



REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



SOGEAAL

SOCIETÀ DI GESTIONE
AEROPORTO ALGERO

Aeroporto di Alghero Fertilia

ADEGUAMENTO INFRASTRUTTURE VOLO ICAO,
MIGLIORAMENTO ACCESSIBILITÀ AEROPORTO

“AMPLIAMENTO E RICONFIGURAZIONE VIABILITÀ
AEROPORTUALE”

PROGETTO ESECUTIVO

IMPRESA CONCORRENTE:



Dott. Mario Ticca S.r.l.

COSTITUENDA R.T.P.
Mandataria:



Società indicate:



Mandante:
Dott. geol. Marco Sandrucci



STUDI GENERALI
GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA
RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

CODICE ELABORATO:

19_PR19_ALG_04_02_GEO_01

revisione	data	redatto
A	31.05.2019	LGM

Questo documento è di proprietà esclusiva. E' proibita la riproduzione anche parziale e la cessione a terzi senza la nostra autorizzazione.

1	PREMESSA	2
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	2
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	3
3.1	Assetto geologico di area vasta	3
3.2	Geologia locale	4
3.3	Assetto geostrutturale	6
4	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	6
5	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	8
6	CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE	11
6.1	Sondaggi geognostici.....	12
6.2	Prove penetrometriche dinamiche	13
6.3	Prospezione geofisica.....	14
6.4	Prove di laboratorio.....	14
7	SISMICITA' DELL'AREA	14
7.1	Classificazione sismica in termini di V_{s30}	16
7.2	Stabilità nei confronti della liquefazione	17
8	MODELLO GEOLOGICO DI PROGETTO	18
	UNITA' STATIGRAFICA "A"	18
	UNITA' STATIGRAFICA "B"	18
	UNITA' STATIGRAFICA "C"	18
	UNITA' STATIGRAFICA "D"	19
9	CONCLUSIONI	19
10	ALLEGATI	20
10.1	Indagini geognostiche e prove di laboratorio del giugno 2019	20
10.2	Indagini geognostiche pregresse (1999 e 2015).....	22
10.3	Indagini geofisiche del giugno 2019.....	27
10.4	Indagini geofisiche pregresse (1999).....	28

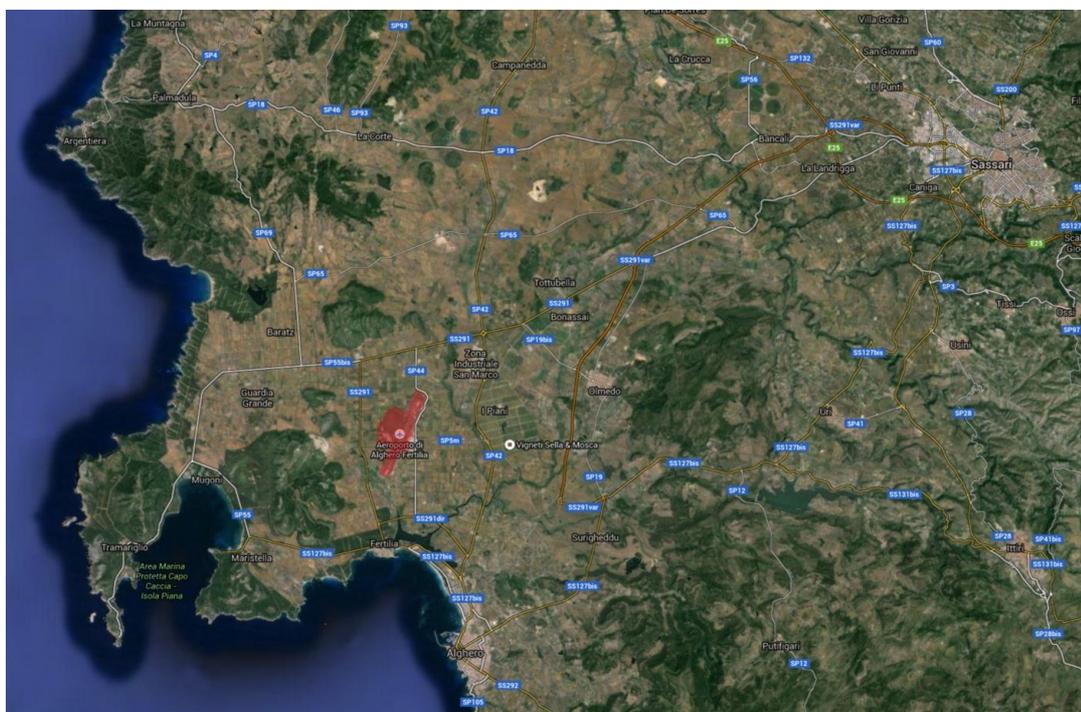
1 PREMESSA

La presente relazione è finalizzata alla definizione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche, nonché alla delimitazione del modello geologico in scala locale, arrivando ad inquadrare in maniera dettagliata le singole unità litostratigrafiche che costituiscono il sottosuolo dell'area e che verranno ad interagire con le opere in progetto.

Il presente studio tiene conto oltre che dei risultati emersi durante la campagna geognostica eseguita nel corrente mese di Giugno 2019, anche della bibliografia esistente e dei dati di pregresse campagne geognostiche che tra il 1999 e il 2015 hanno interessato lo stretto intorno territoriale nel quale si inserisce l'intervento in esame.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area oggetto del presente studio ricade all'interno del Comune di Alghero, nella ex-provincia di Sassari. L'area direttamente oggetto del presente documento è costituita dall'involuppo di viabilità di accesso e parcheggi antistanti la stazione aeroportuale esistente.



Ubicazione dell'area aeroportuale interessata dall'intervento in progetto

L'aeroporto si trova a circa 13 km dal centro cittadino di Alghero (SP42) ed a 29 km da Sassari (Strada Statale 291 e SP44). Tali tratti carrabili definiscono il perimetro dell'area dedicata alla funzione aeroportuale.



L'ambito territoriale d'intervento

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

3.1 Assetto geologico di area vasta

Nel territorio di Alghero sono presenti formazioni geologiche stratigraficamente comprese tra il tardo Paleozoico e l'Olocene. La genesi di queste formazioni è riconducibile a una serie di complesse attività tettoniche che hanno dato origine sia a depositi continentali, che marini (legati alle ingressioni marine del Giura-Creta).

Dalla bibliografia esistente si evincono tre ambiti principali:

- Ambito dei rilievi sedimentari, caratterizzato dalla presenza delle imponenti formazioni sedimentarie calcaree legate alle ingressioni marine che hanno interessato la Sardegna durante il Giurassico e il Cretacico (Mesozoico). Tali formazioni calcaree si innalzano bruscamente dal mare dando origine a pareti verticali o sub-verticali con altezze fino ad oltre 300 m (Punta Cristallo).
- Ambito delle formazioni effusive cenozoiche, che costituiscono dorsali la cui genesi è ascrivibile ad importanti fenomeni effusivi che hanno interessato la Sardegna centrale e centro-occidentale durante l'Oligocene e il primo Miocene. Questi rilievi sono spesso caratterizzati da sommità tabulari, o mesas, originate da colate laviche che hanno protetto dall'erosione le sottostanti formazioni.
- Ambito dei depositi alluvionali ed eolici del Pliocene e del Pleistocene che costituiscono la vasta piana terrazzata della Nurra. Fortemente incisa dal reticolo idrografico attuale questa serie di terrazzi è interessata dalla presenza di accumuli di carbonati secondari che hanno dato origine a diffuse lenti calcaree che.

L'area d'intervento ricade all'interno di quest'ultimo ambito alluvionale, nel quale la genesi delle antiche dune è legata ai cicli trasgressivi collegati alle glaciazioni. Anche questi depositi sono stati interessati dai depositi di carbonati secondari causati dal dilavamento dei rilievi calcarei, sia delle stesse sabbie.

Questi depositi che hanno dato origine a pacchi di arenarie a diverso grado di cementazione, la cui presenza determina una linea di costa prevalentemente costituita da pareti sub-verticali.

3.2 Geologia locale

L'assetto litostratigrafico locale è costituito dalla presenza di depositi alluvionali eterometrici sovrastanti un substrato litoide di natura dolomitica.

In superficie è presente uno strato di suolo humico il cui spessore aumenta in corrispondenza delle aree tutt'ora a destinazione agricola e diminuisce, invece verso le aree del sedime aeroportuale, dove risulta del tutto assente per ampie estensioni ed è sostituito in gran parte da terreni di riporto. Questo è dovuto al fatto che tali aree siano quelle in passato interessate da opere di urbanizzazione e infrastrutturazione che hanno comportato la totale asportazione del suolo humico e la sua sostituzione con terreno di riporto di spessore fino a poco oltre 1 m in corrispondenza dell'area dell'aerostazione.

I depositi alluvionali, di epoca quaternaria, presentano notevoli eteropie sia in senso verticale, che laterale ed ospitano localmente livelli di paleosuoli (con spessori pluridecimetrici e profondità fino a circa 2 m) indicativi di frequenti variazioni negli ambiente deposizionali.

Localmente sono presenti dei livelli sabbiosi medio-fini ben gradati, che indicano una modalità deposizionale dovuta a trasporto eolico.

Complessivamente lo spessore medio dei depositi alluvionali varia da circa 4 a 10 m, denotando una notevole articolazione degli spessori riconducibile al fatto che durante le fasi più aride della glaciazione wurmiana, circa 80.000 anni B.P. il ritiro della linea di costa ha favorito il trasporto eolico di ingenti quantità di sabbie del fondale marino. Sabbie che hanno colmato delle preesistenti depressioni scavate dalle acque fluviali nelle arenarie permiane.

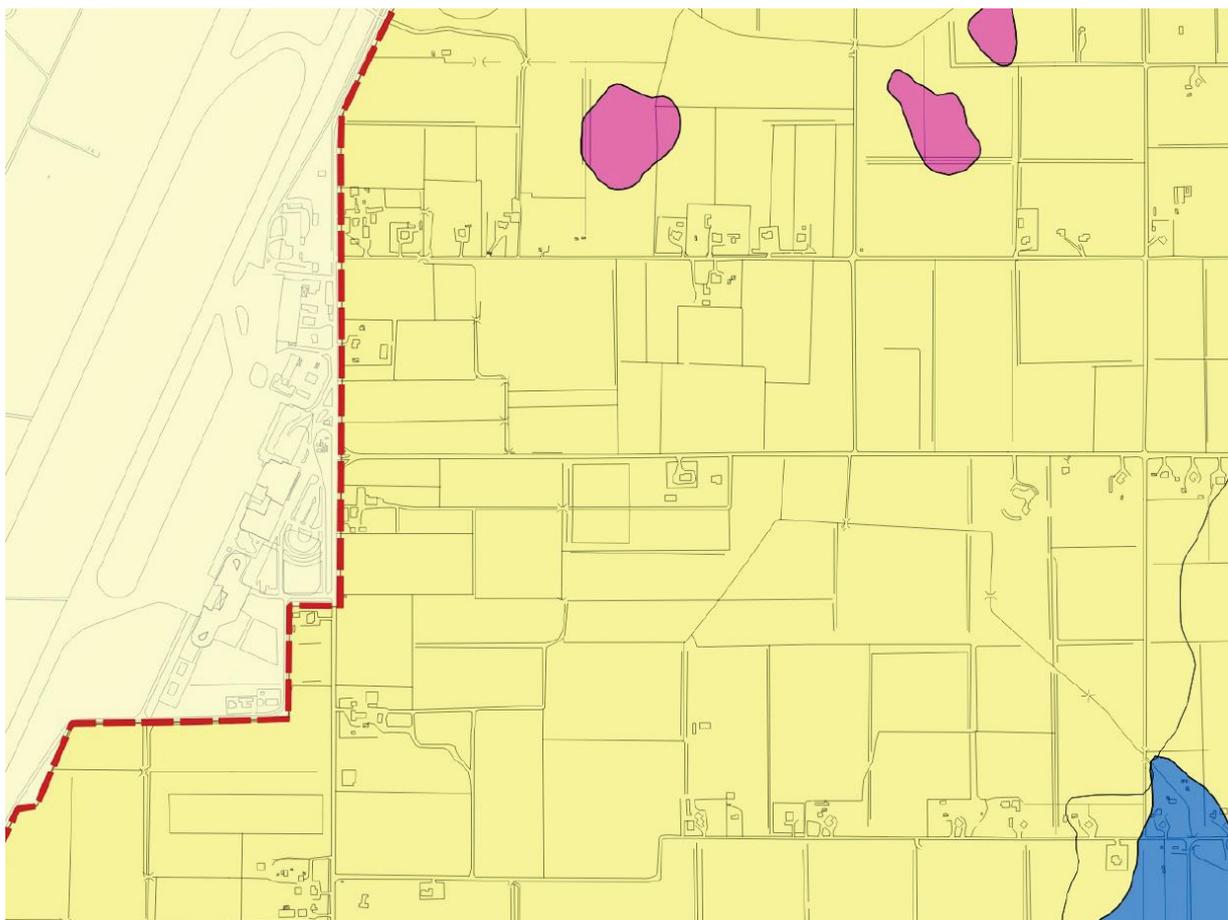
Questo processo di deposito si è ripetuto più volte sia durante il Pleistocene che l'Olocene, come testimoniato dalla presenza, nelle dune, di 3 orizzonti cementati dalle acque carbonatiche. L'ultimo di questi è ricoperto da uno strato della potenza di alcuni decimetri di sabbie fortemente pedogenizzate a sua volta ricoperto da un deposito di sabbie eoliche incoerenti.

All'interno dei sedimenti alluvionali, sulla base delle indagini stratigrafiche eseguite a partire dal 1999 è possibile individuare una sostanziale differenziazione tra un membro più superficiale, di natura prevalentemente sabbiosa, ed uno inferiore più francamente limo-argilloso.

Il livello superiore presenta una granulometria sabbiosa con alternanza di livelli sabbiosi-limosi da mediamente a ben addensati, talora con inglobati concrezioni carbonatiche e frammenti arenacei e livelli arenacei di consistenza litoide, prevalentemente sub-decimetrici.

Con la profondità aumenta la percentuale argillosa fino ad una fascia di transizione verso il vero e proprio livello più francamente limo-argilloso, contenente livelli sabbiosi, ciottoli e frammenti arenacei, di colore da giallo-nocciola a marrone.

La parte inferiore di questo livello presenta una percentuale di ciottoli fluviali arrotondati importante e caratterizzante, fino a diventare un vero e proprio marker litostratigrafico potente finanche 1 m e oltre, che segna il passaggio con il sottostante substrato litoide.



Cod_ID	Cod_Età	Descrizione	Età	Colore
dt	G01-009	Depositi di versante	Olocene	
S	G01-012	Suoli e depositi alluvionali di fondovalle, recenti	Olocene	
Al	G01-020	Depositi alluvionali debolmente terrazzati, prevalentemente ciottolosi	Olocene	
Tv	G01-026	Travertini	Olocene	
L	G01-032	Sabbie litoranee, eoliche e di spiaggia	Olocene	
AT	G02-002	Depositi alluvionali terrazzati, a ciottoli di quarzo o trachite	Pleistocene	
DA	G02-003	Arenarie dunari fortemente cementate, spesso carsificate	Pleistocene	
QS	G02-004	Travertini e calcari continentali	Pleistocene	
qm	G02-005	Depositi arenaceo-conglomeratici eluvio-colluviali	Pleistocene	
M	G04-001	Ciottolati probabilmente marini	Miocene	
OL	G05-001	Calcarei a piante (Porto Conte)	Oligocene	
IGN	E01-001	Coltri ignimbriche	Oligocene	
tf	E01-002	Tufi pomiceo-ciniritici	Oligocene	
PT	I01-002	Porfiriti di Calabona	Oligocene	
Cr3	G07-001	Calcarei e marni	Cretaceo	
Cr2	G07-001	Calcarei a foraminiferi e rare rudiste	Cretaceo	
Cr1	G07-001	Calcarei a charofite	Cretaceo	
G2	G08-001	Calcarei grigiastri oolitici e dolomie	Giurassico	
G1	G08-001	Calcarei selciferi	Giurassico	
T3	G09-001	Dolomie, marni, gessi e calcari cariati	Triassico	
T2	G09-001	Calcarei grigi fossiliferi, marni e dolomie	Triassico	
T1	G10-001	Arenarie rossastre, conglomerati e siltiti violacee	Pemiano	
Br	G13-001	Brecce e clasti di scisto metamorfico	Siluriano?	
Pf	G13-001	Scisti filladici	Siluriano?	

Stralcio carta geo-litologica PRG di Alghero

Alla base delle alluvioni argillo-sabbiose (evidenziata dai livelli ciottolosi sub-arrotondati) si incontra direttamente il locale substrato litoide, costituito dalle dolomie del giurese, fratturate e carsificate. Il tetto di tali dolomie si presenta a quote decisamente articolate a partire da circa 8,5 m di profondità, con ogni probabilità a causa di pregressi fenomeni erosivi, più o meno sinsedimentari.

