

COMUNE DI TAVIANO

Prov. di LECCE

OGGETTO : Relazione geologica ad indirizzo geotecnico
relativa al progetto per un impianto di recupero
rifiuti costituiti da materiale inerte provenienti da
opere di demolizione o di scavo .

Proprietà : **BRI. ECO srl**
amm. unico Briganti Cosimo
via M. Serao, 11
73057 Taviano (Le)

P.IVA 03554670756

Taviano, maggio 2018

Il tecnico

Dott. Geol. Marco Gianfreda



Studio Geologico
AreAmbiente

Via Reg. Margherita, 329 -TAVIANO (LE)
tel. fax **0833-551709** cell. **347-3209530**
areambiente@tiscali.it
info@areambiente.com
www.areambiente.com

PREMESSA

Su incarico conferitomi dalla proprietà nel mese di maggio 2018 è stata eseguita dallo scrivente una relazione geologica ad indirizzo geotecnico relativa al progetto per un impianto di recupero rifiuti costituiti da materiale inerte provenienti da opere di demolizione o di scavo .

Inizialmente è stato effettuato un rilievo geologico di superficie, i cui dati, integrati da quelli bibliografici, sono riportati nella prima parte della relazione.

La seconda fase è stata rivolta all'acquisizione, attraverso l'acquisizione di indagini geofisiche, dei caratteri litologici e strutturali del sottosuolo.

L'indagini hanno permesso di:

a) individuare la configurazione geologico-strutturale e geotecnica dei terreni di fondazione al fine di indicare la tipologia fondazionale più idonea da adottare in relazione alle sollecitazioni gravanti sul terreno;

b) accertare nei litotipi presenti lo stato di compattezza e la presenza di eventuali cavità carsiche nell'ambito delle profondità ingegneristicamente interessate.

c) valutare la velocità "Vs" e relazionarla secondo le nuove norme in materia di progettazione (a sensi del D.M. 14 gennaio 2008 – circolare 2 febbraio 2009, n.617 , C.S. LL.PP.) e caratterizzazione dei terreni e delle rocce finalizzata alla modellazione geotecnica.

A termine di tali indagini, è stata redatta la presente relazione che, avvalendosi di tutti i risultati acquisiti, consente di ricostruire l'ambiente geologico del territorio oggetto del lavoro.

CARATTERI GEOLOGICI E MORFOLOGICI

L'area di lavoro è posta in corrispondenza di un modestissimo versante topografico ad una quota topografica di circa 42m s.l.m. ; più in generale la zona è caratterizzata da morfologia leggermente ondulata che degrada lievemente in direzione ovest come emerge dalle limitate differenze di quota.

Da un punto di vista strutturale l'area si colloca all'interno di un esteso graben che si allunga in direzione NW-SE ed è delimitato ai lati da due horst costituiti da rocce carbonatiche denominati localmente Serre.

L'attuale configurazione geologica è frutto della tettonica distensiva che ha interessato il basamento carbonatico durante il terziario e che ha dato vita ad una serie di depressioni in cui si sono deposte in trasgressione le sequenze sedimentarie Pleistoceniche.

L'andamento pianeggiante di queste aree depresse è determinato dalle formazioni presenti che sono in prevalenza costituite da depositi plio-pleistocenici con livelli più superficiali costituiti da depositi sabbioso-arenacei e/o calcarenitici di limitato spessore, poggianti sui sottostanti depositi argillosi.

Nell'area di lavoro sono state riconosciute e distinte delle formazioni riferibili, secondo quanto riportato nelle note *illustrative della carta Geologica d'Italia* foglio n.223, dalla più antica alla più recente secondo il seguente ordine:

- calcari di Melissano;
- calcareniti del Salento (membro superiore)

- calcari di Melissano :

Questa formazione non affiora nell'area di lavoro ma rispettivamente ad ovest sulla serra di CastelForte, inoltre è presente in profondità in tutto il territorio dove risulta ribassata per cause tettoniche. Questa formazione costituisce il basamento e si presenta con stratificazione variabile ad andamento ondulato con fratturazioni subverticali, con diaclasi e leptoclasie con strutture fisico-meccaniche secondarie dovute all'azione del carsismo.

La litologia dei calcari e dei calcari dolomitici, generalmente di colore avana o nocciola, è di tipo compatto e tenace, in strati e banchi, talora riccamente fossilifera, cui si alternano livelli dolomitici di colore grigio o nocciola.

L'ambiente deposizionale è di mare poco profondo più esattamente di piattaforma.

