le verifiche devono essere sempre basati sulla caratterizzazione geotecnica del sottosuolo ottenuta per mezzo di rilievi, indagini e prove.*

*I calcoli di progetto devono comprendere le verifiche di stabilità e le valutazioni del margine di sicurezza nei riguardi delle situazioni ultime che possono manifestarsi sia nelle fasi transitorie di costruzione sia nella fase definitiva per l'insieme manufatto-terreno.*

Le indagini svolte, ritenute adeguate alla situazione geologica e stratigrafica dell'area di progetto sono state:

- rilievo geologico di superficie fino ad un raggio di oltre 2Km dal sito, atto a definire l'estensione degli affioramenti e delle litologie presenti sul territorio;
- in base a questa prima indagine ed alla consultazione della carta geologica si è potuto appurare, senza alcun dubbio, che l'affioramento calcareo presente sull'area è in continuità stratigrafica con quello più a sud dove è presente una cava di estrazione calcari, e sulla quale lo scrivente ha condotto in passato indagini dettagliate per la caratterizzazione litologica e meccanica dei calcari estratti;
- alla luce di queste considerazioni, sono stati adottati i valori di compressione uniassiale e di peso di volume dei campioni sottoposti a prove di laboratorio geotecnico per i campioni ivi prelevati;
- anche l'indagine sismica mediante Tromino, ha dato dei risultati di Vs30 variabili tra 1150 m/s e 2246 m/s, che indicano la presenza di litotipi molto rigidi e compatti.

#### ***A.3. Elaborati geotecnici e geologici.***

*I risultati delle indagini, degli studi e dei calcoli geotecnici devono essere esposti in una relazione geotecnica, parte integrante degli atti progettuali. Nei casi in cui le presenti norme prescrivano uno studio geologico, deve essere redatta anche una relazione geologica che farà parte integrante degli atti progettuali.*



- Sono stati riportati nella presente relazione anche le risultanze di laboratorio geotecnico per i litotipi affioranti nelle vicinanze dell'area;
- Le strutture fotovoltaiche e le cabine che saranno installate, poggeranno sui calcari. Questi hanno caratteristiche di portanza di molto superiore ai carichi che sviluppano le strutture da installare (Cfr.Par.8).

### **B.2. Indagini nelle fasi di progetto e di costruzione.**

*Nelle fasi preliminari della progettazione si potrà far riferimento a informazioni di carattere geologico e a dati geotecnici deducibili dalla letteratura oppure noti attraverso indagini eseguite precedentemente sulla medesima area. Per il progetto di massima dovranno essere effettuate indagini geologiche e geotecniche per valutare la stabilità di insieme della zona, prima ed a seguito della costruzione dell'opera in progetto, e per individuare i problemi che la natura e le caratteristiche geotecniche dei terreni pongono nelle scelte delle soluzioni progettuali e dei corrispondenti procedimenti costruttivi anche per confrontare le soluzioni possibili.*

*Nella fase di progetto esecutivo le indagini devono essere dirette ad approfondire la caratterizzazione geotecnica qualitativa e quantitativa del sottosuolo per consentire la scelta della soluzione progettuale, di eseguire i calcoli di verifica e definire i procedimenti costruttivi.*

*Per i manufatti di materiali sciolti, l'indagine deve comprendere anche la ricerca e lo studio dei materiali da impiegare nella costruzione. Le indagini, gli studi ed i rilievi devono essere portati a termine nei tempi utili alla compilazione del progetto, salvo successivi sviluppi in relazione alle esigenze della fase costruttiva.*

*La validità delle ipotesi di progetto dovrà essere controllata durante la costruzione considerando, oltre ai dati raccolti in fase di progetto, anche quelli ottenuti con misure ed osservazioni nel corso dei lavori per adeguare, eventualmente, l'opera alle situazioni riscontrate.*

I dati ed i calcoli geotecnici riportati nel Par.8, giustificano abbondantemente, a parere dello scrivente la situazione geologica e stratigrafica di cui ci si sta occupando.

I dati utilizzati riguardano litotipi uguali sui quali sono state effettuate indagini di dettaglio, per caratterizzarli anche geotecnicamente.

### **B.3. Ampiezza dell'indagine.**

*Lo studio geotecnico deve essere esteso alla parte del sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il comportamento del manufatto stesso (volume significativo). L'ampiezza dell'indagine deve perciò essere proporzionata alle dimensioni, al tipo, alle caratteristiche strutturali, all'importanza dell'opera, alla complessità del sottosuolo ed allo stato delle conoscenze sulla zona in esame.*

Trattandosi di rocce sciolte senza soluzione di continuità, con caratteristiche meccaniche medio basse, e con carichi di progetto altrettanto bassi, il volume significativo diventa trascurabile, cioè non si crea neanche un bulbo di pressione significativo.