3.3 Assetto geostrutturale

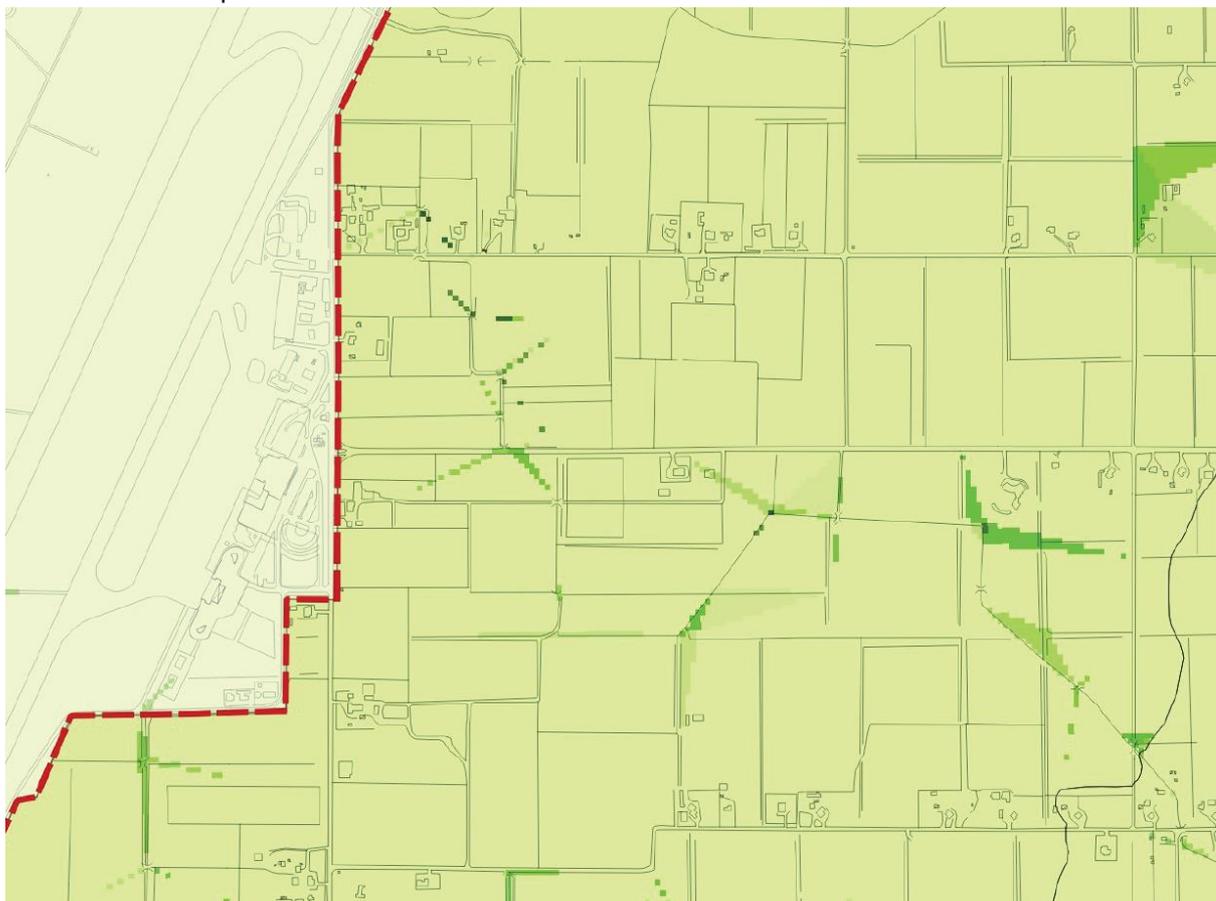
Il settore territoriale in esame è caratterizzato dalla presenza di un doppio sistema di fratture, con la direttrice principale da N a S e quella secondaria da E a W.

L'ultima fase tettonica, esplicitasi in età plio-quadernaria, ha comportato la riattivazione di antiche lineazioni, oltre alla creazione di un nuovo sistema di discontinuità tettoniche dirette ortogonalmente al precedente.

In ogni caso, la morfologia e l'assetto litologico dell'area di più stretto intervento non consentono in nessun caso la visione di tali strutture tettoniche sepolte.

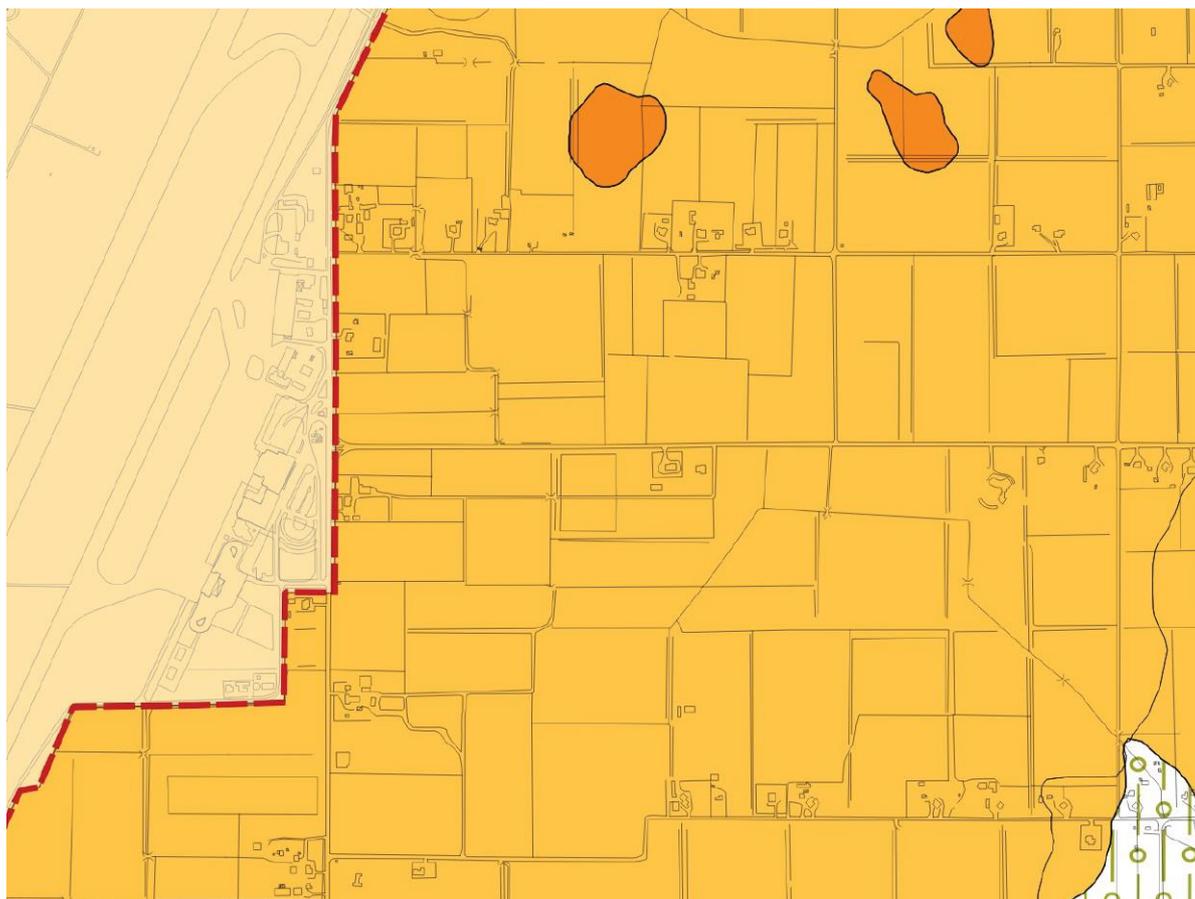
4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista morfologico il settore in esame è del tutto pianeggiante, ponendosi al centro di una estesa pianura che è delimitata, ad ovest, dalla presenza dei rilievi carbonatici mesozoici che fanno capo al rilievo principale di M.te Doglia (q. 435 m s.l.m.) e ad Est dal corso d'acqua del Rio Filibertu. La quota media del settore è pari a circa 20 metri s.l.m..



CODICE	CLASSI %	DESCRIZIONE	COLORE
A1	0 – 2,5	Elevata difficoltà di drenaggio	
A2	>2,5 - 5	Difficoltà di drenaggio	
A3	>5 - 10	Classe per la quale devono essere consigliate attenzioni per le pratiche agricole	
A4	>10 - 20	Rafforzamento delle misure di sistemazione idraulico-forestale	
A5	>20 - 40	Sconsigliato qualunque intervento di dissodamento	
A6	>40 - 60	Art. 31 PPR, Aree a forte acclività	
A7	>60 - 80		R.D.L. 3267/1923
A8	>80		

Stralcio Carta dell'Acclività PRG di Alghero



<i>Litologie del substrato</i>		
Codice	Descrizione	Colore
LS01	Rocce prevalentemente calcaree, anidritiche e gessose	
LS04	Rocce costituite da alternanze	
LS05	Rocce prevalentemente arenitiche (arenarie e sabbie)	
LS06	Rocce ruditiche (ghiaie e conglomerati)	
LS07	Rocce effusive e vulcanoclastiche	
LS08	Rocce intrusive e metamorfiche massive	
LS09	Rocce metamorfiche scistose	

Stralcio Carta geomorfologica PRG di Alghero

La presenza di una morfologia pianeggiante e la concomitante assenza di elementi del reticolo idrografico superficiale determinano una situazione di piena stabilità d'insieme e la totale assenza di elementi di pericolosità geomorfologica ed idraulica.

Come risulta direttamente in alcuna delle stratigrafie eseguite nell'area negli ultimi anni, nell'ambito delle alluvioni pleistoceniche direttamente costituenti il substrato litologico interessato da opere e manufatti di progetto si sono sviluppati suoli caratterizzati sia da orizzonti a diverso grado di cementazione carbonatica (testimonianza di importanti movimenti di acque durante le fasi climatiche più umide di questa epoca), sia di accumuli di ossidi di Fe e Al (indicatori di condizioni climatiche di tipo tropicale).

Le analisi al C14 di tali orizzonti pedogenizzati riportate in bibliografia indicano una età di circa 1425±140 anni B.P.

5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Le caratteristiche idrogeologiche del territorio sono fortemente influenzate dalla presenza dei depositi sedimentari mesozoici interessati da processi carsici che nel tempo hanno dato origine ad una rete di canali sotterranei le cui frequenti emergenze a mare sono responsabili delle basse temperature delle acque marine lungo tutto l'arco costiero e riducono in modo significativo il possibile apporto alle falde freatiche delle piene alluvionali.

Le falde freatiche fino ad un recente passato sono state interessate da importanti emungimenti per usi civili ed irrigui, in alcuni casi responsabili di una parziale salinizzazione di alcune falde.

A livello locale, la notevole variabilità granulometrica che caratterizza, verticalmente e orizzontalmente, i sedimenti alluvionali presenti nell'area d'intervento determina un altrettanto variabile permeabilità dei terreni, il cui assetto idrogeologico è pertanto assimilabile ad un acquifero multistrato, con livelli idrici presenti all'interno degli orizzonti più francamente sabbiosi, sostenuti da quelli maggiormente argillosi, con frequenti interazioni e comunicazioni idrauliche sia in senso verticale, che orizzontale.

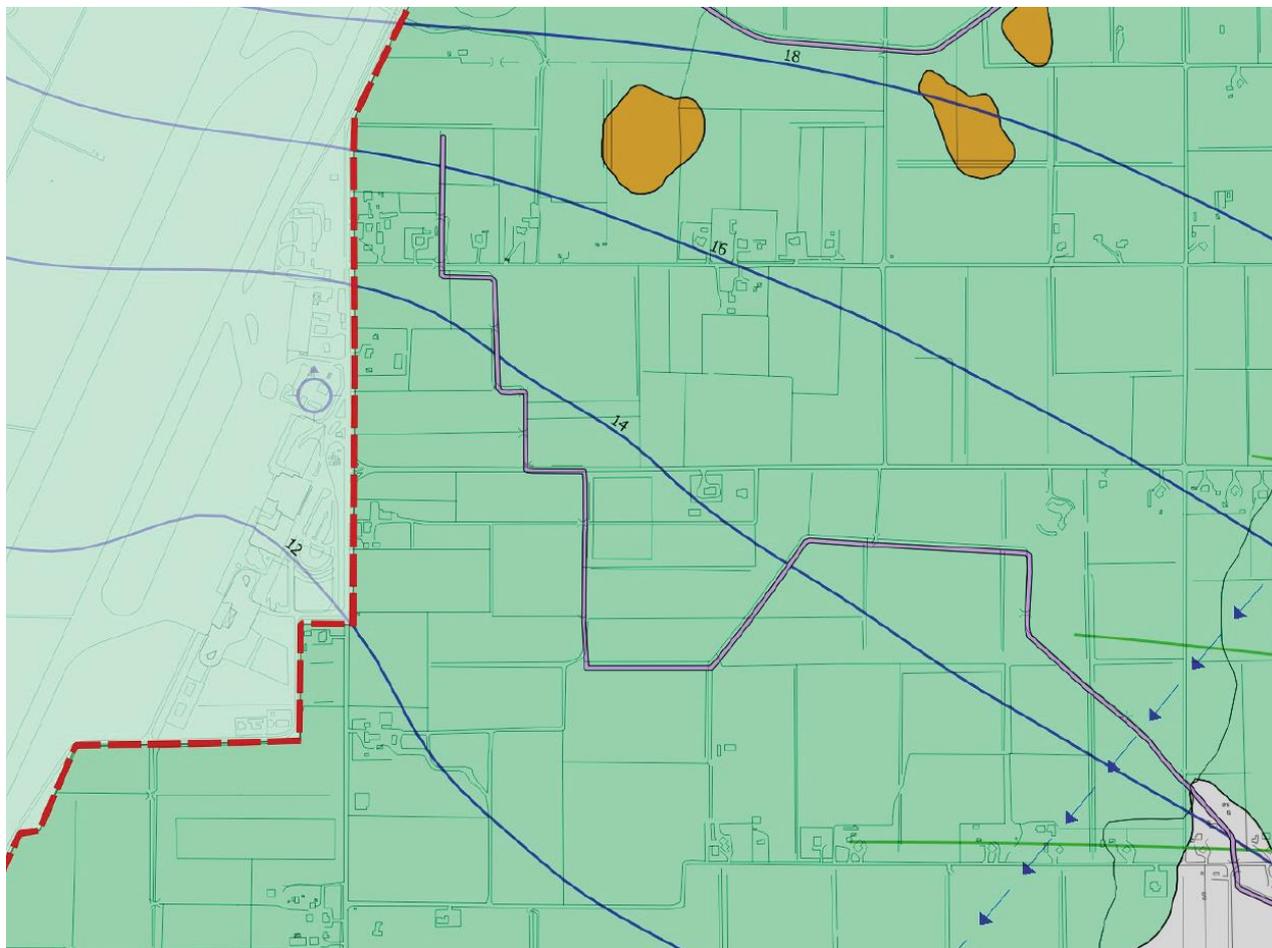
Nessuna evidenza idrica risulta essere stata intercettata nel corso dell'esecuzione di tutte le campagne di indagine prese in esame, che hanno raggiunto profondità massime dell'ordine dei 10 m.

Questo torna con l'indicazione, dallo studio del 1999, di un livello idrico alla profondità di circa 13 m misurato in corrispondenza di alcuni pozzi allora presenti nell'area dell'aerostazione, con portate giornaliere dell'ordine dei 70/80 mc/giorno.

Si tratta di parametri che possono essere assunti come significativi per parametrizzare l'assetto idrogeologico locale, anche se non si hanno indicazioni sulla permanenza o meno di tali opere di captazione.

Ben più rilevante è invece la circolazione idrogeologica presente all'interno delle sottostanti dolomie fratturate, dove per permeabilità secondaria si ha un elevato valore d'infiltrazione con una falda profonda posta a circa 200 m dal p.c.

Le caratteristiche di permeabilità relative ai terreni presenti nell'area di studio, appartenenti al complesso alluvionale eterogeneo sono variabili in funzione delle loro caratteristiche granulometriche. I termini più sabbiosi sono caratterizzate da permeabilità medio alte di tipo primario, mentre quelli maggiormente pelitici mostrano valori del coefficiente di permeabilità variabili da medio bassi (intervalli limoso sabbiosi) a bassi (livelli argillosi).