-calcareniti del Salento (post calabriane):

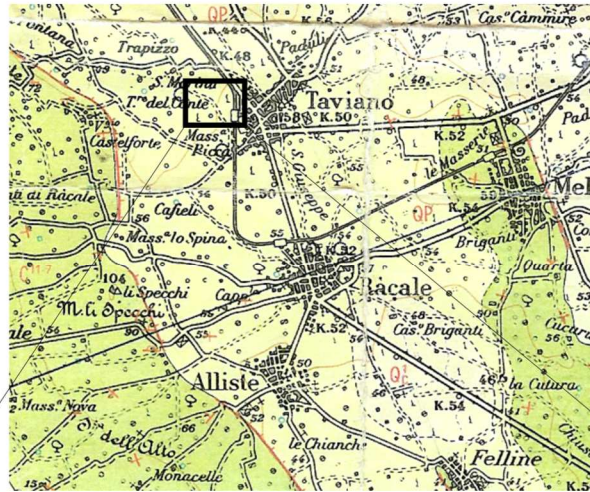
Questa formazione è caratterizzata da calcareniti grigio-giallo chiare e compatte, calcari grossolani individuabili nel tipo "panchina" e sabbioni calcarei anche cementati (QP). Nella zona oggetto di studio essa occupa le aree depresse tra serra e serra con una netta distribuzione areale.

I litotipi riferibili alla formazione denominata "calcareniti del Salento" sono riconducibili alla più generica definizione di "tufi", termine utilizzato per raggruppare sedimenti che localmente nel passato prendevano nomi diversi (Martinis 1967).

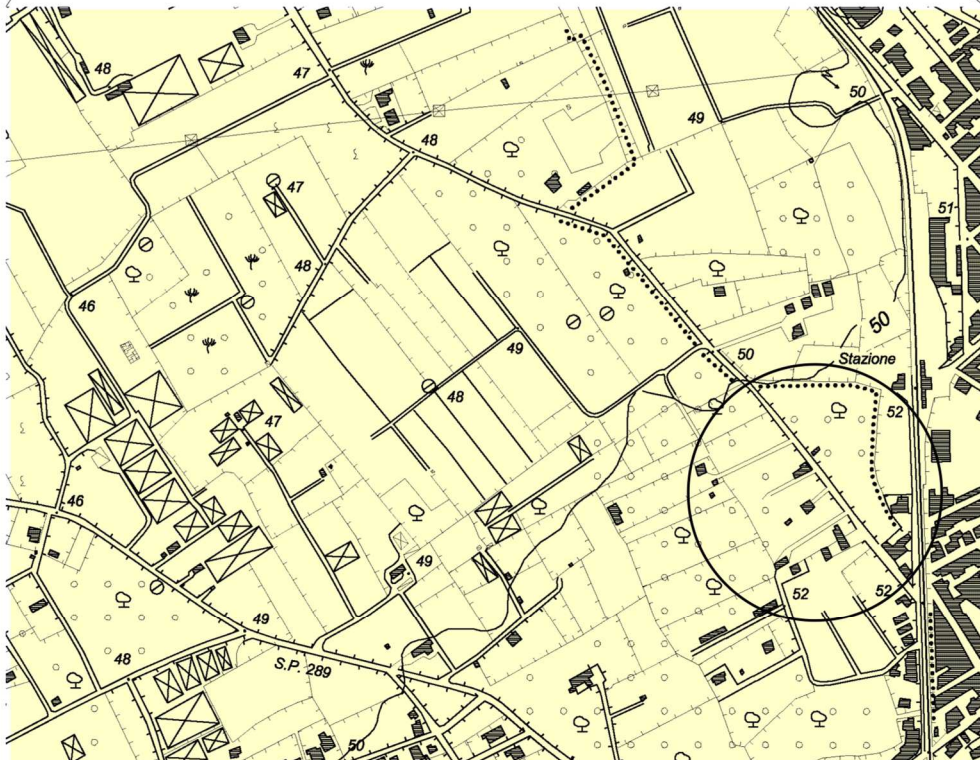
Le conoscenze paleontologiche della zona permettono di avanzare delle ipotesi per la ricostruzione dell'ambiente di sedimentazione. Esso sembrerebbe essere di tipo litorale con tendenze al neritico e denoterebbe un buon prosperare di organismi. Per quanto riguarda gli apporti di tipo inorganico, questi si riconducono all'accumulo di elementi calcarei prodottisi dall'erosione delle emergenti *serre* (Calcari di Melissano).

Lo spessore massimo è stato desunto da alcune cave presenti nella zona dal momento che non esistono, nel territorio considerato, affioramenti utili per una misura dettagliata della potenza della formazione. Tale spessore è stato calcolato intorno ai 40-50m. In particolare nell'area di studio è presente una certa copertura di materiale terrigeno.

CARTA GEOLOGICA

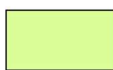


scala 1:100.000



scala 1:10.000

Calcarei di Melissano



limite geologico \ presunto



linea di faglia
(sepolta ; trattini parte ribassata)