#### **B.4. Mezzi di indagine.**

*Il programma delle indagini deve essere formulato in base alla prevedibile costituzione del sottosuolo, tenuto conto dei problemi in esame. I mezzi di indagine devono essere scelti caso per caso in relazione alla natura ed alla successione dei terreni nel sottosuolo, alle finalità ed alle caratteristiche dell'opera.*

*Le indagini geotecniche comprendono tra l'altro perforazioni di sondaggi o scavi, prelievo di campioni, rilievo delle falde acquifere, prove in situ, prove in laboratorio, prospezioni geofisiche.*

*Il programma deve essere sufficientemente flessibile per consentire eventuali modifiche, conseguenti alle conoscenze che si otterranno nel corso delle indagini.*

Le indagini svolte sono state ipotizzate a monte dello studio, proprio per le particolari peculiarità dei terreni in affioramento e la stratigrafia dell'area, nonché la conoscenza da parte del geologo del comportamento di tali litotipi con i carichi di progetto.

#### **B.5. Relazioni sulle indagini.**

*I risultati delle indagini devono essere oggetto di apposite relazioni, parte integrante del progetto.*

*Queste devono comprendere ed illustrare tutti i dati obiettivi e sviluppare le elaborazioni ed i calcoli necessari al fine di giungere alle scelte progettuali ed alle verifiche prescritte al punto A.2 e nelle sezioni seguenti.*

*La **relazione geologica** è prescritta per le opere a cui fanno riferimento le sezioni E, F, G, H, I, L, M e O, della presente normativa e per le aree dichiarate sismiche o soggette a vincoli particolari.*

*Essa deve comprendere ed illustrare la situazione litostratigrafica locale, con definizione dell'origine e natura dei litotipi, del loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità, i lineamenti geomorfologici della zona, nonché gli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali; deve precisare inoltre i caratteri geostrukturali generali, la geometria e le caratteristiche delle superfici di discontinuità e fornire lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea.*

*La **relazione geotecnica** sulle indagini è prescritta per tutte le opere oggetto delle presenti norme.*

*Essa deve comprendere ed illustrare la localizzazione della area interessata, i criteri di programmazione ed i risultati delle indagini in sito e di laboratorio e le tecniche adottate, nonché la scelta dei parametri geotecnici di progetto, riferiti alle caratteristiche della costruenda opera, ed il programma di eventuali ulteriori indagini, che si raccomandano per la successiva fase esecutiva.*

*Le relazioni devono essere corredate degli elaborati grafici e della documentazione delle indagini in sito ed in laboratorio necessari per la chiara comprensione dei risultati.*

*La caratterizzazione geotecnica e la ricostruzione geologica devono essere reciprocamente coerenti.*

*A tale riguardo la relazione geotecnica deve fare esplicito riferimento alla relazione geologica e viceversa.*

Data la semplicità delle strutture di fondazione e la stabilità che ne deriva in base alle caratteristiche meccaniche dei litotipi riscontrati, è stata definita un unico elaborato che comprende sia la relazione geologica che quella geotecnica.

## 11 CONCLUSIONI

Lo studio effettuato mediante rilevamento geologico e interpretazioni di indagini geognostiche eseguite su stratigrafie compatibili con quelle individuate nell'area in argomento, ha evidenziato le caratteristiche di tipo qualitativo dell'area d'intervento che in rapporto all'assetto strutturale dei litotipi presenti e alle caratteristiche geomorfologiche ed alla forte antropizzazione del sito viene classificata come mediamente stabile e pertanto non presenta problematiche geologico-tecniche rilevanti.

L'area d'intervento è totalmente costituita da litotipi limo-sabbiosi-argillosi con falda acquifera, per uno spessore di diverse decine di metri.

Il piano di posa delle fondazioni è attestato prevalentemente nella bancata sabbioso-limosa ed in taluni casi argillosa, le cui caratteristiche geomeccaniche rilevate in laboratorio, risultano discrete;

L'indagine REMI eseguita con Tromografo digitale "Tromino", nel sito interessato, ha permesso di classificare il sottosuolo di fondazione in esame nella categoria C (tab. 3.2.11 delle NTC 2008), con un valore di  $V_{seq}$  inferiori a 360 m/s.

L'esecuzione dell'opera non modificherà sostanzialmente l'aspetto e la conformazione dell'area e non ne altererà l'equilibrio geologico e geomorfologico.

La falda freatica non subirà interferenze da parte dei manufatti.

I carichi ipotizzabili per la struttura in progetto sul terreno di fondazione hanno valori compatibili con le caratteristiche meccaniche dei terreni indagati, tali da non comportare alcun prevedibile problema di cedimenti indotti.