Codice	Nome Unità Idrogeologica	Complesso Idrogeologico	Litologia	Descrizione permeabilità	Colore
1	Unità Detritico-Carbonatica Quaternaria		Sabbie litorali, arenarie eoliche; panchina tirreniana, travertini, calcari; detriti di pendio	Permeabilità medio-bassa per porosità, localmente più alta nei livelli a matrice più grossolana; medio-alta per porosità nei depositi sciolti e nelle facies carbonatiche anche per fessurazione	
2	Unità delle Alluvioni Plio-Quaternarie		Depositi alluvionali conglomeratici, arenacei e argillosi	Permeabilità per porosità complessiva medio-bassa, localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana	
6a	Unità Detritico-Carbonatica Oligo-Miocenica inferiore		Conglomerati, calcari	Permeabilità medio-alta per porosità; permeabilità medio-alta per fessurazione nei calcari	
7	Unità delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche		Tufi pomiceo-cineritici, ignimbriti e porfiriti	Permeabilità bassa nei tufi; permeabilità complessiva medio-bassa per fessurazione nelle ignimbriti, più alta nei termini con sistemi di fratturazione marcati; permeabilità medio-bassa per fessurazione nelle porfiriti	
9	Unità Carbonatica Mesozoica	Ccm(C) – complesso calcareo marnoso del Cretaceo	Calcari e marni	Permeabilità medio-alta per fessurazione e carsismo; permeabilità bassa nei termini marnosi	
		Cc(G) – complesso calcareo del Giura	Calcari e dolomie	Permeabilità medio-alta per fessurazione e carsismo	
		Csc(T) – complesso sedimentario composito del Trias	Calcari, dolomie marnose, argille e gessi	Permeabilità medio-alta per fessurazione e carsismo nei termini carbonatici; localmente bassa nei termini marnosi ed argillosi	
10	Unità Detritica Permo-Carbonifera e Triassica		Arenarie, conglomerati e siltiti violacee	Permeabilità per fessurazione complessivamente medio-bassa; localmente media in corrispondenza dei livelli arenacei e conglomeratici	
12	Unità Metamorfica Superiore Paleozoica		Scisti filladici e breccie e clasti di scisto metamorfico	Permeabilità bassa	

Codice	Descrizione	Simbolo
IP01	Sorgente (Q < 1 l/s)	
IP05	Curve isopiezometriche (m s.l.m.)	
	Ccm (C) – complesso calcareo marnoso del Cretaceo	
	Cc (G) – complesso calcareo del Giura	
	Csc (T) – complesso sedimentario composito del Trias	
IP06	Direzioni di flusso preferenziali delle acque sotterranee	
	Ccm (C) – complesso calcareo marnoso del Cretaceo	
	Cc (G) – complesso calcareo del Giura	
	Csc (T) – complesso sedimentario composito del Trias	
IP09	Pozzo con falda in pressione	
IP11	Pozzo di acquedotto	

Stralcio della Carta Idrogeologica (PRG di Alghero)

6 CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE

Il presente documento così redatto consente di sintetizzare in maniera critica le informazioni geologiche e geotecniche esistenti per il sito in questione, dichiarando ed esplicitando un modello geologico che è stato assunto alla base della progettazione fin dalla pregressa fase di gara. In particolare per la redazione della presente relazione geologica ci si è basati sui seguenti documenti resi disponibili dalla stazione appaltante:

Nell'ambito del progetto per il progetto di ristrutturazione dell'aerostazione passeggeri (1999)

- Relazione geologica e idrogeologica ad opera della Dott.ssa Geol. Maddalena Moroso
- Indagine geofisica con sismica a rifrazione ad opera dell'Ing. Antonino Sanna

Nell'ambito del progetto per l'ampliamento e la riconfigurazione viabilità aeroportuale (2015)

- Relazione geologica e idrogeologica ad opera del Dott.Geol. Andrea De Santis
- Campagna geognostica ad opera della Sarda Sondaggi S.r.l.
- Relazione geotecnica ad opera dell'Ing. Antonino Sanna

Complessivamente è stato così possibile prendere in esame gli esiti di 10 sondaggi, di cui 4 afferenti al progetto stradale e gli altri 6 a quello dell'aerostazione, più tre stese sismiche a suo tempo eseguite per il progetto dell'aerostazione. A questo set di dati sono ovviamente state aggiunte le indagini, dirette e indirette, appositamente svolte nell'ambito del presente studio geologico per giungere alla determinazione del modello geologico locale.

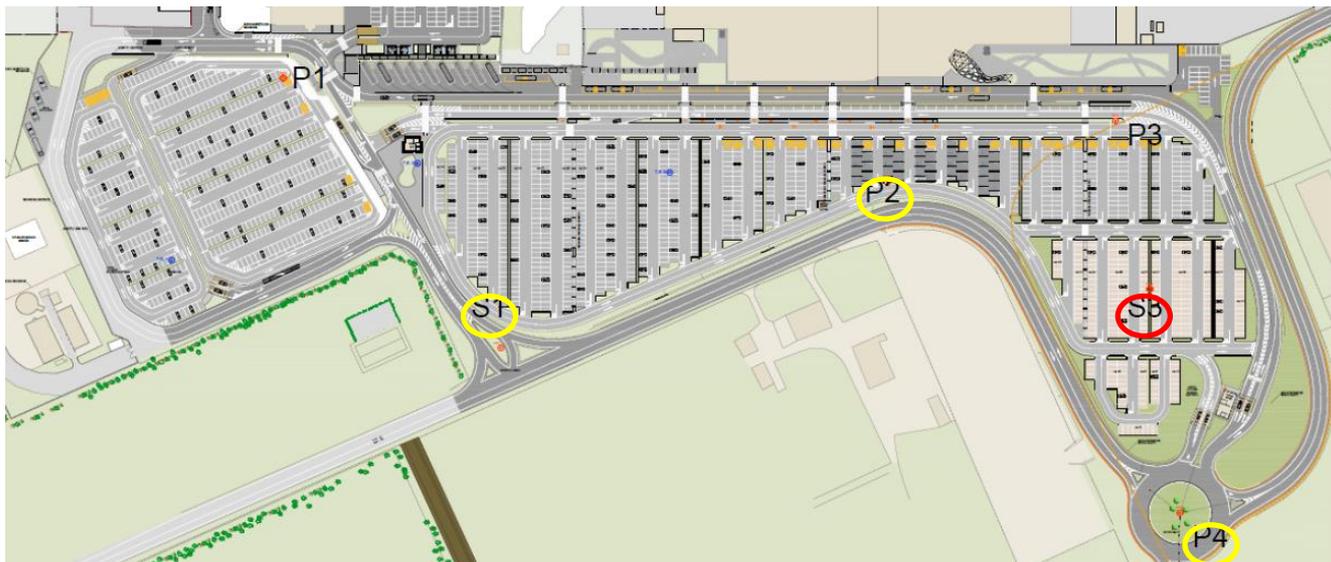
Infatti, al fine di approfondire le informazioni geologico tecniche disponibili su base bibliografia per l'area di studio è stata progettata una campagna di indagini, successivamente ridotta in fase esecutiva a causa di interferenze e soggezioni con l'esercizio e l'operatività delle aree.

Questo ha portato all'esecuzione di una campagna come di seguito articolata :

- all'individuazione dell'andamento stratigrafico;
- alla caratterizzazione geotecnica dei terreni incontrati;
- alla definizione di un modello geologico caratteristico del volume di terreno che sarà influenzato direttamente dalle strutture in progetto.

In dettaglio la campagna di indagini è consistita in:

- N. 1 sondaggio a carotaggio continuo, spinto a profondità pari a 10 m
- N. 3 prove penetrometriche statiche CPT, spinte a profondità non superiori a 3 m circa
- N. 2 prove dinamiche del tipo SPT, eseguite nel corso delle perforazioni del sondaggio a diverse profondità
- N. 2 campioni rimaneggiati di terreno prelevati tra 2,40 m e 5,00 m daL piano campagna (sottoposti a prove fisiche e meccaniche di laboratorio), in corrispondenza del sondaggio S3 eseguito
- Esecuzione di 1 stesa MASW



Il sondaggio (in rosso) e le prove penetrometriche dinamiche (in giallo) eseguite rispetto ad una iniziale previsione di indagini che si è rivelata non del tutto eseguibile per soggezioni alle aree di parcheggio e viabilità

6.1 Sondaggi geognostici

Nell'area oggetto di studio è stato eseguito complessivamente n. 1 sondaggio geotecnico verticale a rotazione e a carotaggio continuo. La profondità d'indagine è stata scelta al fine di indagare omogeneamente il volume di terreno interessato dalle opere in progetto.

Le carote di terreno estratte nel corso della perforazione sono state sistemate in apposite cassette catalogatrici. Sono state utilizzate in totale n. 2 cassette in plastica, capaci di ospitare fino a 5 metri ciascuna di carote estratte.



Le carote estratte nel sondaggio S3



Esecuzione del sondaggio S3

Durante l'esecuzione del sondaggio sono state effettuate prove penetrometriche standard SPT (Standard Penetration Test). L'esecuzione di queste prove comporta l'utilizzo di attrezzature conformi a quanto indicato nelle normative ASTM 1586/84 e A.G.I.

Le due prove penetrometriche SPT sono state eseguite nel corso della perforazione, previo rigoroso controllo della profondità e dello stato del foro. La prova prevede l'annotazione del numero di colpi necessario a far penetrare nel terreno il campionatore Raymond per tre successivi tratti di 15 cm.

6.2 Prove penetrometriche dinamiche

Per l'effettuazione del presente studio geologico si è provveduto ad integrare il sondaggio profondo 10 m, con 4 prove penetrometriche dinamiche. La presenza di livelli arenacei all'interno del membro superiore della Formazione soprastante il basamento dolomitico ha dato velocemente rifiuto per tutte e 4 le prove eseguite, che non sono riuscite a penetrare il sottosuolo per più di 2,6 m dal p.c.

Nonostante questa assai ridotta profondità indagata, le prove risultano ugualmente significative stante la natura diretta delle fondazioni di progetto e la superficialità dei piani di appoggio della sede stradale.

D'altro canto, difficoltà legate alla ridotta disponibilità dei luoghi oggi destinati a parcheggio e circolazione dei veicoli nella zona antistante l'aerostazione hanno inoltre non consentito di eseguire ulteriori verticali di indagine.



Esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche P2, P4 e S1

6.3 Prospezione geofisica

La caratterizzazione geofisica del sito è stata effettuata per mezzo di una stesa MASW in corrispondenza dell'aiuola antistante l'ingresso all'aerostazione.

6.4 Prove di laboratorio

Successivamente al prelievo dei campioni di terreno sono state eseguite le analisi granulometriche e le opportune prove geotecniche di laboratorio.

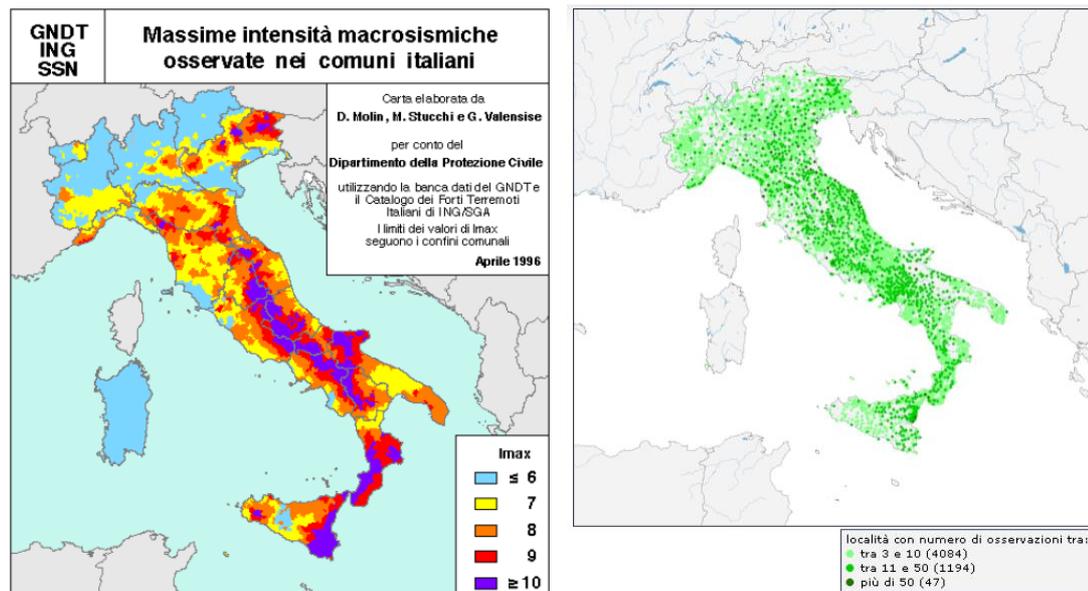
Le prove sono state eseguite adottando scrupolosamente quanto prescritto nelle principali specifiche tecniche di riferimento "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio" AGI 1994 – Norme ASTM – Etc.

7 SISMICITA' DELL'AREA

La storia sismica del comune di Alghero è valutabile attraverso le informazioni disponibili presso le banche dati dell'INGV ed in particolare nei seguenti database:

- Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), disponibile presso: <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>
- Database Macrosismico Italiano (DBMI), disponibile presso: <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>
- Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani (IMAX), disponibile presso: http://emidius.mi.ingv.it/GNDT/IMAX/max_int_oss.html
- Database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno (DOM4.1), disponibile presso: <http://emidius.mi.ingv.it/DOM/>





Come si evince già dai dati aggregati e sintetizzati di cui sopra, la sismicità del territorio in esame è estremamente ridotta.

Premesso quanto sopra, dal punto di vista macrosismico, secondo quanto riportato nel testo “Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica”, per pericolosità sismica di base si intende la componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche sismologiche dell’area. In particolare per “Pericolosità sismica” si intende la probabilità che un certo valore di scuotimento si verifichi in un dato intervallo di tempo, in un certo luogo.

La “Pericolosità sismica di base” è stimata sull’intero territorio nazionale a cura dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, basandosi su una serie di elementi quali catalogo dei terremoti, zone sorgente, scuotimento in accelerazione, finestra temporale, ecc.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa (a_g), in condizioni di campo libero (free field), su sito di riferimento rigido e con superficie topografica orizzontale; inoltre è valutata in termini di ampiezza dello spettro di risposta elastico corrispondente all’accelerazione attesa. Tale modello è definito sulla base delle caratteristiche sismologiche dell’area e suddivide il territorio italiano in classi di pericolosità omogenee.

L’attuale classificazione sismica, indica nella successiva tabella, è definita nell’Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519 e suddivide il territorio italiano in quattro classi di pericolosità, nelle quali le accelerazioni e gli effetti attesi vanno decrescendo dalla zona I fino alla IV.

Zona	a_g con prob. di superamento pari al 10% in 50 anni	Livello di pericolosità (INGV)
1	$a_g > 0.25$	E' la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$	Possono verificarsi terremoti abbastanza forti
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$	Possono verificarsi modesti scuotimenti
4	$a_g \leq 0.05$	E' la meno pericolosa, la possibilità di danni sismici è bassa

Secondo l’ordinanza PCM 3519 del 28/04/2006, le zone 1, 2 e 3 possono essere ulteriormente divise in sottozone caratterizzate da valori di a_g intermedi rispetto a quelli riportati in tabella ed intervallati da valori non minori di 0,025 g.

Con l’Ordinanza del PCDM del 2003 la Sardegna è stata ricompresa nelle zone di tipo 4 a bassa sismicità. Per tale motivo, la Regione è intervenuta in materia con la D. G. R. n. 15/31 del 2004, con cui ha stabilito il recepimento in via transitoria, ossia fino all’aggiornamento della mappa di rischio sismico regionale, della

classificazione sismica dei Comuni sardi prevista dalla predetta Ordinanza, per i quali non è stato però introdotto l'obbligo della progettazione antisismica.

Pertanto, in base alla vigente classificazione sismica, la zona di studio appartenente al Comune di Alghero ricade in zona 4 mostrando, così un valore di accelerazione orizzontale $a_g \leq 0.05$.

Codice Istat	Denominazione	Categoria secondo la nuova classificazione	AgMax
090003	Alghero	4	0,05

7.1 Classificazione sismica in termini di V_{s30}

Ai fini della definizione/valutazione dell'azione sismica di progetto secondo quanto riportato nel nuovo DM del 17/01/2018, 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 a un approccio semplificato che si basa sull'individuazione sia di categorie di sottosuolo di riferimento che topografiche.

Per la differenziazione delle prime, la classificazione può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio V_s ottenuti mediante specifiche prove, oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, valutata 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.

In base alle grandezze sopra definite si identificano le seguenti le categorie del suolo di fondazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Tabella 1: - D.M. 17/01/2018 – Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato

Nelle definizioni precedenti V_{seq} è la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

h_i = 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 V_s 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 qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

Sulla base della stratigrafia ottenuta, dal piano campagna, la V_{seq} (NTC 2018) risultante è pari a 546,36 m/s.

Pertanto, in base allo schema soprariportato, il substrato locale è classificabile in base alla vigente normativa nella Categoria B: – “Rocce tenere e terreni addensati caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 360 e 800 m/s.

Per ciò che concerne invece le categorie topografiche in caso di configurazioni superficiali semplici che non richiedano particolari studi di risposta sismica locale le stesse andranno individuate sulla base della successiva tabella:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

D.M. 17/01/2018 – Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Stante l'assetto sub-orizzontale delle aree direttamente interessate dalla realizzazione delle opere e dei manufatti in progetto, la categoria topografica delle aree è omogeneamente pari a T1, valida per superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

7.2 Stabilità nei confronti della liquefazione

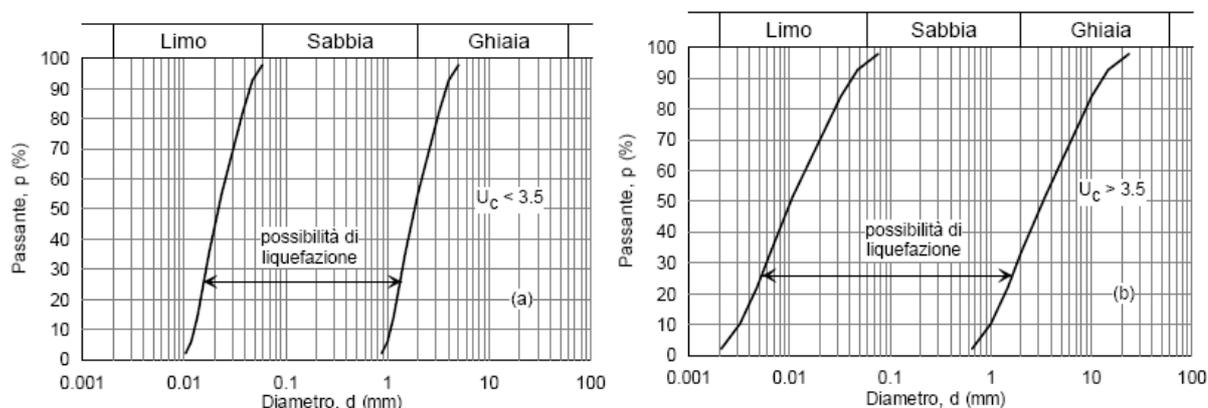
Tenendo conto di quanto disposto nel punto 7.11.3.4.1 del D.M. 20 Febbraio 2018 “Norme Tecniche sulle Costruzioni” è previsto che “Il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate”.