Calcareni del Salento



Area indagata

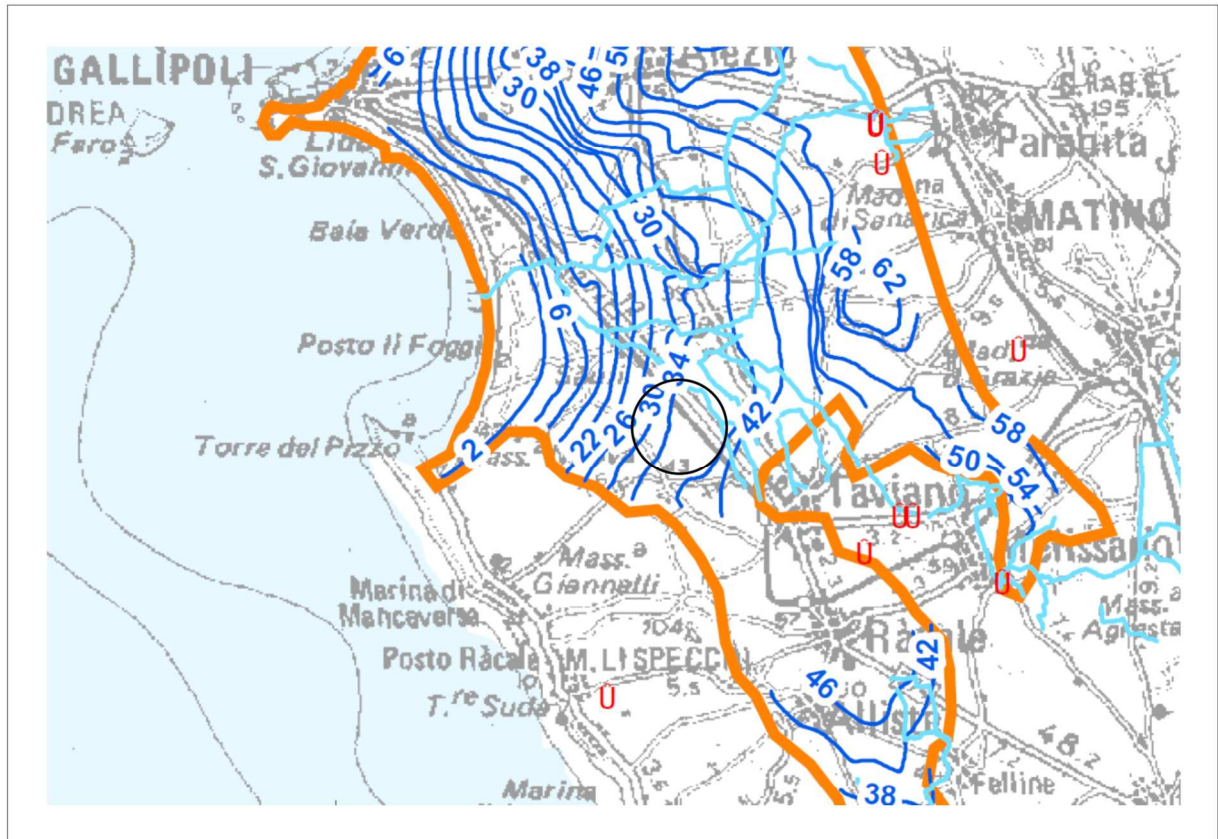


L'alimentazione è esclusivamente locale e nella ricostruzione della superficie freatica, è stato possibile evidenziare come il deflusso di tale falda si sviluppi prevalentemente con direttrice est-ovest dettata localmente da motivi litologici e giaciturali.

La falda è interessata da forti escursioni che durante la stagione piovosa portano il livello statico ad variare notevolmente. Alla data di redazione della presente relazione risulterebbe presente una falda superficiale alla quota di circa 9,0m -12,0m ed essere del tipo temporaneo e sospeso, molto esigua in quantità.

Carta idrogeologica delle isofreatiche

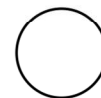
Piano Tutela delle acque Regione Puglia
estratto Tav. 6.3.2 (fuori scala)



Isofreatiche (m slm)