Il geologo

**Dott. Giuseppe MASILLO**



QUADRO RIASSUNTIVO PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Riferimento			Caratteristiche fisiche								Granulometria				Classificazione	DESCRIZIONE
Sond. n°	Camp. n°	Profondità m	W %	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{sec}$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{sat}$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_s$ kN/m <sup>3</sup>	Indice vuoti	Poros. %	Sat. %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	CNR-UNI	
SG1	CI1	1.50-2.00	20.4	20.2	16.7	20.2	25.9	0.55	35.5	98.4	10.4	39.7	23.1	26.8	A4 - I.G. = 3	SABBIA CON ARGILLA LIMOSA E GHIAIOSA
SG2	CI1	5.80-6.00	26.4	18.2	14.4	18.8	26.2	0.81	44.9	86.4		3.3	37.9	58.8	A4 - I.G. = 8	ARGILLA CON LIMO
SG3	CI1	2.50-3.00	20.5	18.6	15.5	18.7	23.3	0.51	33.6	96.0		1.8	48.8	49.4	A4 - I.G. = 8	ARGILLA CON LIMO
SG6	CI1	6.50-7.00	19.3	19.6	16.4	19.6	24.4	0.48	32.7	98.8		2.8	50.9	46.3	A4 - I.G. = 8	LIMO CON ARGILLA
SG7	CI1	2.00-2.30	22.4	18.6	15.2	19.4	26.5	0.75	42.7	81.0		29.3	44.3	26.4	A4 - I.G. = 7	LIMO CON SABBIA E ARGILLA
SG10	CI1	2.00-2.20	9.8	17.9	16.3	19.7	25.2	0.55	35.3	46.2	13.3	53.1	12.4	21.2	A2-4 - I.G. = 0	SABBIA ARGILLOSA E GHIAIOSA E LIMOSA
SG11	CI1	2.00-2.20	21.0	19.9	16.5	20.1	25.9	0.57	36.4	96.9		12.9	53.2	33.9	A4 - I.G. = 8	LIMO CON ARGILLA SABBIOSO
SG12	CI1	1.00-1.20	18.9	15.8	13.3	18.2	26.8	1.01	50.3	51.0		22.6	37.2	40.2	A4 - I.G. = 8	ARGILLA CON LIMO SABBIOSA
SG13	CI1	2.50-3.00	18.9	18.9	15.9	19.8	26.5	0.67	40.0	76.5		25.7	34.4	39.9	A4 - I.G. = 8	ARGILLA CON LIMO E SABBIA
SG14	CI1	4.50-5.00	22.4	19.0	15.5	19.5	26.0	0.67	40.3	87.9		1.5	51.4	47.1	A4 - I.G. = 8	LIMO CON ARGILLA
SG15	CI1	4.70-5.00	26.5	15.5	12.2	17.4	26.1	1.13	53.1	62.2		5.2	42.3	52.5	A4 - I.G. = 8	ARGILLA CON LIMO DEBOLMENTE SABBIOSA
SG16	CI1	5.00-5.50	20.5	19.6	16.3	19.9	25.9	0.59	37.1	91.8		4.7	50.7	44.6	A4 - I.G. = 8	LIMO CON ARGILLA

**TABELLA RIASSUNTIVA ANALISI GRANULOMETRICHE**

N°	Sondaggio	Campione	Profondità m	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %
1	SG1	CI1	1.50-2.00	10.4	39.7	23.1	26.8
2	SG2	CI1	5.80-6.00	0.0	3.3	37.9	58.8
3	SG3	CI1	2.50-3.00	0.0	1.8	48.8	49.4
4	SG6	CI1	6.50-7.00	0.0	2.8	50.9	46.3
5	SG7	CI1	2.00-2.30	0.0	29.3	44.3	26.4
6	SG10	CI1	2.00-2.20	13.3	53.1	12.4	21.2
7	SG11	CI1	2.00-2.20	0.0	12.9	53.2	33.9
8	SG12	CI1	1.00-1.20	0.0	22.6	37.2	40.2
9	SG13	CI1	2.50-3.00	0.0	25.7	34.4	39.9
10	SG14	CI1	4.50-5.00	0.0	1.5	51.4	47.1
11	SG15	CI1	4.70-5.00	0.0	5.2	42.3	52.5
12	SG16	CI1	5.00-5.50	0.0	4.7	50.7	44.6





## ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

<i>C - Argille inorganiche</i>	<i>L - Bassa compressibilità</i>
<i>M - Limi inorganici</i>	<i>I - Media compressibilità</i>
<i>O - Argille e limi organici</i>	<i>H - Alta compressibilità</i>