Secondo lo stesso decreto “la verifica può essere effettuata con metodologie di tipo storico-empirico in cui il coefficiente di sicurezza viene definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione e la sollecitazione indotta dal terremoto di progetto”.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti cinque circostanze:

- 1) eventi sismici attesi di magnitudo $M < 5$ (è la Magnitudo Momento M_w)
- 2) accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) $a_{g_{max}} < 0,1 g$
- 3) profondità media stagionale della falda > 15 m dal piano campagna (per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali)
- 4) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- 5) distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nel grafico in Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c^* < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di

uniformità $U_c > 3,5$. Dove U_c è il rapporto D_{60}/D_{10} , e D_{60} e D_{10} sono il diametro delle particelle corrispondenti rispettivamente al 60% e al 10% del passante sulla curva granulometrica cumulativa



Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione - Fig. 7.11.1(a) a sx e Fig. 7.11.1(b) a dx

Nel caso in esame le prime 2 condizioni, entrambe di ordine sismico, sono soddisfatte e questo è più che sufficiente per non procedere oltre con la verifica a liquefazione.

Ne deriva che **il sito risulta stabile nei confronti della liquefazione sismica.**

8 MODELLO GEOLOGICO DI PROGETTO

La ricostruzione del modello geologico è stata condotta individuando 4 Unità litostratigrafiche: al di sotto di un esiguo strato di alterazione (Unità A) è stata riconosciuta la presenza di termini alluvionali eterogenei, articolati in un primo membro prevalentemente sabbioso (Unità B) ed un secondo maggiormente pelitico, comprendente però livelli argillo-sabbiosi e, alla base, un livello ciottoloso (Unità C); questi termini alluvionali poggiano direttamente sul substrato litoide costituito da dolomie (Unità D).

UNITA' STATIGRAFICA "A"

Geologia	Terreno di alterazione/vegetale
Distribuzione	Riscontrato in tutte le verticali
Spessore	0,20 - 1,40 m
Descrizione litologica	Terreno vegetale / di alterazione a granulometria sabbioso-argillosa, con locali presenze di frazione finanche ciottolosa. Include radici vive sparse.

UNITA' STATIGRAFICA "B"

Geologia	Depositi alluvionali – membro prevalentemente sabbioso
Distribuzione	Riscontrato in tutte le verticali
Spessore	1,3 - 6,6 m
Descrizione litologica	Membro arenaceo-sabbioso, con alternanza di livelli sabbiosi-limosi, da mediamente a ben addensati, talora con inglobati concrezioni carbonatiche e frammenti arenacei, e livelli arenacei di consistenza litoide, prevalentemente sub-decimetrici.

UNITA' STATIGRAFICA "C"

Geologia	Depositi alluvionali – membro argilloso-sabbioso con ciottoli nella parte basale
Distribuzione	Riscontrato in tutte le verticali
Spessore	2,1 – 6,5 m

Descrizione litologica

Membro argilloso-sabbioso la cui base è generalmente evidenziata generalmente da livelli ciottolosi sub-arrotondati. Colore da giallo-nocciola a marrone.

UNITA' STATIGRAFICA "D"

Geologia	Dolomie del Giurese
Distribuzione	Riscontrato in 5 delle 7 verticali profonde più di 8 m dal p.c.
Spessore	Circa 80 m da bibliografia (il letto non è mai stato incontrato in foro)
Descrizione litologica	Substrato litoide costituito dalle dolomie del giurese, intensamente fratturate e carsificate.

La sezione tipologica valevole per l'area d'intervento viene ad essere come di seguito definita :

- Unità A : 0,4 m - Terreno
- Unità B : 4,0 m - Depositi alluvionali (membro prevalentemente sabbioso)
- Unità C : 4,0 m - Depositi alluvionali (membro argilloso-sabbioso con ciottoli nella parte basale)
- Unità D : 80 m - Dolomie

Dal punto di vista della caratterizzazione geotecnica dei terreni alluvionali, costituenti il substrato litologico significativo (soprattutto nel caso del membro sabbioso superiore) rimangono validi i parametri esposti nella precedente fase progettuale e di seguito riportati.

Depositi alluvionali (membro prevalentemente sabbioso)		
Grandezza	Valore	Descrizione
φ	34°	Angolo di attrito interno
C	0,1 kg/cmq	Coesione
γ	1900 kg/cmc	Peso di volume
E_t	400 kg/cmq	Modulo elastico

Depositi alluvionali (membro argilloso-sabbioso)		
Grandezza	Valore	Descrizione
φ	25°	Angolo di attrito interno
C	0,1 kg/cmq	Coesione
γ	1800 kg/cmc	Peso di volume
E_t	80 kg/cmq	Modulo elastico

9 CONCLUSIONI

L'area interessata dall'intervento progettuale è caratterizzata da una morfologia pianeggiante e dall'assenza di elementi del reticolo idrografico superficiale. Tale condizione determina un'assoluta stabilità d'insieme e la totale assenza di elementi di pericolosità geomorfologica ed idraulica e verifica positivamente la realizzazione e l'inserimento degli interventi in progetto.

Stante le caratteristiche tipologiche e dimensionali delle opere in progetto, il substrato litologico significativo risulta costituito dalle alluvioni sabbioso-limose che costituiscono il membro superiore della locale sere alluvionale. L'entità degli scavi e le caratteristiche geotecniche di tali sabbie limose, ben addensate con buone caratteristiche meccaniche, consentono infatti di limitare a tale litologia il mezzo entro il quale si andranno ad esercitare in maniera significativa le pressioni indotte dalle diverse azioni ed opere in progetto.

Non si prevede interazione con le acque di falda il cui livello statico risulta posto ad una profondità di circa 13 m dal p.c. Il modello geotecnico potrà pertanto considerare il comportamento del terreno nella condizione drenata e in assenza di falda.

Dal punto di vista sismico, la zona ricade, in base alla nuova vigente classificazione sismica, in zona 4 e risulta stabile nei confronti della liquefazione.

Il substrato locale è classificabile in base alla vigente normativa nella Categoria B: – “Rocce tenere e terreni addensati caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 360 e 800 m/s. La categoria topografica è pari a T1, valida per superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

La ricostruzione del modello geologico è stata condotta individuando 4 Unità litostratigrafiche: al di sotto di un esiguo strato di alterazione (Unità A) è stata riconosciuta la presenza di termini alluvionali eterogenei, articolati in un primo membro prevalentemente sabbioso (Unità B) ed un secondo maggiormente pelitico, comprendente però livelli argillo-sabbiosi e, alla base, un livello ciottoloso (Unità C); questi termini alluvionali poggiano direttamente sul substrato litoide costituito da dolomie (Unità D).

10 ALLEGATI

10.1 Indagini geognostiche e prove di laboratorio del giugno 2019

Cantiere: Terminal Aeroporto Fertilia		Committente: Soc. ENGEKO S. ROMA					
Località: Aeroporto Fertilia - Alghero (SS)		Impresa: GEOTER S.A.S.					
N° sondaggio: S3		Profondità dal p.c. [m]: - 10					
Data esecuzione: 04/06/2019		Geologo: Dott.ssa Maddalena MOROSO					
scala 1:25	Stratigrafia	% carotaggio	Descrizione	Profondità [m]	Potenza [m]	Campione	Falda [m]
		50	Suolo sabbioso	0.40	0.40		
		80	Regolite	0.90	0.50		
1		90	Calcarenite alterata	2.60	1.70		
2		10	Calcarenite bioclastica, alterata, colore beige	4.15	1.55		
3		10	Calcarenite molto alterata, formata da sabbie fini e limi, colore beige	5.00	0.85		
4		50	Calcarenite, formata da sabbie fini e limi, alterata, colore beige	6.70	1.70		
5		100	Conglomerato calcarenitico, frammenti di fossili, ciottoli sub-arrotolati di natura dolomitica, colore beige	7.70	1.00		
6		70	Conglomerato con ciottoli di natura dolomitica, dimensione media 3-4 cm, arrotondati, matrice limo-argillosa	8.30	0.60		
7		100	Dolomia, alterata e fratturata nello strato più superficiale	10.00	1.70		
8							
9							
10							

Note: falda assente

Log stratigrafico relativo al sondaggio S3 del 2019



INGEGNERIA
DEL SUOLO

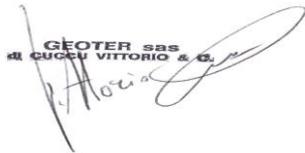
DATI SPT

Sondaggio S3

SPT eseguito a quota -2,60 N1 14 N2 21 N3 33

SPT eseguito a quota -4,00 N1 6 N2 5 N3 6

L'Impresa


GEOTER sas
di CUCCU VITTORIO & C.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Geoter SAS di Cuccu Vittorio & C.
Cantiere: Aerostazione terminale Aeroporto Fertilia
Località: Aerostazione Fertilia

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM (DL030 10) (Medium)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	21 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2,9 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,761
Rivestimento/fanghi	Si
Angolo di apertura punta	60 °

Studio Tecnico Geologico
Dott. Geol. Domenico Praticò
C.so Giovanni Pascoli, 25 - 07100 Sassari
Tel. 079252919
P. IVA 01842410902

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

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

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

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

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

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

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

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

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

Correlazione con N_{spt}

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

$$N_{SPT} = \beta_t \cdot N$$

Dove:

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

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

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

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

in cui

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

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

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

Rpd	resistenza dinamica punta (area A).
e	infissione media per colpo (δ/N).
M	peso massa battente (altezza caduta H).
P	peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa)^n \sigma_{vo}} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_s \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60	rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
C_s	parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
C_d	funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
C_r	parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

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

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

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

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

In particolare consente di ottenere informazioni su:

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

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

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

Media

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

Media minima

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

Massimo

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

Minimo

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

Scarto quadratico medio

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

Media deviata

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

Media (+ s)

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

Media (- s)

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

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $\sigma_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

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

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

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

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

Correzione N_{spt} in presenza di falda

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

N_{spt} è il valore medio nello strato

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

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto

usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)

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

Densità relativa (%)

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

Modulo Di Young (E_y)

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

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

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

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

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

Velocità onde di taglio V_s (m/s)

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

Modulo di deformazione di taglio (G)

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

Modulo di reazione (Ko)

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

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)

- Robertson (1983) - Qc

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

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

- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

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

Modulo Di Young (E_Y)

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

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

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

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

PROVA P1

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
 Prova eseguita in data 10/06/2019
 Profondità prova 2,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	1	0	0,857	2,86	3,34	0,14	0,17
0,20	1	0	0,855	2,85	3,34	0,14	0,17
0,30	1	0	0,853	2,85	3,34	0,14	0,17
0,40	1	0	0,851	2,84	3,34	0,14	0,17
0,50	1	0	0,849	2,83	3,34	0,14	0,17
0,60	1	0	0,847	2,83	3,34	0,14	0,17
0,70	1	0	0,845	2,82	3,34	0,14	0,17
0,80	1	0	0,843	2,82	3,34	0,14	0,17
0,90	1	0	0,842	2,67	3,17	0,13	0,16
1,00	1	0	0,840	2,66	3,17	0,13	0,16
1,10	1	0	0,838	2,66	3,17	0,13	0,16
1,20	28	0	0,736	65,33	88,73	3,27	4,44
1,30	31	0	0,685	67,25	98,24	3,36	4,91
1,40	33	0	0,683	71,41	104,58	3,57	5,23
1,50	36	0	0,681	77,71	114,08	3,89	5,70
1,60	19	0	0,780	46,94	60,21	2,35	3,01
1,70	14	0	0,778	34,51	44,37	1,73	2,22
1,80	13	0	0,776	31,98	41,20	1,60	2,06
1,90	26	0	0,725	56,81	78,39	2,84	3,92
2,00	49	0	0,623	92,07	147,74	4,60	7,39
2,10	67	0	0,622	125,58	202,01	6,28	10,10
2,20	100	0	0,620	186,97	301,51	9,35	15,08

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,1	1	3,29	Coesivo	0	1,46	1,84	0,08	0,76	0,76	
2,1	31,6	97,95	Coesivo	0	2,11	2,2	0,27	0,76	24,05	
2,2	100	301,51	Incoerente	0	2,5	2,2	0,38	0,76	76,1	

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglera t	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begema nn	De Beer
[1] -	0,76	1,10	0,05	0,10	0,00	0,03	0,07	0,10	0,07	0,50	0,04	0,02	0,10
[2] -	24,05	2,10	1,62	3,01	1,00	0,92	2,39	2,94	2,00	2,47	1,20	3,98	3,01

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	0,76	1,10	3,49	11,40	9,54	9,50
[2] -	24,05	2,10	110,34	--	247,09	240,50

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	0,76	1,10	-11,66	7,60
[2] -	24,05	2,10	256,18	240,50

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	0,76	1,10	A.G.I. (1977)	PREFORO
[2] -	24,05	2,10	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] -	0,76	1,10	Meyerhof	1,46
[2] -	24,05	2,10	Meyerhof	2,11

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] -	0,76	1,10	Meyerhof	1,84
[2] -	24,05	2,10	Meyerhof	2,20

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[3] -	76,1	2,20	86,33	100	100	100

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[3] -	76,1	2,20	76,1	48,74	41,74	49,31	34,1	41,31	42	>38	48,79	49,83	55,36	54,01

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[3] -	76,1	2,20	76,1	622,68	608,80	898,68	750,75	455,50

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[3] -	76,1	2,20	76,1	456,60	183,78	540,31	377,41

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[3] -	76,1	2,20	76,1	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[3] -	76,1	2,20	76,1	Meyerhof ed altri	2,50

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[3] -	76,1	2,20	76,1	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,20

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[3] -	76,1	2,20	76,1	(A.G.I.)	0,2

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[3] -	76,1	2,20	76,1	3814,30	1763,75

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[3] -	76,1	2,20	76,1	Ohta & Goto (1978) Limi	167,79

PROVA P2

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
 Prova eseguita in data 10/06/2019
 Profondità prova 2,60 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	1	0	0,857	2,86	3,34	0,14	0,17
0,20	1	0	0,855	2,85	3,34	0,14	0,17
0,30	1	0	0,853	2,85	3,34	0,14	0,17
0,40	1	0	0,851	2,84	3,34	0,14	0,17
0,50	1	0	0,849	2,83	3,34	0,14	0,17
0,60	1	0	0,847	2,83	3,34	0,14	0,17
0,70	1	0	0,845	2,82	3,34	0,14	0,17
0,80	1	0	0,843	2,82	3,34	0,14	0,17
0,90	1	0	0,842	2,67	3,17	0,13	0,16
1,00	1	0	0,840	2,66	3,17	0,13	0,16
1,10	1	0	0,838	2,66	3,17	0,13	0,16
1,20	1	0	0,836	2,65	3,17	0,13	0,16
1,30	3	0	0,835	7,93	9,51	0,40	0,48
1,40	5	0	0,833	13,20	15,85	0,66	0,79
1,50	10	0	0,831	26,34	31,69	1,32	1,58
1,60	14	0	0,780	34,59	44,37	1,73	2,22
1,70	38	0	0,678	81,64	120,42	4,08	6,02
1,80	32	0	0,676	68,59	101,41	3,43	5,07
1,90	30	0	0,725	65,55	90,45	3,28	4,52
2,00	17	0	0,773	39,63	51,26	1,98	2,56
2,10	37	0	0,672	74,93	111,56	3,75	5,58
2,20	55	0	0,620	102,83	165,83	5,14	8,29
2,30	72	0	0,619	134,29	217,09	6,71	10,85
2,40	86	0	0,617	160,02	259,30	8,00	12,96
2,50	88	0	0,616	163,36	265,33	8,17	13,27
2,60	100	0	0,614	185,20	301,51	9,26	15,08

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,2	1	3,28	Coesivo	0	1,46	1,84	0,09	0,76	0,76	
2,4	33,25	101,56	Coesivo	0	2,12	2,23	0,3	0,76	25,3	
2,6	94	283,42	Incoerente	0	2,43	2,19	0,45	0,76	71,53	

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglera t	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begema nn	De Beer
[1] -	0,76	1,20	0,05	0,10	0,00	0,03	0,07	0,10	0,07	0,50	0,04	0,01	0,10
[2] -	25,3	2,40	1,71	3,16	1,00	0,96	2,51	3,05	2,10	2,60	1,27	4,15	3,16

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] -	0,76	1,20	Robertson (1983)	1,52
[2] -	25,3	2,40	Robertson (1983)	50,60

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	0,76	1,20	3,49	11,40	9,54	9,50
[2] -	25,3	2,40	116,08	--	259,84	253,00

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	0,76	1,20	-11,66	7,60
[2] -	25,3	2,40	270,55	253,00

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	0,76	1,20	A.G.I. (1977)	PREFORO
[2] -	25,3	2,40	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] -	0,76	1,20	Meyerhof	1,46
[2] -	25,3	2,40	Meyerhof	2,12

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] -	0,76	1,20	Meyerhof	1,84
[2] -	25,3	2,40	Meyerhof	2,23

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[3] -	71,53	2,60	82,51	100	100	100

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[3] -	71,53	2,60	71,53	47,44	40,44	48,03	33,63	41,91	42	>38	47,76	48,46	54,55	52,82

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[3] -	71,53	2,60	71,53	603,69	572,24	844,75	716,47	432,65