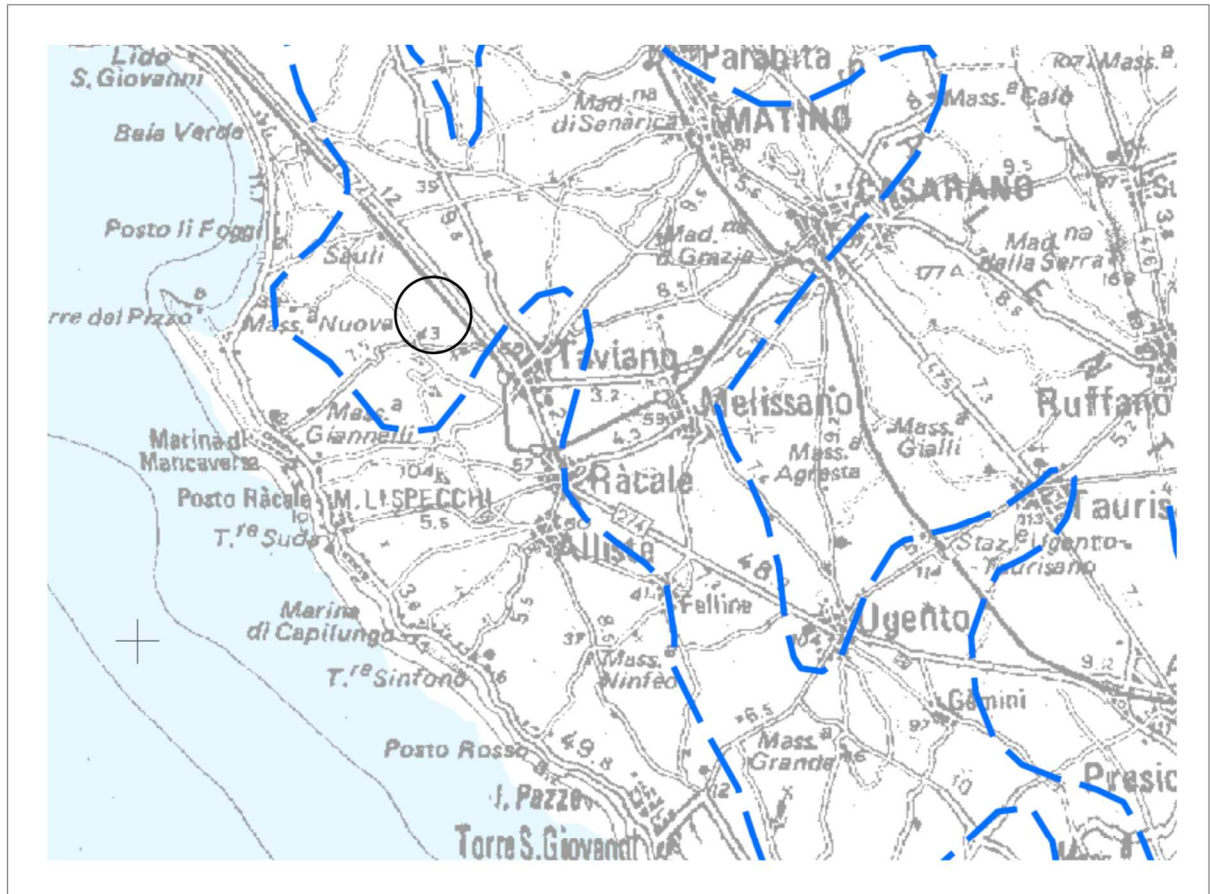


Area interessata



Carta idrogeologica delle isopieze

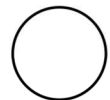
Piano Tutela delle acque Regione Puglia
estratto Tav. 6.2 (fuori scala)



Isopieze (m slm)



Area interessata



INDAGINE SISMICA

La situazione presente nell'area indagata, unitamente alle finalità dell'indagine stessa, suggeriva l'adozione del metodo sismico con l'applicazione della tecnica di acquisizione denominata MASW.

L'analisi delle onde S con la tecnica MASW viene eseguita mediante la trattazione spettrale del sismogramma, cioè a seguito di una trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale. In questo dominio, detto dominio trasformato, è semplice andare a separare il segnale relativo alle onde S da altri tipi di segnale.

L'osservazione dello spettro consente di notare che l'onda S si propaga a velocità variabile a seconda della frequenza dell'onda stessa, questo fenomeno è detto dispersione, ed è caratteristico di questo tipo di onde e che suggerisce di caratterizzare tale fenomeno mediante una funzione detta curva di dispersione, che associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda.

Tale curva è facilmente estraibile dallo spettro del segnale poiché essa approssimativamente posa sui massimi del valore assoluto dello spettro.

Successivamente la curva di dispersione sperimentale deve essere confrontata con quella relativa ad un modello sintetico che verrà successivamente alterato in base alle differenze riscontrate tra le due curve, fino ad ottenere un modello sintetico a cui è associata una curva di dispersione sperimentale approssimativamente coincidente con la curva sperimentale (fase di inversione).

Complessivamente sono stati eseguiti n.1 profilo sismico con 24 geofoni a 4,5 Hz di frequenza, adottando una distanza tra i geofoni di 1,0m e shot iniziali e finali.