**Diagramma Limite Liquido - Indice Plastico**

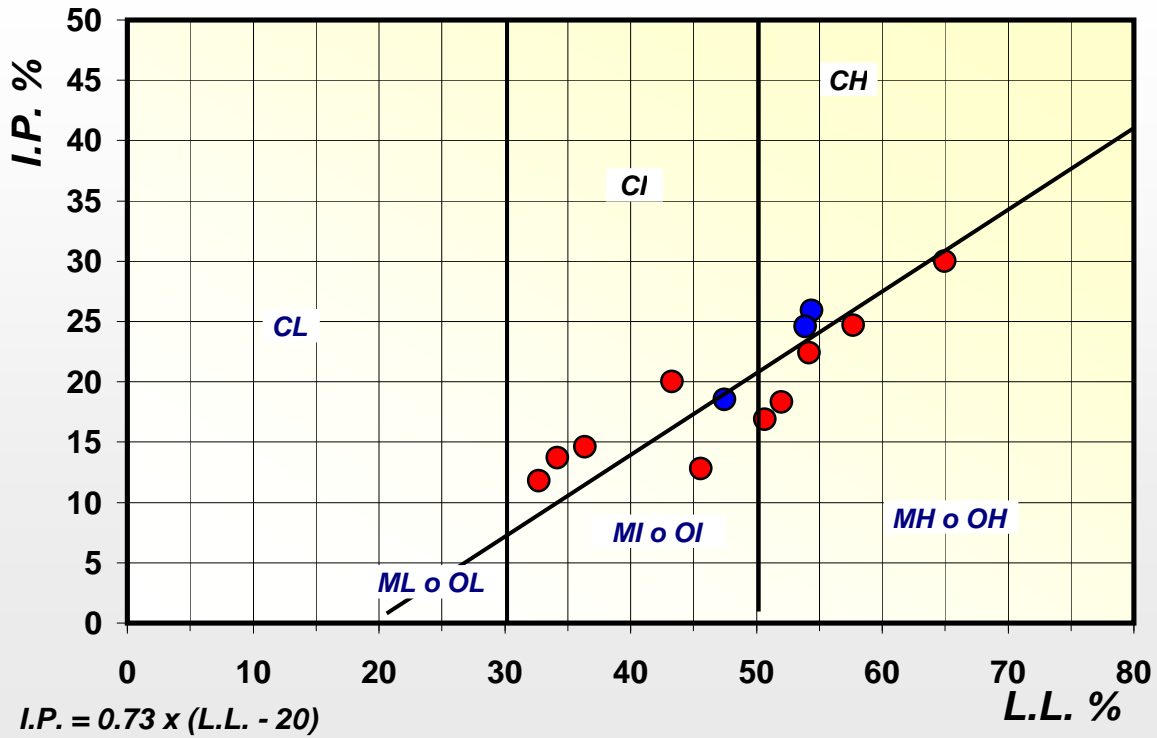