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[3] -	71,53	2,60	71,53	429,18	174,39	507,86	357,02

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[3] -	71,53	2,60	71,53	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[3] -	71,53	2,60	71,53	Meyerhof ed altri	2,43

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[3] -	71,53	2,60	71,53	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,19

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[3] -	71,53	2,60	71,53	(A.G.I.)	0,21

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[3] -	71,53	2,60	71,53	3598,59	1698,25

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[3] -	71,53	2,60	71,53	Ohta & Goto (1978) Limi	170,9

PROVA S1

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
 Prova eseguita in data 10/06/2019
 Profondità prova 2,30 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	1	0	0,857	2,86	3,34	0,14	0,17
0,20	1	0	0,855	2,85	3,34	0,14	0,17
0,30	1	0	0,853	2,85	3,34	0,14	0,17
0,40	1	0	0,851	2,84	3,34	0,14	0,17
0,50	1	0	0,849	2,83	3,34	0,14	0,17
0,60	1	0	0,847	2,83	3,34	0,14	0,17
0,70	1	0	0,845	2,82	3,34	0,14	0,17
0,80	1	0	0,843	2,82	3,34	0,14	0,17
0,90	1	0	0,842	2,67	3,17	0,13	0,16
1,00	1	0	0,840	2,66	3,17	0,13	0,16
1,10	1	0	0,838	2,66	3,17	0,13	0,16
1,20	4	0	0,836	10,60	12,68	0,53	0,63
1,30	13	0	0,785	32,32	41,20	1,62	2,06
1,40	7	0	0,833	18,48	22,18	0,92	1,11

1,50	9	0	0,831	23,71	28,52	1,19	1,43
1,60	29	0	0,730	67,05	91,90	3,35	4,60
1,70	31	0	0,678	66,60	98,24	3,33	4,91
1,80	33	0	0,676	70,73	104,58	3,54	5,23
1,90	38	0	0,675	77,31	114,57	3,87	5,73
2,00	39	0	0,623	73,28	117,59	3,66	5,88
2,10	43	0	0,622	80,59	129,65	4,03	6,48
2,20	59	0	0,620	110,31	177,89	5,52	8,89
2,30	100	0	0,619	186,52	301,51	9,33	15,08

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,1	1	3,29	Coesivo	0	1,46	1,84	0,08	0,76	0,76	
2,2	27,73	85,36	Coesivo	0	2,1	2,12	0,28	0,76	21,1	
2,3	100	301,51	Incoerente	0	2,5	2,2	0,4	0,76	76,1	

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] -	0,76	1,10	0,05	0,10	0,00	0,03	0,07	0,10	0,07	0,50	0,04	0,02	0,10
[2] -	21,1	2,20	1,42	2,64	1,00	0,82	2,09	2,56	1,78	2,19	1,06	3,44	2,64

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	0,76	1,10	3,49	11,40	9,54	9,50
[2] -	21,1	2,20	96,81	--	217,00	211,00

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	0,76	1,10	-11,66	7,60
[2] -	21,1	2,20	222,25	211,00

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	0,76	1,10	A.G.I. (1977)	PREFORO
[2] -	21,1	2,20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] -	0,76	1,10	Meyerhof	1,46
[2] -	21,1	2,20	Meyerhof	2,10

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] -	0,76	1,10	Meyerhof	1,84
[2] -	21,1	2,20	Meyerhof	2,12

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[3] -	76,1	2,30	85,78	100	100	100

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[3] -	76,1	2,30	76,1	48,74	41,74	49,31	33,99	41,31	42	>38	48,79	49,83	55,28	54,01

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[3] -	76,1	2,30	76,1	622,68	608,80	898,68	750,75	455,50

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[3] -	76,1	2,30	76,1	456,60	183,78	540,31	377,41

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[3] -	76,1	2,30	76,1	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[3] -	76,1	2,30	76,1	Meyerhof ed altri	2,50

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[3] -	76,1	2,30	76,1	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,20

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[3] -	76,1	2,30	76,1	(A.G.I.)	0,2

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[3] -	76,1	2,30	76,1	3814,30	1763,75

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[3] -	76,1	2,30	76,1	Ohta & Goto (1978) Limi	169,27

PROVA P4

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
 Prova eseguita in data 10/06/2019
 Profondità prova 1,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	13	0	0,807	35,02	43,41	1,75	2,17
0,20	18	0	0,805	48,37	60,11	2,42	3,01
0,30	21	0	0,753	52,79	70,13	2,64	3,51
0,40	26	0	0,751	65,19	86,83	3,26	4,34
0,50	29	0	0,749	72,53	96,85	3,63	4,84
0,60	28	0	0,747	69,85	93,51	3,49	4,68
0,70	58	0	0,645	124,96	193,69	6,25	9,68
0,80	56	0	0,643	120,31	187,01	6,02	9,35
0,90	56	0	0,642	113,85	177,46	5,69	8,87
1,00	55	0	0,640	111,51	174,30	5,58	8,71
1,10	61	0	0,638	123,33	193,31	6,17	9,67
1,20	100	0	0,636	201,63	316,90	10,08	15,85

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,1	38,27	125,15	Incoerente	0	2,13	2,04	0,12	0,76	29,12	
1,2	100	316,9	Incoerente	0	2,5	2,2	0,25	0,76	76,1	

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	29,12	1,10	65,02	100	100	62,6
[2] -	76,1	1,20	90,35	100	100	100

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owaski & Iwasaki
[1] -	29,12	1,10	29,12	35,32	28,32	36,15	35,12	39,47	42	32-35	35,9	35,74	47,99	39,13
[2] -	76,1	1,20	76,1	48,74	41,74	49,31	35,06	41,31	42	>38	48,79	49,83	55,88	54,01

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	29,12	1,10	29,12	385,18	232,96	344,32	398,40	220,60
[2] -	76,1	1,20	76,1	622,68	608,80	898,68	750,75	455,50

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	29,12	1,10	29,12	174,72	87,28	206,75	167,88
[2] -	76,1	1,20	76,1	456,60	183,78	540,31	377,41

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	29,12	1,10	29,12	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] -	76,1	1,20	76,1	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] -	29,12	1,10	29,12	Meyerhof ed altri	2,13
[2] -	76,1	1,20	76,1	Meyerhof ed altri	2,50

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] -	29,12	1,10	29,12	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,04
[2] -	76,1	1,20	76,1	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,20

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	29,12	1,10	29,12	(A.G.I.)	0,3
[2] -	76,1	1,20	76,1	(A.G.I.)	0,2

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	29,12	1,10	29,12	1546,16	980,69
[2] -	76,1	1,20	76,1	3814,30	1763,75

Velocità onde di taglio

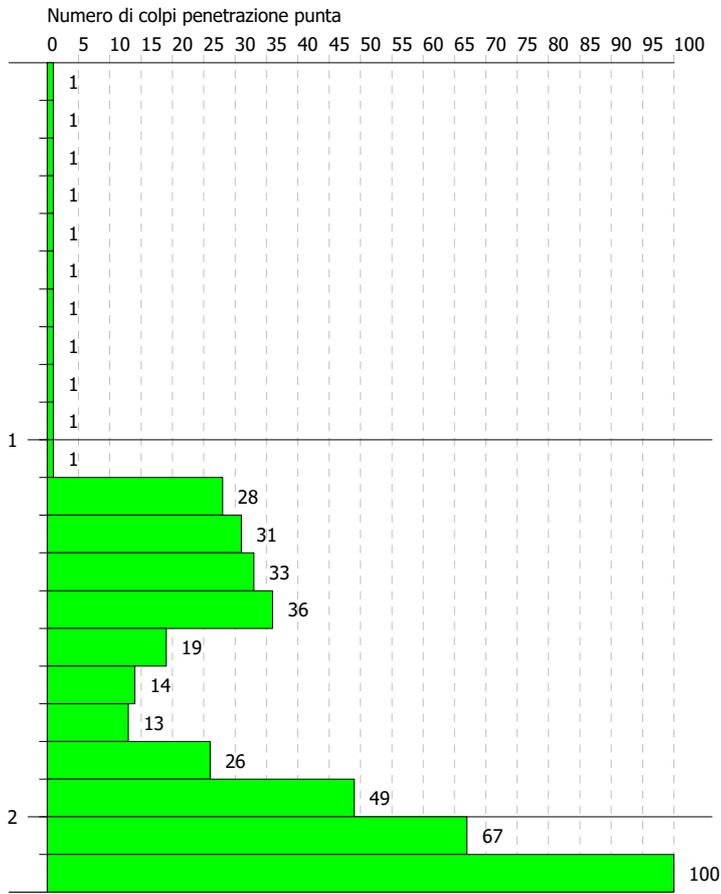
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	29,12	1,10	29,12	Ohta & Goto (1978) Limi	109,22
[2] -	76,1	1,20	76,1	Ohta & Goto (1978) Limi	148,7

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1
 Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

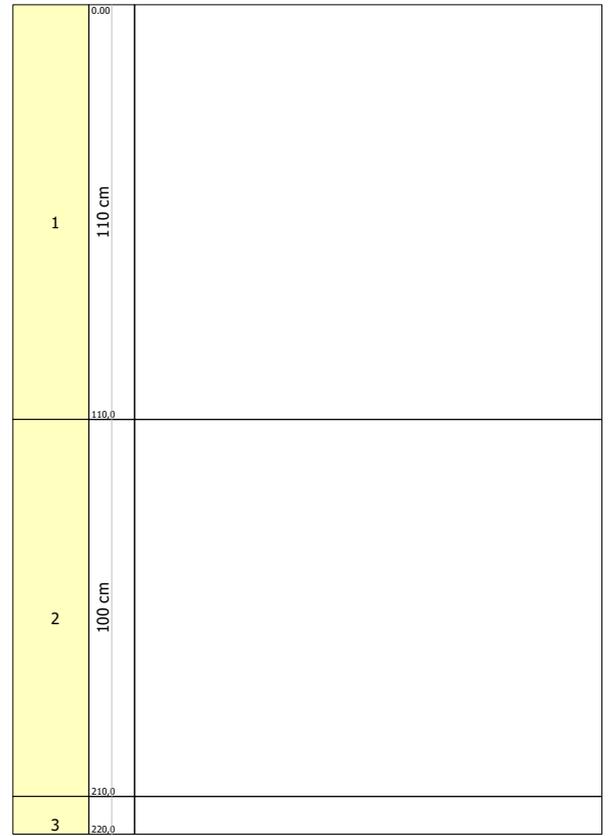
Committente: Geoter SAS di Cuccu Vittorio & C.
 Cantiere: Aerostazione terminale Aeroporto Fertilia
 Località: Aerostazione Fertilia

Data: 10/06/2019

Scala 1:20



Interpretazione Stratigrafica

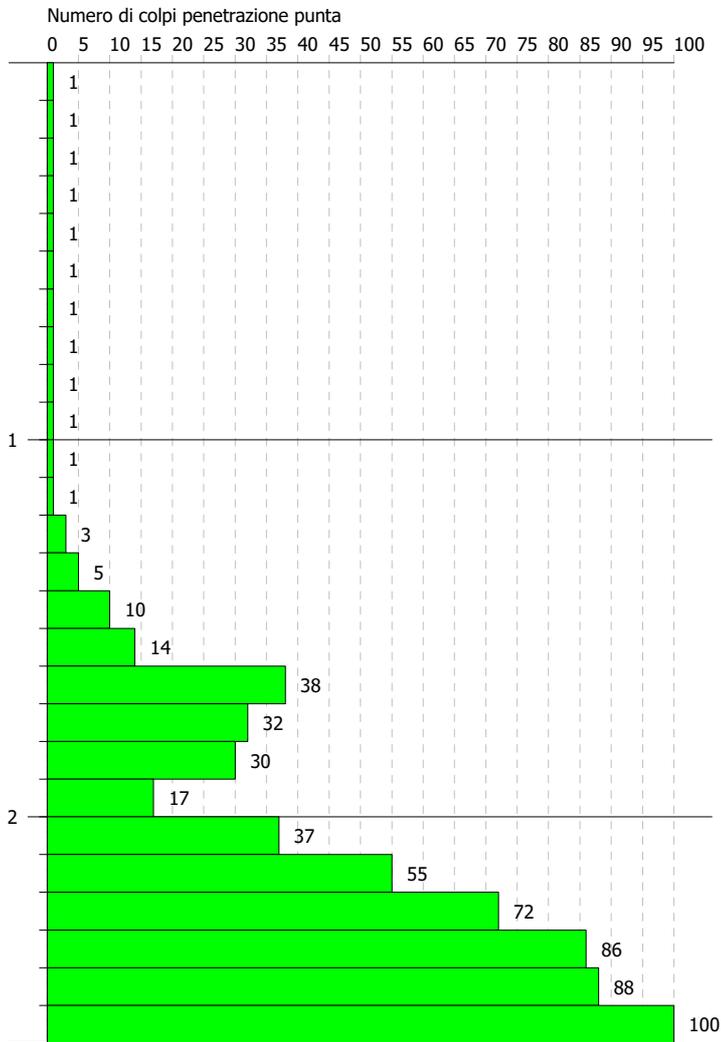


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P2
 Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

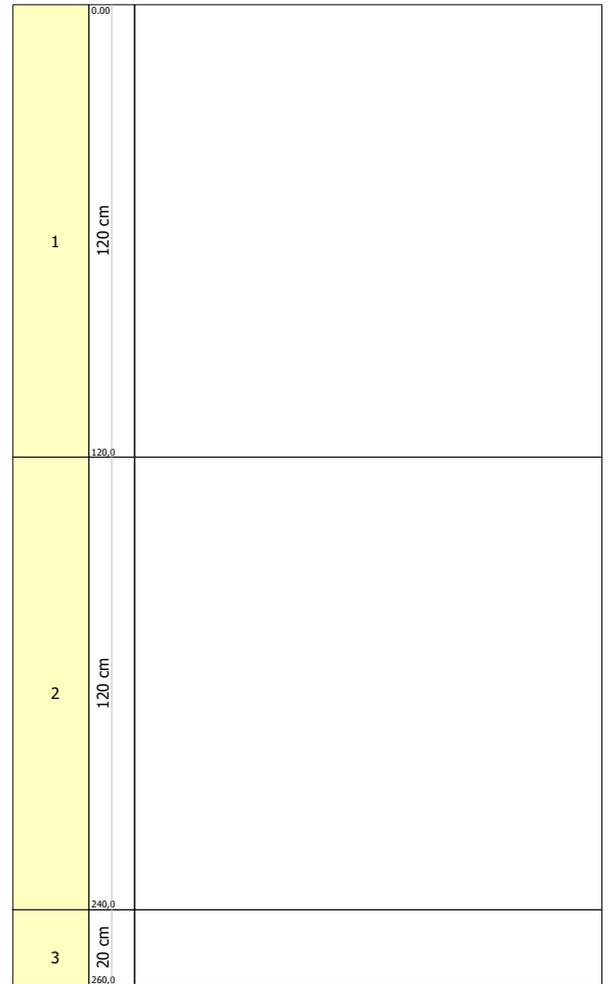
Committente: Geoter SAS di Cuccu Vittorio & C.
 Cantiere: Aerostazione terminale Aeroporto Fertilia
 Località: Aerostazione Fertilia

Data: 10/06/2019

Scala 1:20



Interpretazione Stratigrafica

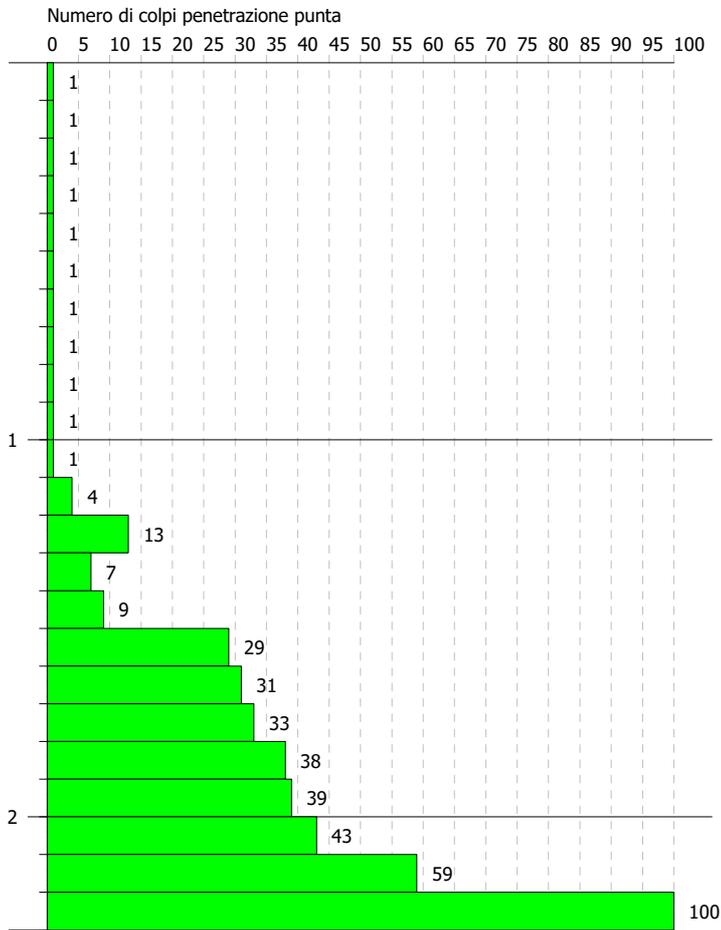


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S1
 Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