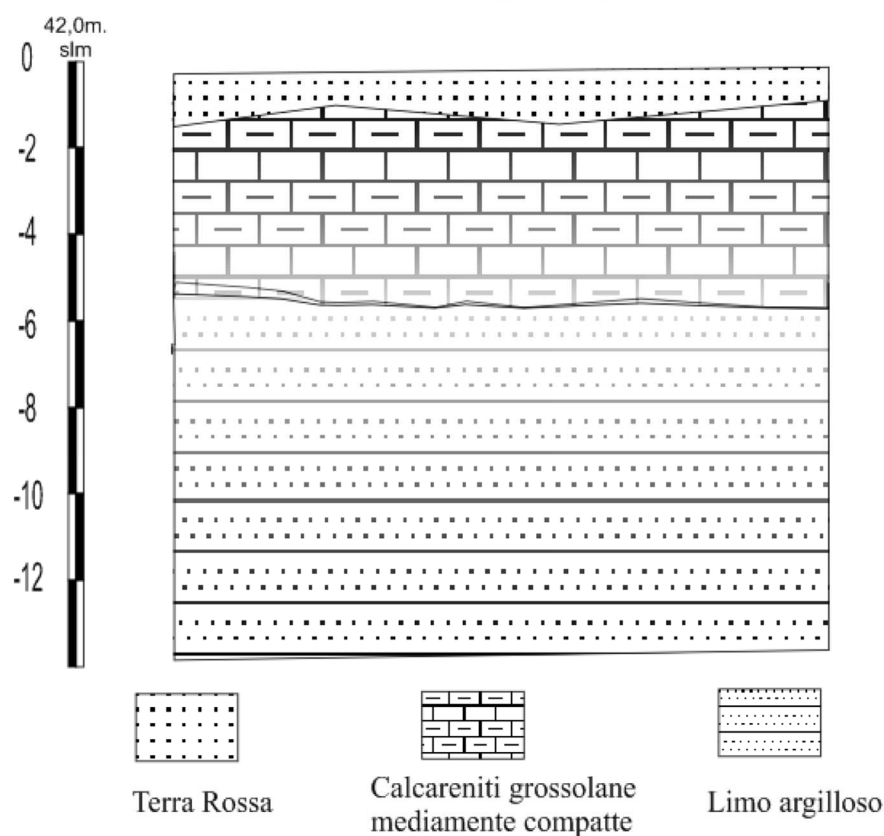
L'energizzazione è stata ottenuta utilizzando un martello del peso di 4 kg ed una piastra circolare. Le onde così generate sono state registrate con un sismografo a 24 canali della ditta S.A.R.A. modello Do.re.mi, il quale consente di ottenere le misurazioni dei tempi di arrivo delle onde sismiche che si propagano nel sottosuolo.

Per quanto riguarda l'interpretazione dei dati di campagna è stata eseguita tramite l'applicazione del software "geoMASW".

Il profilo **n. 1** è stato eseguito con andamento N-S, all'interno dello stabile ed ha evidenziato un modello a più strati. Il sismostrato superiore, caratterizzato da Vs medie dell'ordine dei 500÷600 m/sec e con una coltre di materiale mediamente alterato di diversi centimetri, sino alla profondità di 1,20m dal p.c. è in continuità stratigrafica con lo stesso litotipo calcarenitico mediamente compatto caratterizzato da una velocità vs media variabile tra 550m/sec e 650m/sec. per circa 4,0m. di profondità.

MODELLO GEOLOGICO

Sezione geologica



UBICAZIONE SONDAGGIO

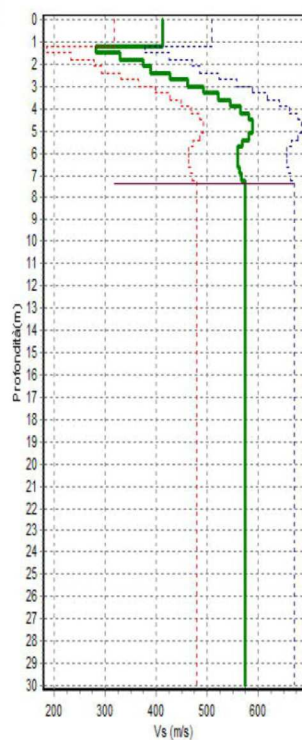


Stendimento sismico
(ubicazione di massima)



Riassunto interpretazione MASW

N.	H(m)	Vs(m/s)
1	1,2	413,0
2	1,5	281,0
3	1,8	328,0
4	2,1	374,0
5	2,4	389,0
6	2,7	427,0
7	3,0	461,0
8	3,3	493,0
9	3,6	522,0
10	3,9	545,0
11	4,2	565,0
12	4,5	581,0
13	5,1	589,0
14	5,4	582,0
15	5,7	569,0
16	6,0	560,0
17	6,3	560,0
18	6,6	559,0
19	6,9	563,0
20	7,2	567,0
21	30,0	575,0