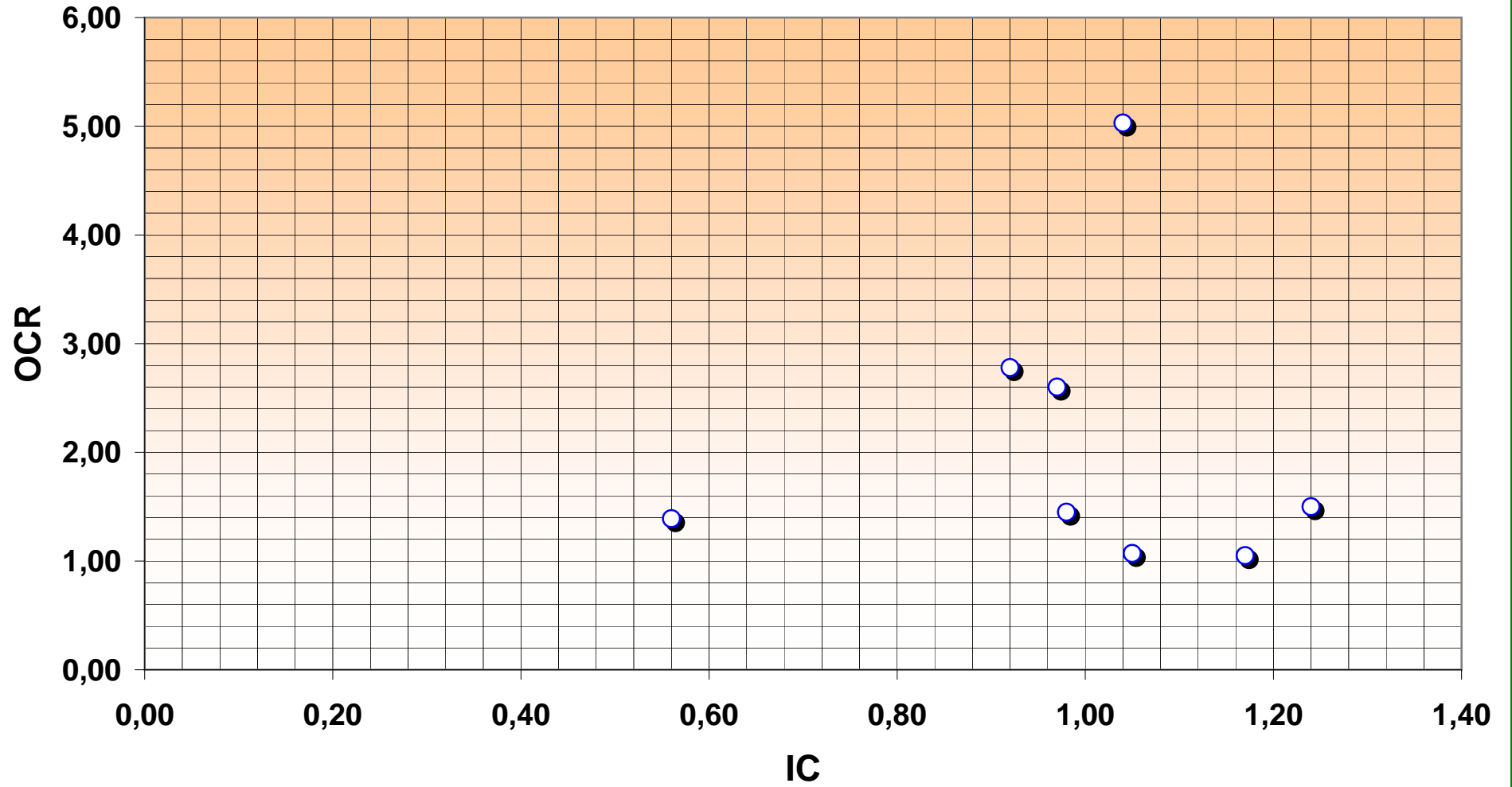
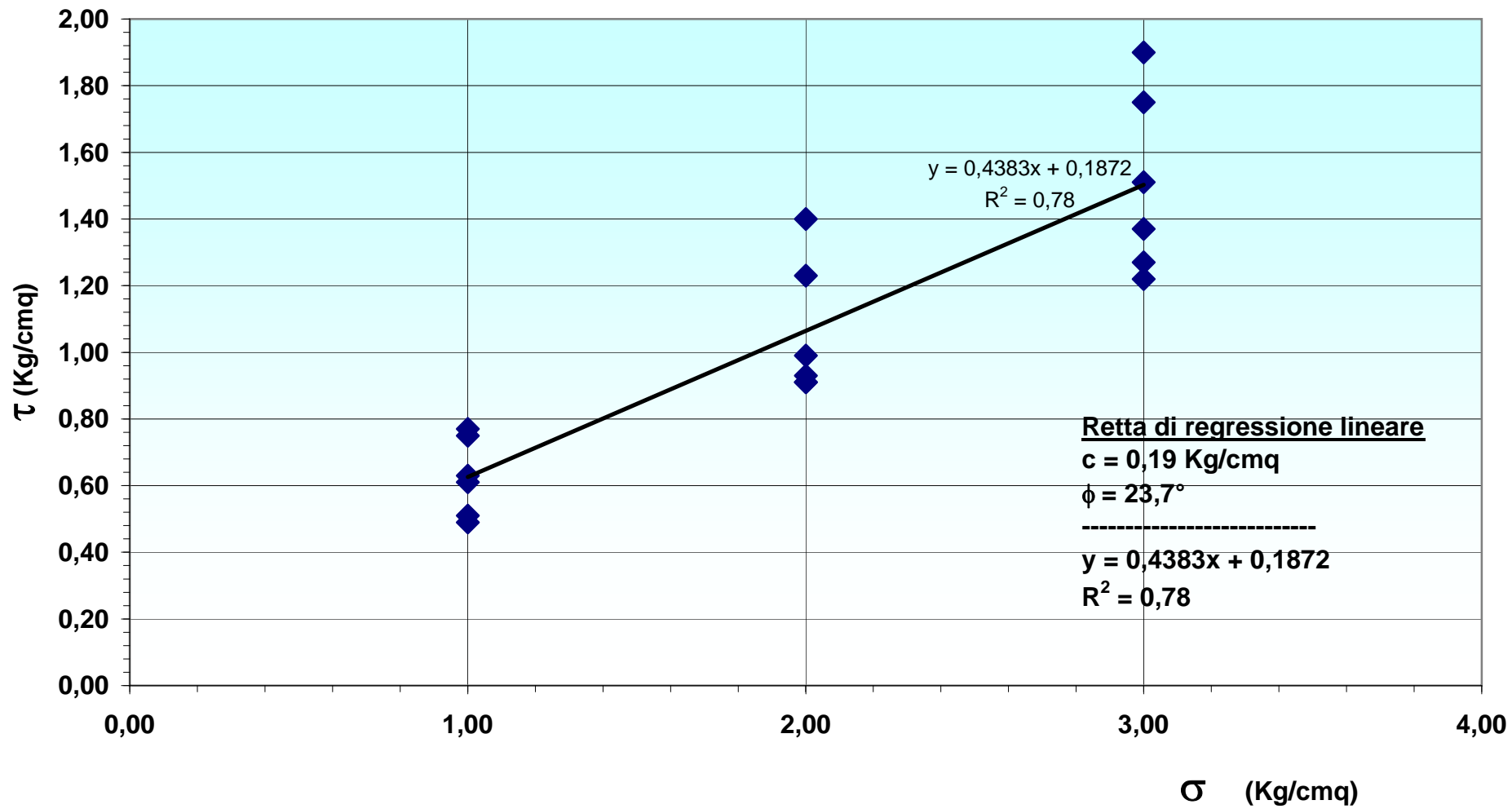