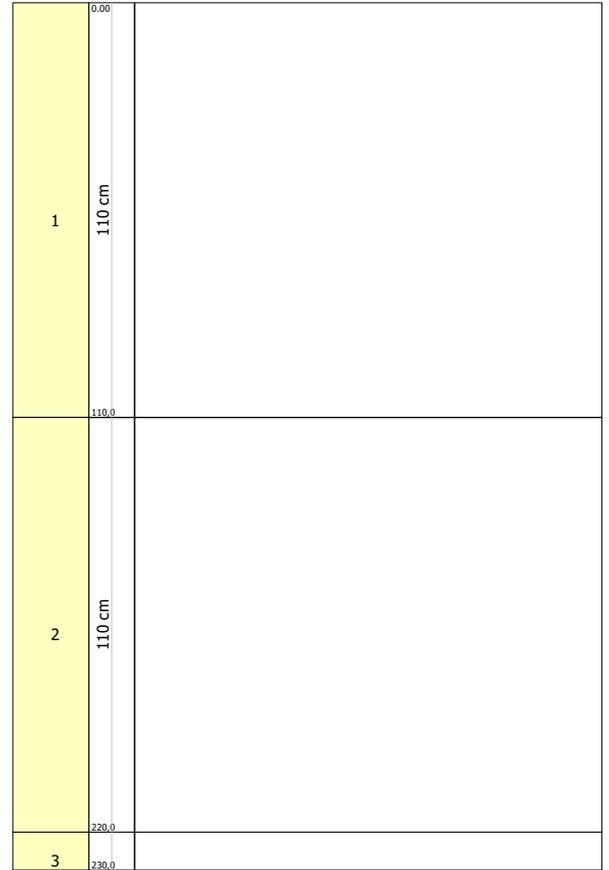
Committente: Geoter SAS di Cuccu Vittorio & C.
 Cantiere: Aerostazione terminale Aeroporto Fertilia
 Località: Aerostazione Fertilia

Data: 10/06/2019

Scala 1:20



Interpretazione Stratigrafica

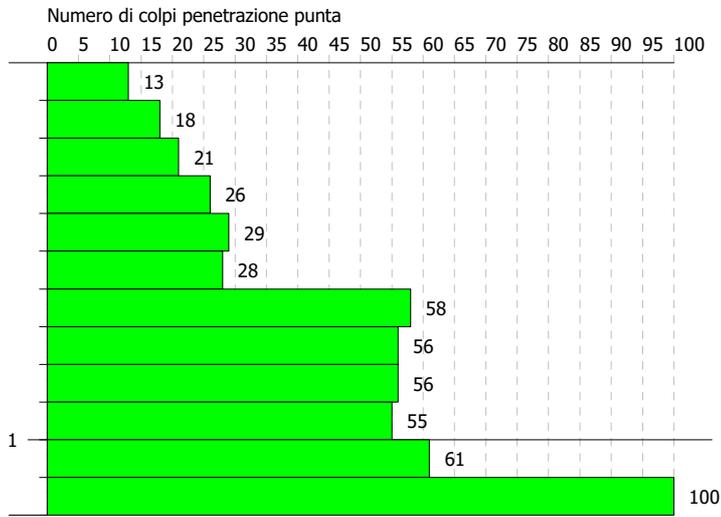


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P4
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: Geoter SAS di Cuccu Vittorio & C.
Cantiere: Aerostazione terminale Aeroporto Fertilia
Località: Aerostazione Fertilia

Data: 10/06/2019

Scala 1:20



Interpretazione Stratigrafica

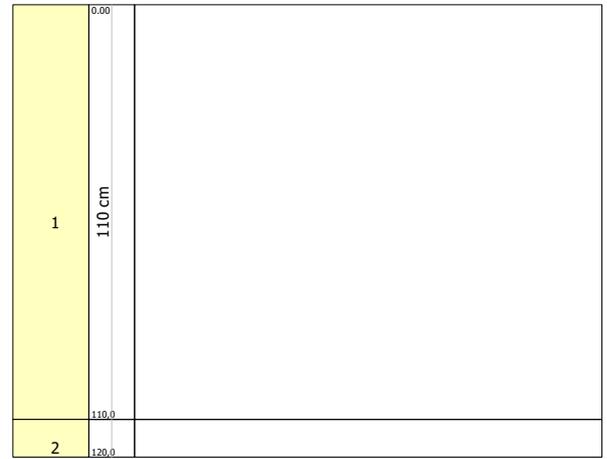




Fig. 1: Particolare esecuzione prova penetrometrica dinamica P1 – parcheggio aerostazione



Fig. 2: Particolare esecuzione prova penetrometrica dinamica P1 – parcheggio aerostazione.

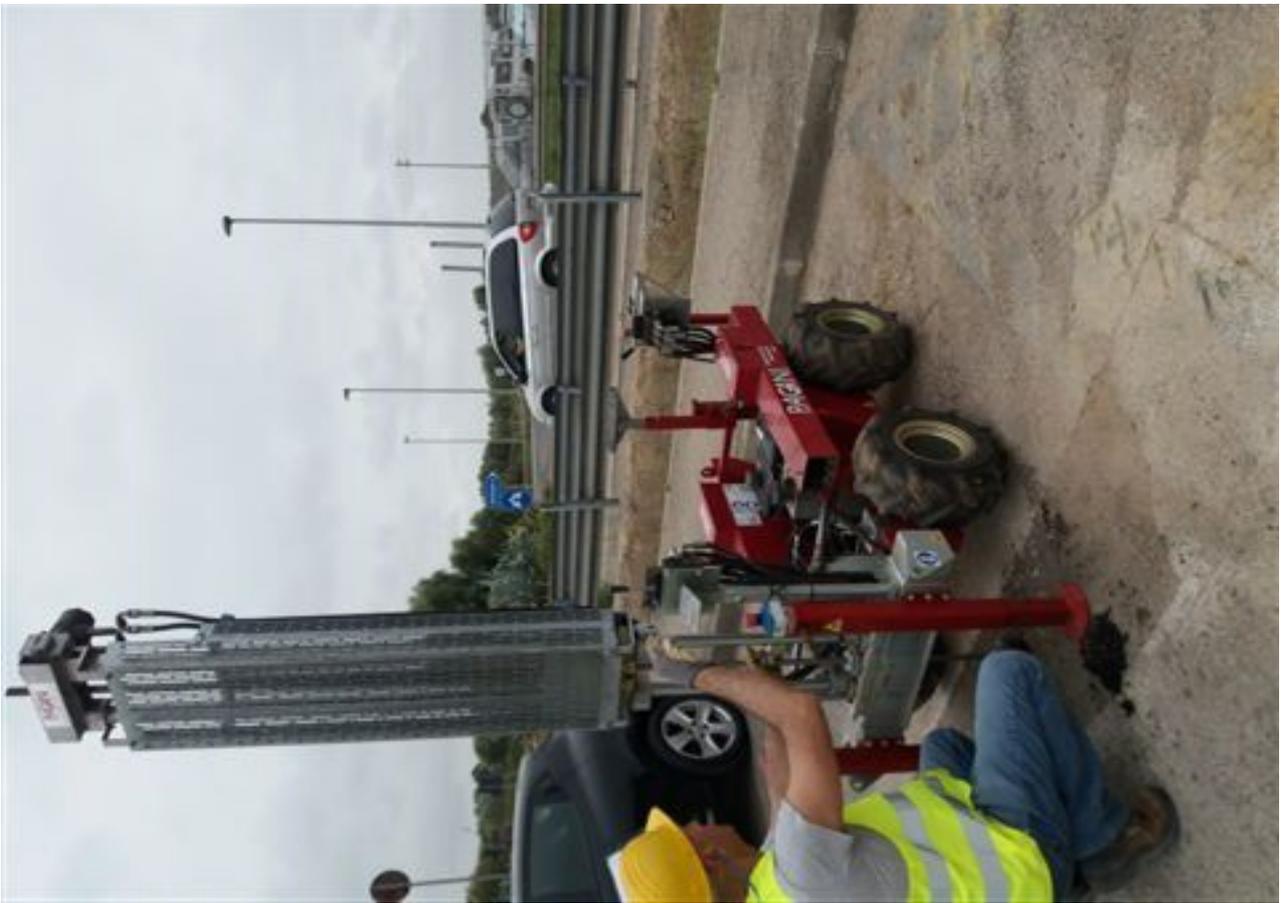


Fig. 3: Particolare esecuzione prova penetrometrica dinamica P2 – parcheggio privato.



Fig. 4: Particolare esecuzione prova penetrometrica dinamica S1.



Fig. 5: Particolare esecuzione prova penetrometrica dinamica P4.



GEOSYSTEM

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"
09044 QUARTUCCIU (CA)

TEL/FAX 070852509-070852424 - www.geosystem.ca.it
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N.380/2001
CIRCOLARE N.7617/STC DEL 08/09/2010
AUT. MINISTERO N.54313 DEL 19/12/2005
PROVE SUI TERRENI SETTORE A
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N.380/2001
CIRCOLARE N.7618/STC DEL 08/09/2010
AUT. MINISTERO N.52487 DEL 11/10/2004
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU CALCESTRUZZO
CERTIFICAZIONE UNI EN ISO 9712
REGOLAMENTO IT-IND-REG-02_NDT_CIV
LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001
CERT. N.IT 11/0996 ISO 9001/UNI EN ISO 9001:2008

V.D.A. 4851-1 DEL 12/06/2019

COMMITTENTE GEOTER Sas

CANTIERE Indagine Terminal Alghero Fertilia

CAMPIONE S3 (4.00-5.00)m

UBICAZIONE \

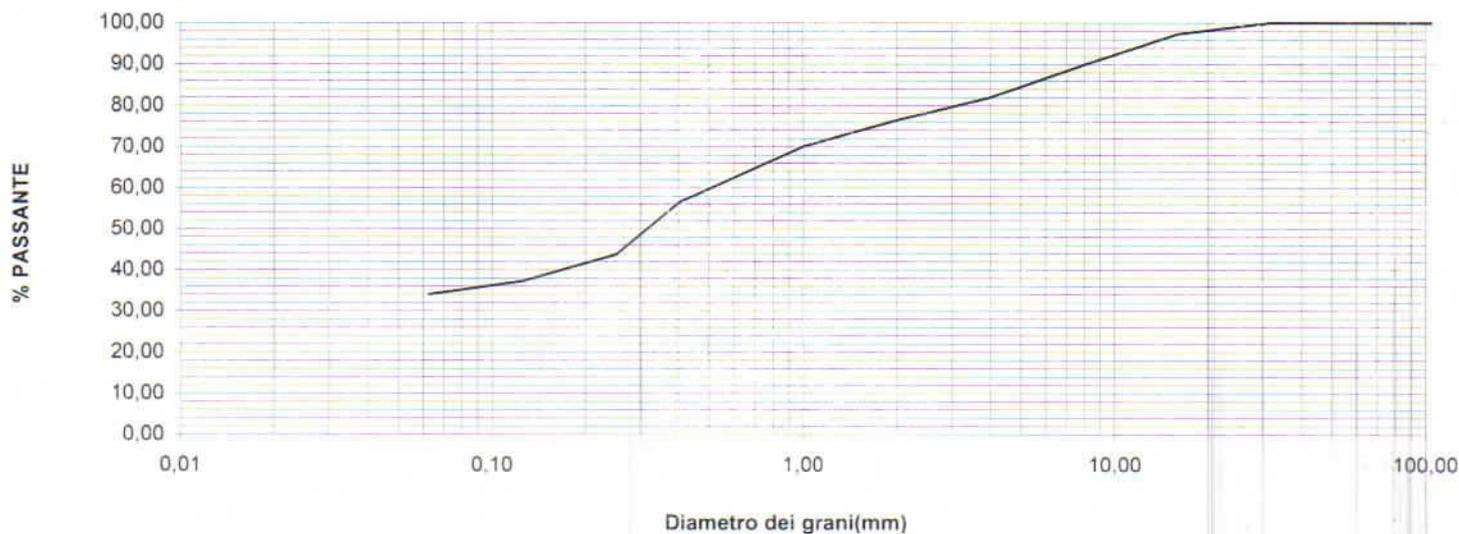
DATA PRELIEVO 04/06/2019 DATA PROVA 19/06/2019

CERTIFICATO N. 038131 DEL 21 GIU. 2019

DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

SETACCI (mm)	PASSANTE %	Massa Campione di prova (gr)	1641,8
200,0	100,00		
150,0	100,00		
125,0	100,00		
100,0	100,00		
63	100,00		
31,5	100,00		
16,0	97,38		
8,0	89,94		
4,0	82,01		
2,0	76,38		
1,0	70,09		
0,4	56,45		
0,25	43,70		
0,125	37,20		
0,063	34,03		



NOTE: Campione consegnato a cura del Committente.

LO SPERIMENTATORE

IL DIRETTORE

Dott. Geol. Guido Demontis



GEOSYSTEM

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"
09044 QUARTUCCIU (CA)

TEL/FAX 070852509-070852424 - www.geosystem.ca.it
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N. 380/2001
CIRCOLARE N.7617/STC DEL 08/09/2010
AUT. MINISTERO N.54313 DEL 19/12/2005
PROVE SUI TERRENI SETTORE A
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N. 380/2001
CIRCOLARE N.7618/STC DEL 08/09/2010
AUT. MINISTERO N.52487 DEL 11/10/2004
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU CALCESTRUZZO
CERTIFICAZIONE UNI EN ISO 9712
REGOLAMENTO IT-IND-REG-02_NDT_CIV
LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001
CERT. N.IT 11/0996 ISO 9001/UNI EN ISO 9001:2008

V.D.A. N° 4851-1 DEL 12/06/2019
 COMMITTENTE GEOTER Sas
 CANTIERE Indagine Terminal Alghero Fertilia
 CAMPIONE S3 (4.00-5.00)m
 UBICAZIONE \

DATA PRELIEVO 04/06/2019 DATA PROVA 18/06/2019

CERTIFICATO N. **038132** DEL **21 GIU. 2019**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(Apparecchio di Casagrande) ASTM D3080-98

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE : Ghiaia in matrice sabbioso-argillosa

STATO DEL CAMPIONE Ricostituito al passante 2mm

POCKET PENETROMETER \ kPa

VELOCITA' DI PROVA: 0.20 mm/min

CARATTERISTICHE INIZIALI

	N.	1	2	3
Provini	N.			
Altezza	mm	20.50	20.50	20.50
Lato	mm	59.50	59.50	59.50
Umidita' naturale	W %	8.94	8.94	8.94
Umidita' di prova	W %	8.94	8.94	8.94
Massa campione secco	gr	136.42	136.38	135.30
Densita' di prova	kg/m ³	2048.0	2047.3	2031.1
Densita' secca	kg/m ³	1879.9	1879.2	1864.4

FASE DI CONSOLIDAZIONE

Carico verticale	kPa	98.1	196.1	294.2
Altezza dopo consolidazione	mm	19.84	19.88	19.16

FASE DI ROTTURA

Carico verticale	kPa	98.1	196.1	294.2
Altezza finale provino	mm	19.34	19.23	18.48
Umidita' di prova finale	W %	11.57	11.57	11.57
Densita' umida finale	kg/m ³	2223.1	2235.1	2307.5
Densita' secca finale	kg/m ³	1992.6	2003.3	2068.2

Scorrimento orizzontale	mm	5.93	9.41	9.30
Sforzo al taglio (massimo) t	kPa	83.00	157.00	217.00