Classe sito: B - Vs30 (m/s)=545,7

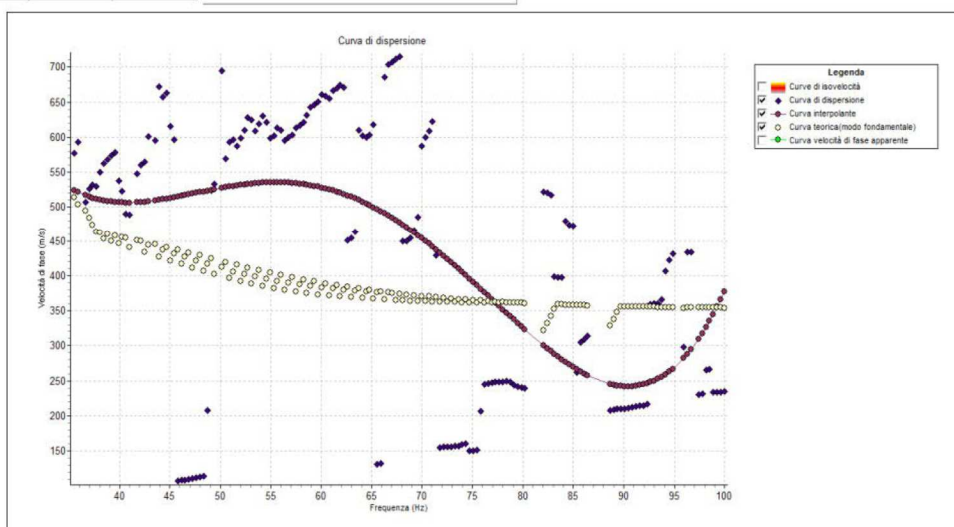
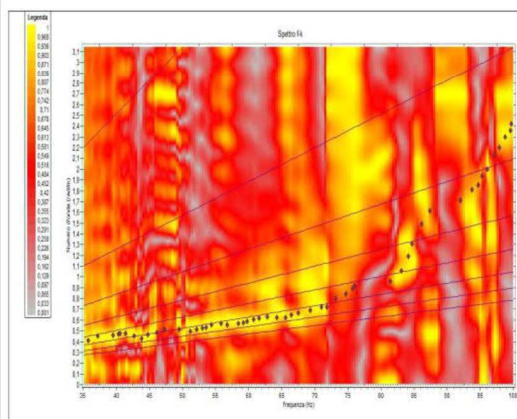
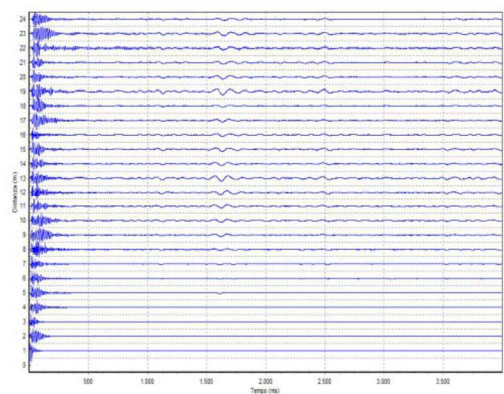


Tabella parametri geotecnici da MASW										
N.	Prof.(m)	Vs(m/s)	C.Poisson	Gamma(t/mc)	Vp(m/s)	G0(MPa)	Ed(MPa)	M0(MPa)	Ey(MPa)	
1	1,2	413,0	0,3	1,77	775,26	307,75	1084,44	674,1	801,32	
2	1,5	281,0	0,3	1,83	523,09	147,3	510,43	314,03	382,14	
3	1,8	328,0	0,3	1,82	611,89	199,6	694,62	428,5	518,31	
4	2,1	374,0	0,3	1,82	697,95	259,5	903,75	557,74	673,99	
5	2,4	389,0	0,3	1,82	726,01	280,74	977,89	603,57	729,16	
6	2,7	427,0	0,3	1,82	797,1	338,27	1178,77	727,75	878,66	
7	3,0	461,0	0,3	1,82	860,71	394,28	1374,41	848,7	1024,23	
8	3,3	493,0	0,3	1,82	920,58	450,92	1572,25	971,03	1171,43	
9	3,6	522,0	0,3	1,83	973,96	508,3	1769,56	1091,82	1320,06	
10	3,9	545,0	0,3	1,82	1017,86	551,06	1922,11	1187,37	1431,69	
11	4,2	565,0	0,3	1,82	1055,28	592,24	2066,02	1276,37	1538,73	
12	4,5	581,0	0,3	1,83	1084,34	629,7	2193,37	1353,77	1635,52	
13	5,1	589,0	0,3	1,82	1100,18	643,63	2245,57	1387,41	1672,28	
14	5,4	582,0	0,3	1,82	1087,08	628,42	2192,43	1354,54	1632,76	
15	5,7	569,0	0,3	1,81	1063,63	597,36	2087,33	1290,85	1552,58	
16	6,0	560,0	0,3	1,8	1047,66	575,41	2013,94	1246,73	1496,07	
17	6,3	560,0	0,3	1,83	1045,05	585,0	2037,31	1257,31	1519,36	
18	6,6	559,0	0,3	1,81	1044,92	576,54	2014,55	1245,82	1498,48	
19	6,9	563,0	0,3	1,81	1052,41	584,83	2043,51	1263,74	1520,0	
20	7,2	567,0	0,3	1,8	1060,76	589,89	2064,61	1278,09	1533,71	
21	30,0	575,0	0,3	1,81	1074,86	610,02	2131,62	1318,26	1585,5	



Parametri geotecnici del terreno.

Stimata la velocità delle onde P e S lungo la verticale d'indagine, è possibile ricavare, attraverso alcune correlazioni analitiche, non empiriche, i parametri geotecnici dinamici del terreno.

MODULO DI DEFORMAZIONE AL TAGLIO.

dove:

ρ (kNs²/m⁴) = densità del mezzo, data dal rapporto fra il peso di volume del terreno (saturo nel caso sia immerso in falda) e l'accelerazione di gravità (9,81 m/s²);

V_s (m/s) = velocità delle onde S.

MODULO DI COMPRESSIBILITA' VOLUMETRICA.

dove:

V_p (m/s) = velocità delle onde P.

MODULO EDOMETRICO.