Fig. 4 - Confronto fra IC (Indice di consistenza) e  
OCR (Over Consolidation Range)



Orizzonte Geotecnico 1 - Limi argilloso-sabbiosi (LA)  
Fig. 3.3 - Prove di Taglio Diretto CL (Consolidata Lenta)



Committente: Seros Invest srl	Sondaggio: SG1
Riferimento: Piano di caratterizzazione (Taranto - SIN Salina Grande)	Data: 18/10/2021
Coordinate: 40°25'50"N, 17° 16'49"E	Quota: 20 mt slm
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1 :55

## LOG STRATIGRAFICO

Pagina 1/1

R v	ø mm	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	A	Cass.
		1		1.3	1.3	Terreno vegetale)	CA1) Amb < 0.01 1.00		
		2				Sabbia fine argillosa marrone-giallastra			1
		3					CA2) Amb < 3.00 3.20		
		4					CG1) Ind < 3.50 4.00		
		5		5.3	4.0				
		6				Limo argilloso giallastro con laminazioni sabbiose rossastre	CG2) Ind < 5.80 6.00		
		7		7.2	1.9	Argilla limosa giallo-verdastra	CA3) Amb < 6.80 7.00		2
		8							
		9							
101	10	10		10.0	2.8				



Committente: Seros Invest srl	Sondaggio: SG3
Riferimento: Piano di caratterizzazione (Taranto - SIN Salina Grande)	Data: 19/10/2021
Coordinate: 40°25'59"N, 17°17'11"E	Quota: 15 mt slm
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1 :55

## LOG STRATIGRAFICO

Pagina 1/1

R v	Ø mm	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	A	Pz	Cass.
				0.8	0.8	Terreno di copertura di alterazione (terreno vegetale/terra rossa)	CA1) Amb < 0.01 1.00			
1						Sabbia fine argillosa giallastra				
2				2.0	1.2	Limo argilloso giallastro con laminazioni sabbiose rossastre				
3				4.0	2.0	Argilla limosa giallo-verdastra con laminazioni sabbiose rossastre e limi grigio-azzurri	CG1) Ind < 2.50 3.00 CA2) Amb < 3.00 3.20			1
4										
5										
6							CA3) Amb < 5.40 5.60			
7										
8							CG2) Ind < 6.50 7.00			2
9										
10				10.0	6.0					

Committente: Seros Invest srl	Sondaggio: SG5
Riferimento: Piano di caratterizzazione (Taranto - SIN Salina Grande)	Data: 23/11/2021
Coordinate: 40°25'55"N, 17°17'21"E	Quota: 10 mt slm
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1 :55

## LOG STRATIGRAFICO

Pagina 1/1

R v	ø mm	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	A	Cass.
				0.6	0.6	Terreno di copertura di alterazione (terreno vegetale/terra rossa)			
		1		1.8	1.2	Sabbia fine argillosa brunastra			
		2		3.5	1.7	Limo sabbioso debolmente argilloso giallo-verdastro con laminazioni sabbiose rossastre			1
		3							
		4							
		5		5.0	1.5	Limo debolmente argilloso grigio-azzurro			

Committente: Seros Invest srl	Sondaggio: SG6
Riferimento: Piano di caratterizzazione (Taranto - SIN Salina Grande)	Data: 19/10/2021
Coordinate: 40°25'51"N, 17°17'14"E	Quota: 10 mt slm
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1 :55

## LOG STRATIGRAFICO

Pagina 1/1


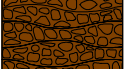
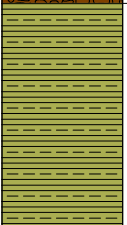

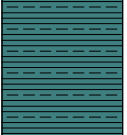
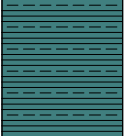
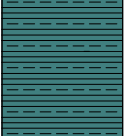
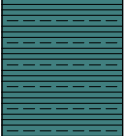
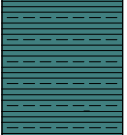
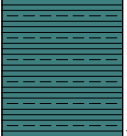
R v	Ø mm	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	A	Pz	Cass.
						Terreno di copertura di alterazione (terreno vegetale/terra rossa)	CA1) Amb < 0.01 1.00			
1				1.0	1.0	Limo argilloso giallastro con laminazioni sabbiose rossastre	CA2) Amb < 1.50 1.70			1
2										
3							CA3) Amb < 3.00 3.20			
4				3.5	2.5	Limo argilloso grigio-azzurro	CG1) Ind < 3.50 4.00			
5										
6										
7										
8										
9										
10				10.0	6.5		CG2) Ind < 6.50 7.00			2

Committente: Seros Invest srl	Sondaggio: SG7
Riferimento: Piano di caratterizzazione (Taranto - SIN Salina Grande)	Data: 21/10/2021
Coordinate: 40°25'48"N, 17°17'08"E	Quota: 10 mt slm
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1 :55

## LOG STRATIGRAFICO

Pagina 1/1

R v	ø mm	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	A	Pz	Cass.
		1				Terreno costituito da sabbia marroncina e clasti calcareo-calcarenitici	CA1) Amb < 0.01 1.00			
		2		2.3	2.3		CG1) Ind < 2.00 2.30			
		3				Limo argilloso giallo-verdastro	CA2) Amb < 2.80 3.00			1
		4		4.0	1.7					
		5				Limo argilloso grigio-azzurro	CG2) Ind < 4.50 5.00			
		6					CA3) Amb < 5.50 5.70			
		7								
		8								
		9								
		10		10.0	6.0					2