NOTE: Campione consegnato a cura del Committente

LO SPERIMENTATORE

IL DIRETTORE

Dott. Geol. Guido Demontis



GEOSYSTEM

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

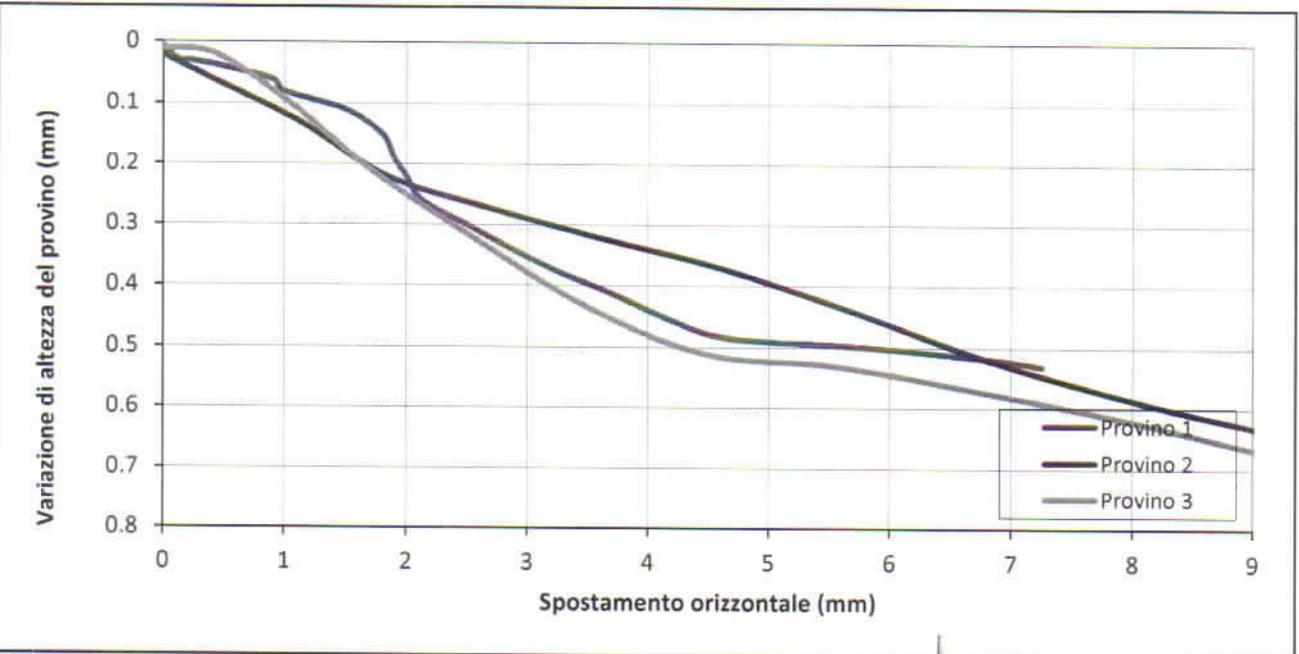
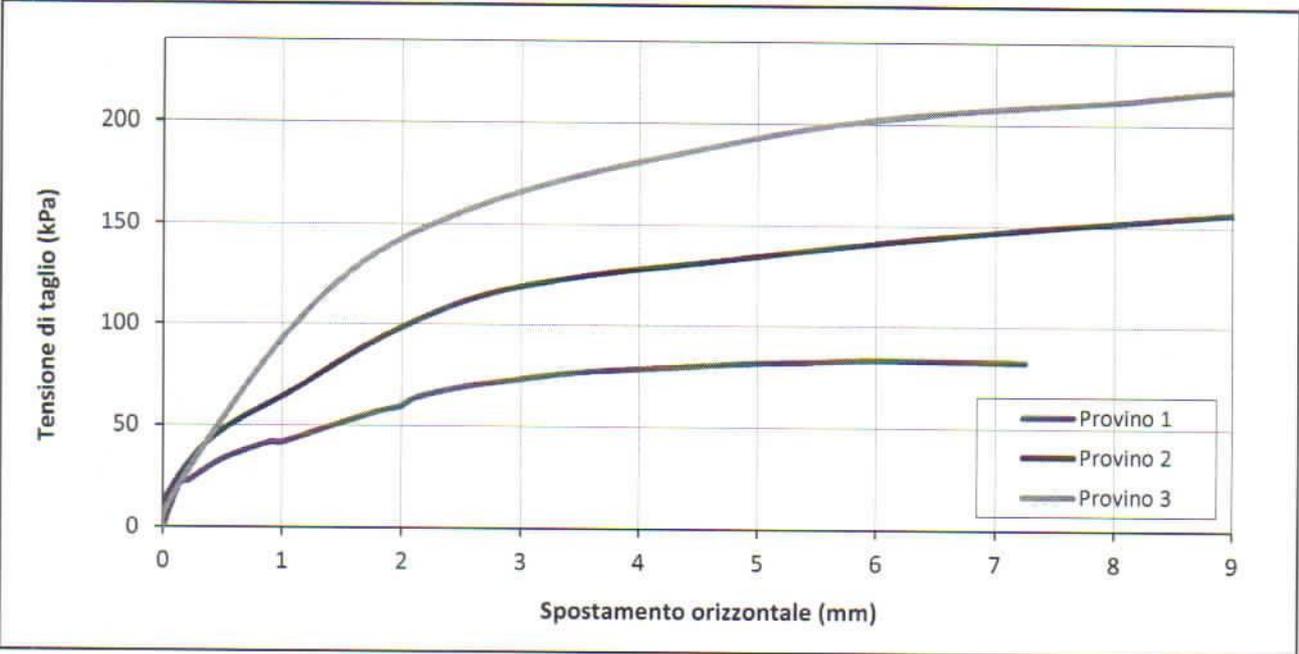
ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"
09044 QUARTUCCIU (CA)

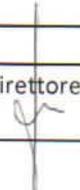
TEL/FAX 070852509-070852424 - www.geosystem.ca.it
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N.380/2001
CIRCOLARE N.7617/STC DEL 08/09/2010
AUT. MINISTERO N.54313 DEL 19/12/2005
PROVE SUI TERRENI SETTORE A
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N.380/2001
CIRCOLARE N.7618/STC DEL 08/09/2010
AUT. MINISTERO N.52487 DEL 11/10/2004
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU CALCESTRUZZO
CERTIFICAZIONE UNI EN ISO 9712
REGOLAMENTO IT-IND-REG-02_NDT_CIV
LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001
CERT. N.IT 11/0998 ISO 9001/UNI EN ISO 9001:2008

MISURA DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIATURA DI TAGLIO DIRETTO
ASTM D 3080-98
CERTIFICATO DI PROVA - FASE DI TAGLIO

V.D.A. n.	4851-1	DEL	12/06/2019
Committente	GEOTER Sas	CERTIFICATO N.	038132
Cantiere	Fertilia		
Campione	S3 (4.00-5.00)m	DEL	21 GIU. 2010



Il Tecnico  Il Direttore 



GEOSYSTEM

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"
09044 QUARTUCCIU (CA)

TEL/FAX 070852509-070852424 - www.geosystem.ca.it
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N. 380/2001
CIRCOLARE N.7617/STC DEL 08/09/2010
AUT. MINISTERO N.54313 DEL 19/12/2005
PROVE SUI TERRENI SETTORE A
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N. 380/2001
CIRCOLARE N.7618/STC DEL 08/09/2010
AUT. MINISTERO N.52487 DEL 11/10/2004
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU CALCESTRUZZO
CERTIFICAZIONE UNI EN ISO 9712
REGOLAMENTO IT-IND-REG-02_NDT_CIV
LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001
CERT. N.IT 11/0996 ISO 9001/UNI EN ISO 9001:2008

V.D.A. N° 4851-2 DEL 12/06/2019

COMMITTENTE GEOTER Sas

CANTIERE Indagine Terminal Alghero Fertilia

CAMPIONE S3 (2.40-2.60)m

UBICAZIONE \

DATA PRELIEVO 04/06/2019 DATA PROVA 18/06/2019

CERTIFICATO N. 038133 DEL 21 GIU. 2019

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(Apparecchio di Casagrande) ASTM D3080-98

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE : Argilla marnosa molto consistente

STATO DEL CAMPIONE Ricostituito (con nucleo centrale integro)

POCKET PENETROMETER \ kPa

VELOCITA' DI PROVA: 0.02 mm/min

CARATTERISTICHE INIZIALI

	N.	1	2	3
Provini				
Altezza	mm	20.50	20.50	20.50
Lato	mm	59.50	59.50	59.50
Umidita' naturale	W %	16.97	16.97	16.97
Umidita' di prova	W %	16.97	16.97	16.97
Massa campione secco	gr	128.70	127.39	129.95
Densità di prova	kg/m ³	2074.4	2053.2	2094.5
Densità secca	kg/m ³	1773.5	1755.4	1790.7

FASE DI CONSOLIDAZIONE

	kPa	98.1	196.1	294.2
Carico verticale				
Altezza dopo consolidazione	mm	19.97	19.50	19.20

FASE DI ROTTURA

	kPa	98.1	196.1	294.2
Carico verticale				
Altezza finale provino	mm	19.64	19.03	18.93
Umidita' di prova finale	W %	15.05	15.05	15.05
Densità umida finale	kg/m ³	2129.8	2175.6	2231.2
Densità secca finale	kg/m ³	1851.2	1891.0	1939.2

	mm	2.39	3.02	3.08
Scorrimento orizzontale				
Sforzo al taglio (massimo) t	kPa	90.00	177.00	254.00

NOTE: Campione consegnato a cura del Committente

LO SPERIMENTATORE

IL DIRETTORE

Dott. Geol. Guido Demontis



GEOSYSTEM

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"
09044 QUARTUCCIU (CA)

TEL/FAX 070852509-070852424 - www.geosystem.ca.it
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

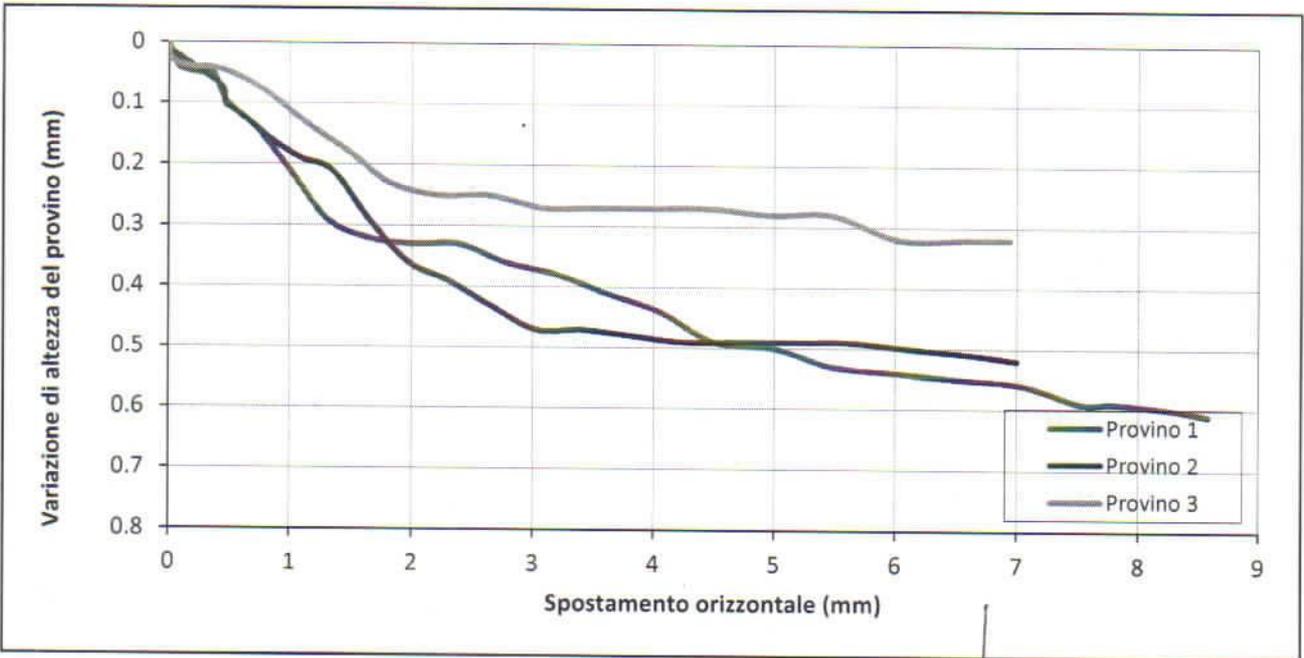
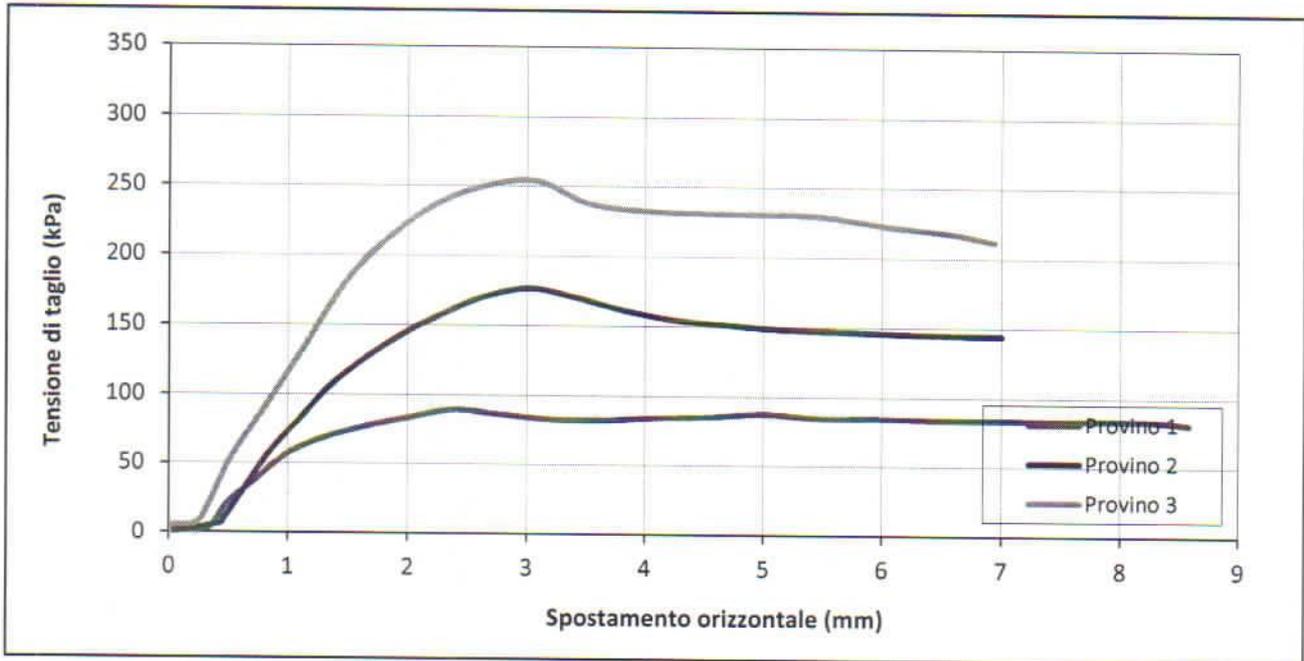
LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N. 380/2001
CIRCOLARE N.7617/STC DEL 08/09/2010
AUT. MINISTERO N.54313 DEL 19/12/2005
PROVE SUI TERRENI SETTORE A
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N. 380/2001
CIRCOLARE N.7618/STC DEL 08/09/2010
AUT. MINISTERO N.52487 DEL 11/10/2004
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU CALCESTRUZZO
CERTIFICAZIONE UNI EN ISO 9712
REGOLAMENTO IT-IND-REG-02_NDT_CIV
LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001
CERT. N.IT 11/0996 ISO 9001/UNI EN ISO 9001:2008

MISURA DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIATURA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D 3080-98

CERTIFICATO DI PROVA - FASE DI TAGLIO

V.D.A. n.	4851-2	DEL	12/06/2019
Committente	Geater Sas	CERTIFICATO N.	
Cantiere	Fertilia		038133
Campione	S3 (2.40-2.60)m	DEL	21 GIU. 2019



Il Tecnico

Il Direttore



GEOSYSTEM

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"
09044 QUARTUCCIU (CA)

TEL/FAX 070852509-070852424 - www.geosystem.ca.it
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N.380/2001
CIRCOLARE N.7617/STC DEL 08/09/2010
AUT. MINISTERO N.54313 DEL 19/12/2005
PROVE SUI TERRENI SETTORE A
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N.380/2001
CIRCOLARE N.7618/STC DEL 08/09/2010
AUT. MINISTERO N.52487 DEL 11/10/2004
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU CALCESTRUZZO
CERTIFICAZIONE UNI EN ISO 9712
REGOLAMENTO IT-IND-REG-02_NDT_CIV
LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001
CERT. N.IT 11/0996 ISO 9001/UNI EN ISO 9001:2008

V.D.A. N° 4851-2 DEL 12/06/2019

COMMITTENTE GEOTER Sas

CANTIERE Indagine Terminal Alghero Fertilia

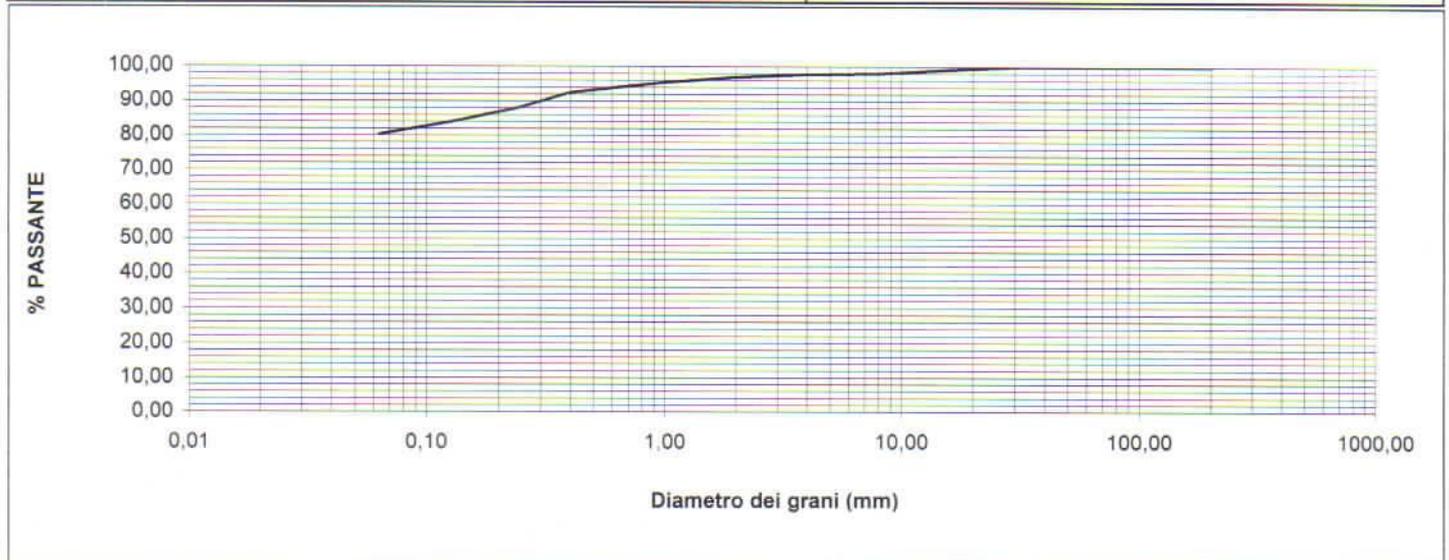
CAMPIONE S3 (2.40-2.60)m

UBICAZIONE \

DATA PRELIEVO 04/06/2019 DATA PROVA 19/06/2019

CERTIFICATO N. **038134** DEL **21 GIU. 2019**

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA UNI EN 933-1		LIMITI DI ATTERBERG UNI CEN ISO/TS 17892-12	
SETACCI (mm)	PASSANTE %	LIMITE LIQUIDO (%)	
200,0	100,00		32
150,0	100,00	LIMITE PLASTICO (%)	14
125,0	100,00	INDICE PLASTICO	18
100,0	100,00	INDICE DI GRUPPO	11
63,0	100,00	CLASS.UNI EN 11531-1	A6
31,5	100,00		
16,0	99,13		
8,0	98,01		
4,0	97,77		
2,0	96,97		
1,0	95,46		
0,4	92,56		
0,25	88,24		
0,125	83,85		
0,063	80,20		



NOTE: Campione consegnato a cura del Committente.