MODULO DI YOUNG

dove:

ν = coefficiente di Poisson, dato dalla relazione analitica:

Si ricorda che i parametri geotecnici ricavati si riferiscono a condizioni di bassa deformazione e quindi possono risultare superiori di circa un ordine di grandezza rispetto a quelli ottenibili, per lo stesso tipo di terreno, in situazione di grandi deformazioni.

Stima della velocità V_s

Secondo le nuove norme in materia di progettazione in zone sismiche (ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 – circolare 2 febbraio 2009, n.617 , C.S. LL.PP.), si propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque (A - B - C - D - E) tipologie di suoli (più altri due speciali: S1 e S2), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno.

Infatti, la normativa tecnica per la classificazione litologica dei terreni di fondazione richiede la stima del valore delle onde di taglio V_s . Ed in casi particolari, per ovviare ad possibili errori grossolani e a seconda delle problematiche, si preferisce utilizzare le correlazioni empiriche, riassunte in letteratura.

Categoria del terreno di fondazione

I terreni da classificare sono quelli compresi tra il piano di posa delle fondazioni e la litologia di base e, comunque, coinvolti dall'opera sovrastante per una profondità legata alla estensione ed alla importanza della stessa.

I parametri alla base della suddetta classificazione sono, il valore di N_{spt} e la correlazione con le V_{s30} . Dai valori di correlazione si è risaliti alla categoria del terreno di fondazione che è corrisposto alla:

categoria	Descrizione
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

(ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 – circolare 2 febbraio 2009, n.617 , C.S. LL.PP.)

La stima delle velocità V_s è stata ottenuta mediante indagini effettuate in ambito contiguo e verificandole mediante un metodo empirico di correlazione derivante dal metodo di calcolo effettuato da Ohta e Goto (1978), che permette di mettere in relazione il valore di V_s alle prove penetrometriche N_{spt} .

DETERMINAZIONE DEI MODULI ELASTICI DEI LITOTIPI INDAGATI

Dalla determinazione delle velocità V_p e V_s , per ogni singolo stendimento, si è risaliti ai moduli elastici e meccanici del terreno fondale e **si da notizia al solo scopo di verifica e di consiglio**, della portanza dei terreni che accoglieranno le fondazioni delle costruende strutture.

CAPACITA' PORTANTE DEI TERRENI

Dal rilievo geologico di superficie e dall'indagine sismica è risultato che nell'area di studio affiora una calcarenite moderatamente alterata e il calcolo del carico ammissibile è stato eseguito considerando tale litotipo.

La resistività del litotipo interessato dalle opere fondali è variabile da ed ha i seguenti valori :

Profilo n. 1

Strato	V_s (m/sec)	γ (gr/cmc)	ϕ°	c t/mq
1	± 550	1,7	26	0,15

V_s = velocità sismica γ = peso di volume ϕ = angolo di attrito c = coesione

I principi guida della progettazione di una fondazione sono essenzialmente di due ordini, valutazione del carico ammissibile e cedimento

Calcolo della Capacità Portante di una fondazione superficiale

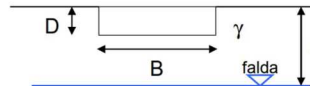
1 - Caratteristiche e tipologia fondale:

Base=	1,00	[m]
Lungh=	10,00	[m]
Profond=	0,50	[m]
$c_B = ecc_B$	0,00	[m]
$c_L = ecc_L$	0,00	[m]
α	0,00	[°]

H =	0,00	[kg]
V =	0,00	[kg]

H parallelo
a L o B

B



2 - Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione:

γ	1700,00	[kg / m ³] [kg / m ³]
ϕ	26	[°]
δ	17	[°]
c	0,15	[kg / cm ²] [kg / cm ²]
Kp	2,561	
ca	0,05	[kg / cm ²]
β	0,00	[°]

Falda Z = 4 [m]

Presenza della falda: **SI**

Fattore di sicurezza = 3

3 - Metodo di calcolo proposto da **Terzaghi** (1943):

Fond. Tipo: **Nastriforme**

Nq	14,210
Nc	27,085
N γ	14,837

Q	653.174,50	[kg]	capacità portante
Qult	6,53	[kg / cm ²]	
Qamm	2,18	[kg / cm ²]	

4 - Metodo di calcolo proposto da **Meyerhof** (1963):

Nq	11,854
Nc	22,254
N γ	8,002

Q	594.027,86	[kg]	capacità portante
Qult	5,94	[kg / cm ²]	
Qamm	1,98	[kg / cm ²]	

5 - Metodo di calcolo proposto da **Brinch - Hansen**:

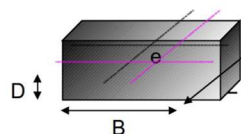
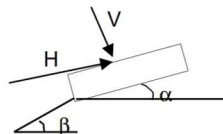
Nq	11,854
Nc	22,254
N γ	12,539

Q	638.423,98	[kg]	capacità portante
Qult	6,38	[kg / cm ²]	
Qamm	2,13	[kg / cm ²]	

6 - Metodo di calcolo secondo l'**Eurocodice 7** (**Metodo EC7**):