Committente: Seros Invest srl	Sondaggio: SG8
Riferimento: Piano di caratterizzazione (Taranto - SIN Salina Grande)	Data: 27/10/2021
Coordinate: 40°25'41"N, 17°17'0"E	Quota: 10 mt slm
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1 :55

## LOG STRATIGRAFICO

Pagina 1/1

R v	Ø mm	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	A	Pz	Cass.
		1		1.2	1.2	Terreno di copertura di alterazione (terreno vegetale/terra rossa)	CA1) Amb < 0.01 1.00			
		2				Sabbia fine argillosa giallo-brunastra	CA2) Amb < 1.50 1.70 CG1) Ind < 1.80 2.00			1
		3		3.2	2.0	Limo argilloso grigio-azzurro	CA3) Amb < 3.00 3.20			
		4								
		5								
		6					CG2) Ind < 5.50 6.00			2
		7								
		8								
		9								
101	10	10		10.0	6.8					

Committente: Seros Invest srl	Sondaggio: SG9
Riferimento: Piano di caratterizzazione (Taranto - SIN Salina Grande)	Data: 24/11/2021
Coordinate: 40°25'34"N, 17°16'51"E	Quota: 10 mt slm
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1 :55

## LOG STRATIGRAFICO

Pagina 1/1

R v	ø mm	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	A	Cass.
				0.3	0.3	Terreno di copertura di alterazione (terreno vegetale/terra rossa)			
		1				Sabbia medio fine bianco-giallastra ben addensata			1
		2							
		3							
				3.4	3.1	Argilla limosa giallo-marroncina			
		4							
				4.0	0.6	Argilla limosa giallo-verdastra			
		5							
		6							
		7							2
				7.3	3.3	Argilla limosa grigio-azzurra			
		8							
				8.5	1.2				

Committente: Seros Invest srl	Sondaggio: SG10
Riferimento: Piano di caratterizzazione (Taranto - SIN Salina Grande)	Data: 22/10/2021
Coordinate: 40°25'33"N, 17°16'44"E	Quota: 13 mt slm
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1 :55

## LOG STRATIGRAFICO

Pagina 1/1

R v	ø mm	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	A	Pz	Cass.
						Terreno di copertura di alterazione (terreno vegetale/terra rossa)	CA1) Amb < 0.01 1.00			
1				1.0	1.0					
						Sabbia medio grossolana bianco-giallastra ben addensata con intercalazioni di livelli calcarenitici	CA2) Amb < 1.30 1.50			
2										
							CG1) Ind < 2.00 2.20			1
3				3.0	2.0					
						Sabbia fine limosa giallastra	CA3) Amb < 2.90 3.10			
4				4.2	1.2					
						Limo argilloso giallo-verdastro	CG2) Ind < 4.50 5.00			
5										
6										
7										
8										
										2
9				8.6	4.4					
						Limo argilloso grigio-azzurro				
10				10.0	1.4					

Committente: Seros Invest srl	Sondaggio: SG11
Riferimento: Piano di caratterizzazione (Taranto - SIN Salina Grande)	Data: 21/10/2021
Coordinate: 40°25'38"N, 17°16'47"E	Quota: 14 mt slm
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1 :55

## LOG STRATIGRAFICO

Pagina 1/1

R v	Ø mm	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	A	Pz	Cass.
						Terreno di copertura di alterazione (terreno vegetale/terra rossa)	CA1) Amb < 0.01 1.00			
				0.5	0.5	Sabbia fine argillosa brunastra				
		1		1.0	0.5	Argilla limosa giallo-verdastra con laminazioni sabbiose rossastre	CA2) Amb < 1.50 1.70			
		2					CG1) Ind < 2.00 2.20			1
		3					CA3) Amb < 3.00 3.30			
		4								
		5					CG2) Ind < 4.50 5.00			
		6								
		7								
		8								
		9								2
				9.5	8.5	Limo argilloso grigio-azzurro				
101	10			10.0	0.5					

Committente: Seros Invest srl	Sondaggio: SG12
Riferimento: Piano di caratterizzazione (Taranto - SIN Salina Grande)	Data: 20/10/2021
Coordinate: 40°25'45"N, 17°16'49"E	Quota: 15 mt slm
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1 :55

## LOG STRATIGRAFICO

Pagina 1/1

R v	ø mm	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	A	Pz	Cass.
						Terreno di copertura di alterazione (terreno vegetale/terra rossa)	CA1) Amb < 0.01 1.00			
		1		0.8	0.8	Sabbia medio fine argillosa brunastra	CG1) Ind < 1.00 1.20			
		2		2.0	1.2	Limo argilloso giallo-verdastro con laminazioni sabbiose rossastre				1
		3					CG2) Ind < 3.50 4.00			
		4					CA2) Amb < 4.00 4.50			
		5								
		6								
		7								
		8								
		9					CA3) Amb < 9.00 9.20			2
		9.5		9.5	7.5	Limo argilloso grigio-azzurro				
101	10	10		10.0	0.5					