Nq	11,854
Nc	22,254
N γ	10,588

Q	711.795,24	[kg]	capacità portante
Qult	7,12	[kg / cm ²]	
Qamm	2,37	[kg / cm ²]	



INDICAZIONI MINIME PER LA SICUREZZA

Per ridurre i rischi derivanti dalle attività di scavo e dall'uso dei mezzi impiegati nelle fasi di scavo, sbancamento e preparazione del terreno; in particolare i rischi legati a: le modalità di scavo, la movimentazione dei materiali terrosi, la natura del terreno e delle sue condizioni, l'uso di mezzi da cantiere (ruspe, pale meccaniche, bulldozer, etc.), cadute e ribaltamento delle macchine causa errata manovra, contusione, investimento, schiacciamento, degli operai con le macchine, cadute degli operai dai bordi, schiacciamento degli operai da materiale caduto dai bordi o dalle macchine, elettrocuzione ed abrasioni varie; devono prevedersi adeguate precauzioni.

In particolare: la predisposizione di strutture di sostegno (ad es. puntellatura, sostegno a scarpa, paratie, pendenze particolari) previa esecuzione degli scavi, con l'obiettivo di evitare frane o smottamenti del terreno; la predisposizione di strutture di recinzione, di parapetti e relative coperture delle aree soggette a scavo per prevenire i pericoli relativi alla caduta di una persona, di materiali o di oggetti; Inoltre tutti i veicoli e le macchine da sterro e movimentazione del materiale debbono essere ben progettati e costruiti tenendo conto, nella misura del possibile, dei principi dell'ergonomia; utilizzati correttamente e mantenuti in buono stato di funzionamento; l'ubicazione dei mezzi deve essere idonea sia alla procedura di scavo, che alla movimentazione ed il transito delle stesse, dei materiali e degli operai .

E' opportuno prevedersi vie sicure per penetrare nelle zone degli scavi ed uscirne; le vie di accesso per i mezzi devono essere dotate di adeguata pendenza e larghezza, mentre l'accesso ai lavoratori, nel caso di trincee, deve esser garantito con scale adeguatamente sistemate e vincolate .

I cumuli di materiali di sterro, i materiali ed i veicoli in movimento devono essere tenuti a distanza dai luoghi di scarico; non è consentito lo stoccaggio dei materiali sui bordi dello scavo. Durante l'esecuzione degli scavi a macchina occorre evitare che vi sia presenza di personale: all'interno dell'area di scavo; sul ciglio dello scavo; nel raggio di azione del macchinario.

Nel caso dello scavo in oggetto, e nei casi di accidentale franosità delle pareti si consiglia di realizzare una opportuna inclinazione del fronte di scavo da realizzare considerando con un buon margine di sicurezza gli angoli del cuneo di distacco.

CONCLUSIONI

Nel mese di maggio 2018, il sottoscritto geologo Marco Gianfreda, eseguiva uno studio geologico ad indirizzo geotecnico mirato alla determinazione della stratigrafia e delle principali proprietà tecniche del terreno interessato al progetto per un impianto di recupero rifiuti costituiti da materiale inerte provenienti da opere di demolizione o di scavo .

Il lavoro svolto ha evidenziato la natura del terreno, indagato e valutato le diverse situazioni del sottosuolo e della idrogeologia locale e le interazioni che quest'ultima poteva avere con la futura struttura fondale.

Le indagini hanno evidenziato una formazione Quaternaria riconducibile, nella zona di studio, ad una copertura di tipo calcarenitico superato lo strato di ricopertura.

In particolare sono state valutate le aree circostanti la zona di studio dove è evidente la presenza di una situazione morfotettonica di particolare importanza con presenza di zone di drenaggio della falda superficiale.

Da quanto valutato e descritto nella presente relazione e dalle risultanze delle elaborazioni numeriche applicate, non risulta essere presente una falda acquifera sospesa e temporanea tale da interagire con le opere di fondazione previste alla quota di progetto .

Dunque il piano di posa delle fondazioni, dopo aver raggiunto lo strato portante, potrà essere a circa 0,5m dal piano campagna dello stabile, e si consigliano delle fondazioni di tipo continuo , valutando una portanza del terreno come riportato in tabella.

Nel caso in cui si volesse realizzare uno scavo, e della profondità maggiore di quello consigliato e progettato, è utile valutare l'esecuzione di tutte quelle opere atte a scongiurare il crollo accidentale delle pareti laterali dello scavo, inoltre la realizzazione di un piano ribassato è subordinata alla esecuzione dei lavori di scavo in sicurezza ed

è prescritta alla realizzazione delle opere di drenaggio, temporanee e finali, utili all'allontanamento dell'acqua piovana.

E' importante considerare che, se durante i lavori saranno rinvenute delle cavità carsiche, o delle singolarità di tipo geologico, risulterà comunque necessario eseguire un'indagine più approfondita rivolta alla determinazione di dette particolarità.

L'area interessata ricade nella zona sismica 4 ed ha una categoria del sottosuolo di fondazione coincidente con la lettera B.

Tanto per l'incarico affidatomi.

Taviano, maggio 2018

il geologo
Dott. Marco Gianfreda