Committente: Seros Invest srl	Sondaggio: SG13
Riferimento: Piano di caratterizzazione (Taranto - SIN Salina Grande)	Data: 20/10/2021
Coordinate: 40°25'50"N, 17°16'56"E	Quota: 14 mt slm
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1 :55

## LOG STRATIGRAFICO

Pagina 1/1

R v	Ø mm	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	A	Pz	Cass.
				0.8	0.8	Terreno di copertura di alterazione (terreno vegetale/terra rossa)	CA1) Amb < 0.01 1.50			
1						Sabbia fine argillosa giallo-verdastra con inclusioni di noduli biancastri carbonatici pulverulenti	CG1) Ind < 1.00 1.50			
2				2.0	1.2	Limo argilloso giallo-verdastro				
3							CA2) Amb < 2.40 2.60 CG2) Ind < 2.50 3.00			1
4										
5				5.0	3.0	Sabbia medio grossa giallo-biancastra	CA3) Amb < 5.00 5.20			
6				5.8	0.8	Argilla limosa giallo-verdastra				
7										
8										2
9				9.0	3.2	Limo argilloso grigio-azzurro				
10				10.0	1.0					

Committente: Seros Invest srl	Sondaggio: SG14
Riferimento: Piano di caratterizzazione (Taranto - SIN Salina Grande)	Data: 25/10/2021
Coordinate: 40°25'49"N, 17°16'56"E	Quota: 15 mt slm
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1 :55

## LOG STRATIGRAFICO

Pagina 1/1

R v	ø mm	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	A	Pz	Cass.
		1				Terreno di copertura di alterazione (terreno vegetale/terra rossa)	CA1) Amb < 0.01 1.00			
		2		1.8	1.8	Sabbia fine limosa e argillosa giallo-verdastra	CA2) Amb < 1.50 1.60			1
		3		3.0	1.2	Limo argilloso giallo-verdastro	CG1) Ind < 3.00 3.20 CA3) Amb < 3.20 3.50			
		4								
		5					CG2) Ind < 4.50 5.00			
		6		5.6	2.6	Limo argilloso grigio-azzurro				
		7								
		8								
		9								
101		10		10.0	4.4					2

Committente: Seros Invest srl	Sondaggio: SG14
Riferimento: Piano di caratterizzazione (Taranto - SIN Salina Grande)	Data: 21/10/2021
Coordinate: 40°25'51"N, 17°17'03"E	Quota: 13 mt slm
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1 :55

## LOG STRATIGRAFICO

Pagina 1/1

R v	ø mm	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	A	Pz	Cass.
				0.8	0.8	Terreno di copertura di alterazione (terreno vegetale/terra rossa)	CA1) Amb < 0.01 1.00			
1						Sabbia fine argillosa brunastra				
2				2.4	1.6		CG1) Ind < 1.80 2.00 CA2) Amb < 2.00 2.20			
3						Limo argilloso giallo-verdastro con laminazioni sabbiose rossastre e limi grigio-azzurri				1
4							CA3) Amb < 3.60 3.80			
5							CG2) Ind < 4.70 5.00			
6										
7										
8										
9										
				9.5	7.1					
10				10.0	0.5	Limo argilloso grigio-azzurro				2



Committente: Seros Invest srl	Sondaggio: SG16
Riferimento: Piano di caratterizzazione (Taranto - SIN Salina Grande)	Data: 20/10/2021
Coordinate: 40°25'56"N, 17°17'08"E	Quota: 14 mt slm
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1 :55

## LOG STRATIGRAFICO

Pagina 1/1

R v	ø mm	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	A	Pz	Cass.
		1		1.4	1.4	Terreno di copertura di alterazione (terreno vegetale/terra rossa)	CA1) Amb < 0.01 1.00			
		2				Sabbia fine argillosa brunastro	CG1) Ind < 1.20 1.40			
		3		3.3	1.9	Limo argilloso giallastro con laminazioni sabbiose rossastre	CA2) Amb < 2.30 2.50			1
		4								
		5					CA3) Amb < 4.80 5.00 CG2) Ind < 5.00 5.50			
		6								
		7								
		8								
		9								
101	10	10		10.0	6.7					2

Committente: Seros Invest srl	Sondaggio: SG18
Riferimento: Piano di caratterizzazione (Taranto - SIN Salina Grande)	Data: 23/11/2021
Coordinate: 40°25'58"N, 17°17'21"E	Quota: 12 mt slm
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1 :55

## LOG STRATIGRAFICO

Pagina 1/1

R v	ø mm	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	A	Cass.
				0.6	0.6	Terreno di copertura di alterazione (terreno vegetale/terra rossa)			
		1		1.6	1.0	Sabbia fine argillosa brunastra			
		2				Limo sabbioso debolmente argilloso giallo-verdastro con laminazioni sabbiose rossastre			1
		3							
		4							
		5		5.0	3.4				