LO SPERIMENTATORE

IL DIRETTORE

Dott. Geol. Guido Demontis



COMUNE DI ALGHERO

PROVINCIA DI SASSARI

INDAGINE GEOGNOSTICA PRESSO IL TERMINAL ALGHERO FERTILIA

ELABORATO: RELAZIONE GEOFISICA

ALLEGATO:

DATA: giugno 2019

COMMITTENZA

GEOTER s.a.s. di Cuccu Vittorio

PROGETTAZIONE

Geologo Mario Nonne



VISTI

SOMMARIO

1) INTRODUZIONE.....	2
2) PROSPEZIONE SISMICA.....	2
3) INDAGINI SISMICHE MEDIANTE ONDE DI SUPERFICIE.....	3
3.1) Metodologia MASW.....	3
4) Stendimento MASW.....	4

1) INTRODUZIONE

La presente relazione, commissionata dalla GEOTER s.a.s., illustra il risultato di un'indagine geofisica di tipo sismico eseguita nel mese di giugno 2019 nell'ambito dell'indagine geognostica presso terminal Alghero Fertilia nel comune di Alghero (ss).

La prova, con localizzazione presente in allegato, ha visto l'esecuzione di uno stendimento sismico con tecnica MASW (Multichannels Analysis Surface Waves).

La prospezione ha avuto come fine principale quello di definire le Vs equivalenti nelle more delle NTC 2018.

2) PROSPEZIONE SISMICA

L'esecuzione di indagini sismiche ha lo scopo di ottenere informazioni di tipo geotecnico sul comportamento fisico-meccanico dei corpi geologici investigati, attraverso la determinazione dei relativi parametri, ed informazioni di tipo geologico sui caratteri strutturali e stratigrafici del volume del sottosuolo indagato.

Si tratta di uno dei metodi attualmente più utilizzati per l'esplorazione in profondità del sottosuolo e comporta il creare delle onde artificiali nel terreno. Le indagini geognostiche che utilizzano le metodologie sismiche sfruttano le proprietà dei terreni di farsi attraversare dalle onde sismiche a diversa velocità, che dipende da molti fattori, quali la natura mineralogica della roccia, il grado di cementazione e di fratturazione, la porosità, il contenuto in acqua o in gas, la possibile presenza di vuoti ecc.

La strumentazione utilizzata è costituita da un Sismografo DAQLink III (Seismic Source U.S.A.) con convertitore A/D a 24 bit, 24 canali, range dinamico 144db e output dei dati in SEG-Y o SEG-2, l'intero sistema di acquisizione è conforme alle specifiche ASTM D5777-00 (2006) (Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method for Subsurface Investigation).

L'energizzazione del terreno è stata effettuata mediante l'utilizzo di una massa battente (mazza di 8 kg con starter) su piattello di battuta in alluminio.

Per la ricezione delle onde longitudinali (P), durante l'indagine di tomografia sismica, sono stati usati geofoni verticali a corto periodo (4,5 Hz)



Fig. 1 - Sistema di ricezione e elaborazione – sistema di battuta

3) INDAGINI SISMICHE MEDIANTE ONDE DI SUPERFICIE

Le NTC 2018 prescrivono una stima della velocità di propagazione delle onde S nel sottosuolo e tra le indagini indirette, che hanno maggiore diffusione si annoverano le tecniche basate sull'analisi della dispersione delle onde di superficie (Rayleigh e Love). La dispersione rappresenta una deformazione di un treno d'onde dovuta ad una variazione di propagazione di velocità con la frequenza. In un mezzo stratificato le varie componenti (lunghezza d'onda, quindi frequenza $\lambda = v/f$) del segnale sismico si propagano ad una velocità diversa in funzione delle caratteristiche del mezzo. Le componenti a frequenza minore (lunghezza d'onda maggiore) penetrano più in profondità e sono quindi influenzate dagli strati più profondi rispetto a quelle a frequenza maggiore (lunghezza d'onda minore) che risentono delle proprietà fisiche dei livelli superficiali, e presentano normalmente più elevate velocità di fase.

3.1) Metodologia MASW

La tecnica MASW consente di misurare la velocità delle onde di taglio V_s sfruttando il carattere dispersivo delle onde di Rayleigh quando queste si propagano in un mezzo stratificato. La dispersione consiste nella variazione della velocità di fase a diverse frequenze, con l'aumento della lunghezza d'onda (abbassamento di frequenza) la profondità coinvolta dalla propagazione dell'onda è via via maggiore. È quindi possibile, impiegando onde di un certo intervallo di frequenza, caratterizzare le proprietà acustiche dei terreni sino ad una certa profondità. Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

L'intero processo è composto da tre fasi consecutive:

- acquisizione delle onde superficiali (ground roll);
- costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .

Il range di frequenza utilizzato si sviluppa comunemente tra i 5 Hz e i 70Hz, fornendo informazioni sino alla profondità massima di penetrazione, determinata dalla relazione fra velocità di propagazione dell'onda e la più bassa frequenza identificabile.

Questa tipologia di prospezione si realizza con uno stendimento sismico costituito da 12/24 o più geofoni allineati a distanza intergeofonica variabile tipicamente fra 1 e 5 m che registrano le onde sismiche generate in corrispondenza di X punti di energizzazione effettuati tipicamente ad una distanza compresa fra 2 m e 20 m dal primo geofono.

L'obiettivo della registrazione è quindi l'individuazione del treno di onde superficiali (Rayleigh), che a causa della stratificazione del mezzo subisce una dispersione le cui modalità sono direttamente correlate alla velocità delle onde di taglio S. L'acquisizione delle onde di Rayleigh può essere fatta mediante geofoni verticali (come nel nostro caso), oppure mediante geofoni orizzontali con asse posto parallelo (radiale) allo stendimento (in entrambi i casi si utilizza una sorgente verticale - piastra-martello).

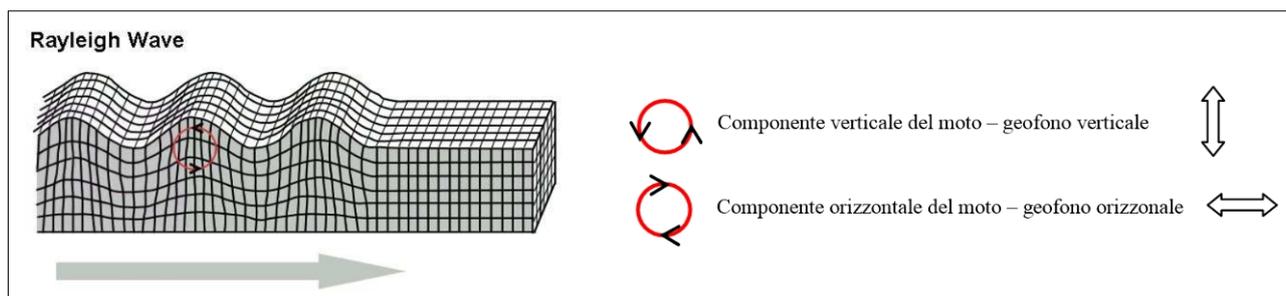


Fig. 2 – Rappresentazione onde superficiali

4) Stendimento MASW

Sulla base delle logistiche imposte dal sito è stato posizionato lo stendimento nella aiuola che si sviluppa di fronte all'ingresso dell'aeroporto. L'analisi è stata eseguita adottando la seguente configurazione:

- N° geofoni: 24 con frequenza propria di risonanza 4,5 Hz;
- Distanza intergeofonica: 3 m per complessivi 69 m di stendimento;
- Offset di battuta: n° 1 battuta disposta a 6 m dal primo geofono;
- Offset di battuta: n° 2 battuta disposta a 6 m dal 24 geofono.

Per quanto riguarda l'acquisizione sono state utilizzate le seguenti impostazioni:

- Tempo di acquisizione: 1 s;
- Frequenza di campionamento: 1000 Hz;
- Periodo di campionamento: 1.0 ms.

I dati acquisiti sono stati elaborati attraverso le seguenti fasi:

- 1) Calcolo dello spettro di velocità;
- 2) Individuazione del modo fondamentale e degli eventuali superiori;
- 3) Calcolo della curva di dispersione mediante modellazione diretta, cioè attribuzione degli spessori e delle velocità relative, sulla base di dati riguardanti il sito acquisiti

Indagine geognostica presso il terminal Alghero
Fertilia - indagini geofisiche

precedentemente tramite indagini dirette o bibliografia. In alternativa picking della curva di dispersione, cioè selezione dei punti che si ritengono appartenere ad un determinato modo;

- 4) Inversione della curva di dispersione e conseguente individuazione del profilo di velocità V_s .

Gli spettri di velocità risultano dominati dal modo fondamentale delle onde di Rayleigh.

STENDIMENTO MASW COORDINATE WGS		
Geofono 1	40°37'52.57"N	8°17'48.11"E
Geofono 24	40°37'54.81"	8°17'48.28"E
Centro	40°37'53.68"N	8°17'48.19"E

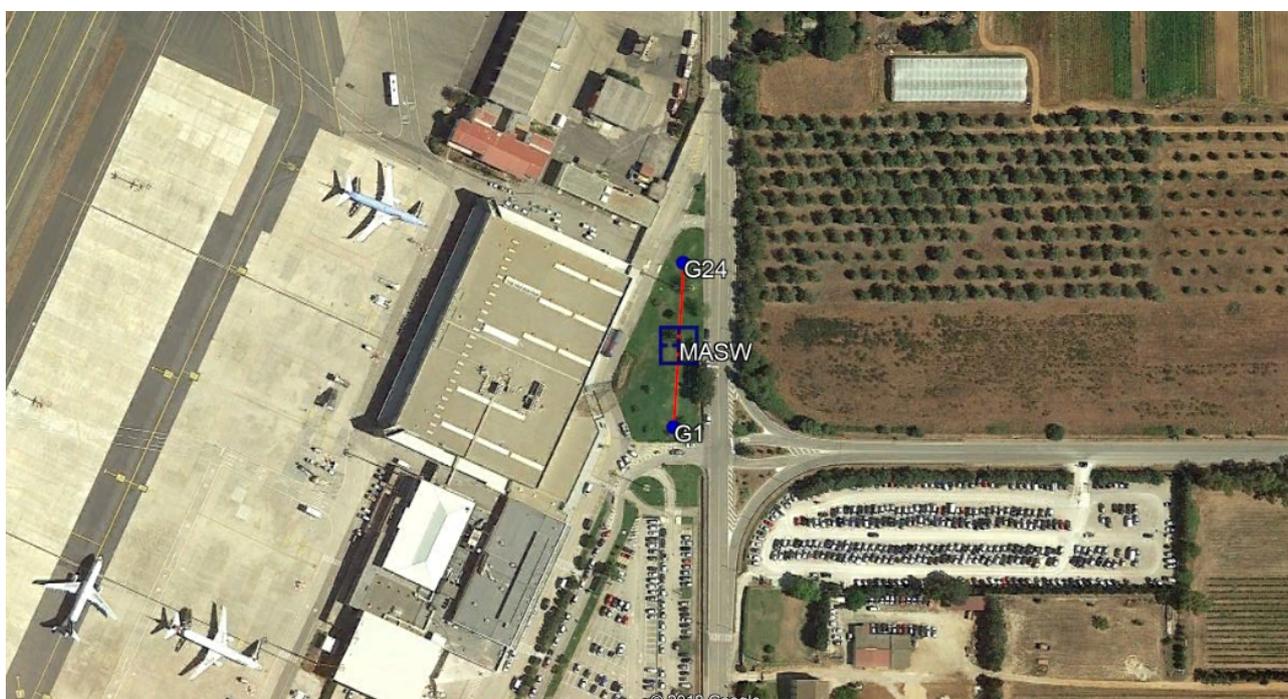


Fig. 5 – Localizzazione MASW

L'analisi del profilo sismico per il calcolo delle V_s equivalenti è stata effettuata utilizzando un modello semplificato composto da 3 sismostrati.

Strati	Spessore strato (m)	V_s (m/sec)
A	3,7	470
B	10	604
C	-	1410

Nel calcolo della “Velocità equivalente” V_{seq} si è tenuto conto di tutti gli strati rilevati. La V_{seq} rappresenta, dunque, la media ponderata della distribuzione delle velocità di taglio per una profondità H sotto il piano di fondazione e si ottiene applicando la seguente formula:

Indagine geognostica presso il terminal Alghero
Fertilia - indagini geofisiche

$$V_{s_{eq}} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h_{(strato)}}{V_{s_{(strato)}}}}$$

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 $V_{s_{(strato)}}$;
- H è la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s 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 $V_{s_{30}}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Il parametro V_{seq} consente di stabilire la classe di suolo come stabilito alle NTC del 2018.

A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

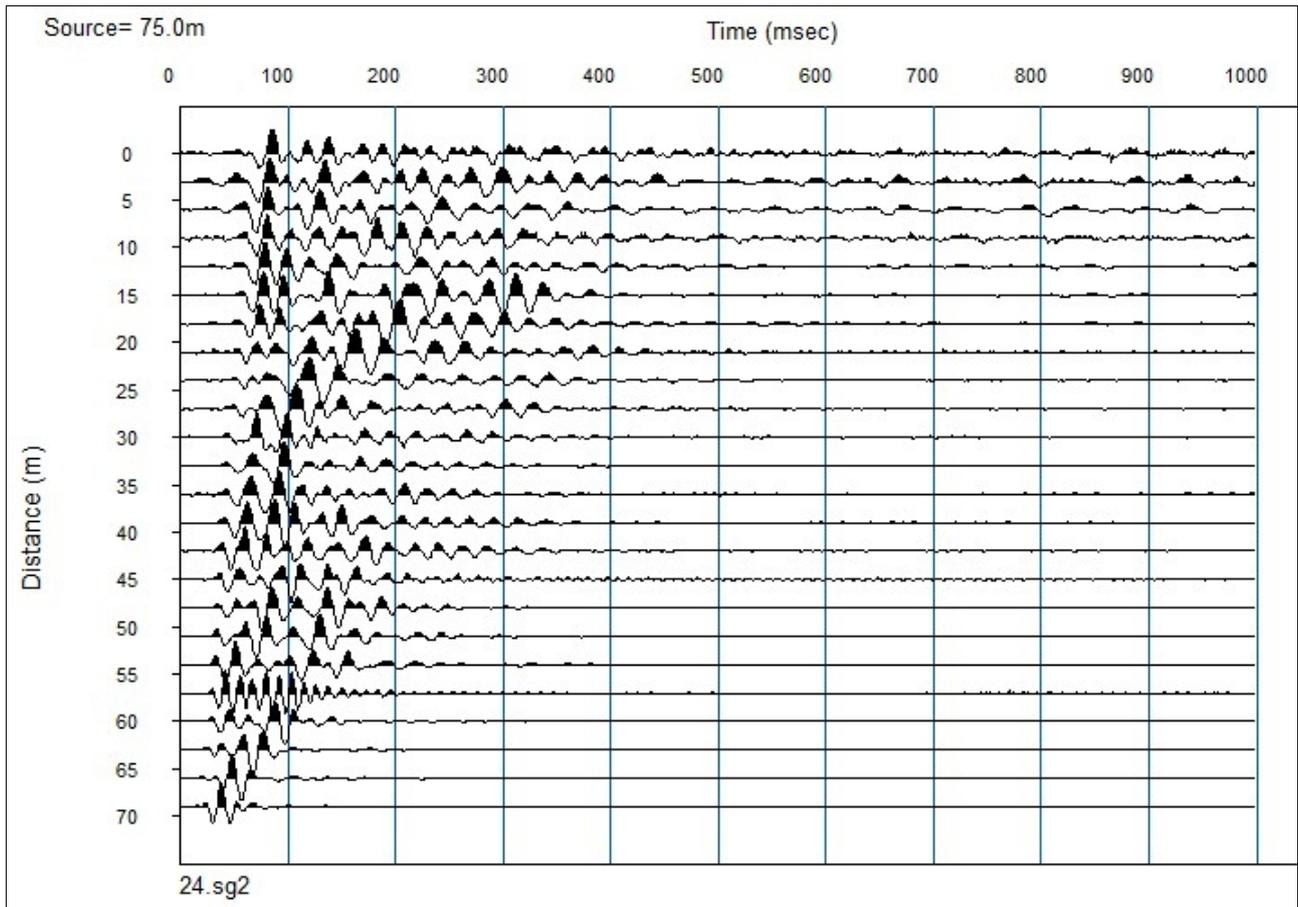


Fig. 6 – Sismogramma in acquisizione

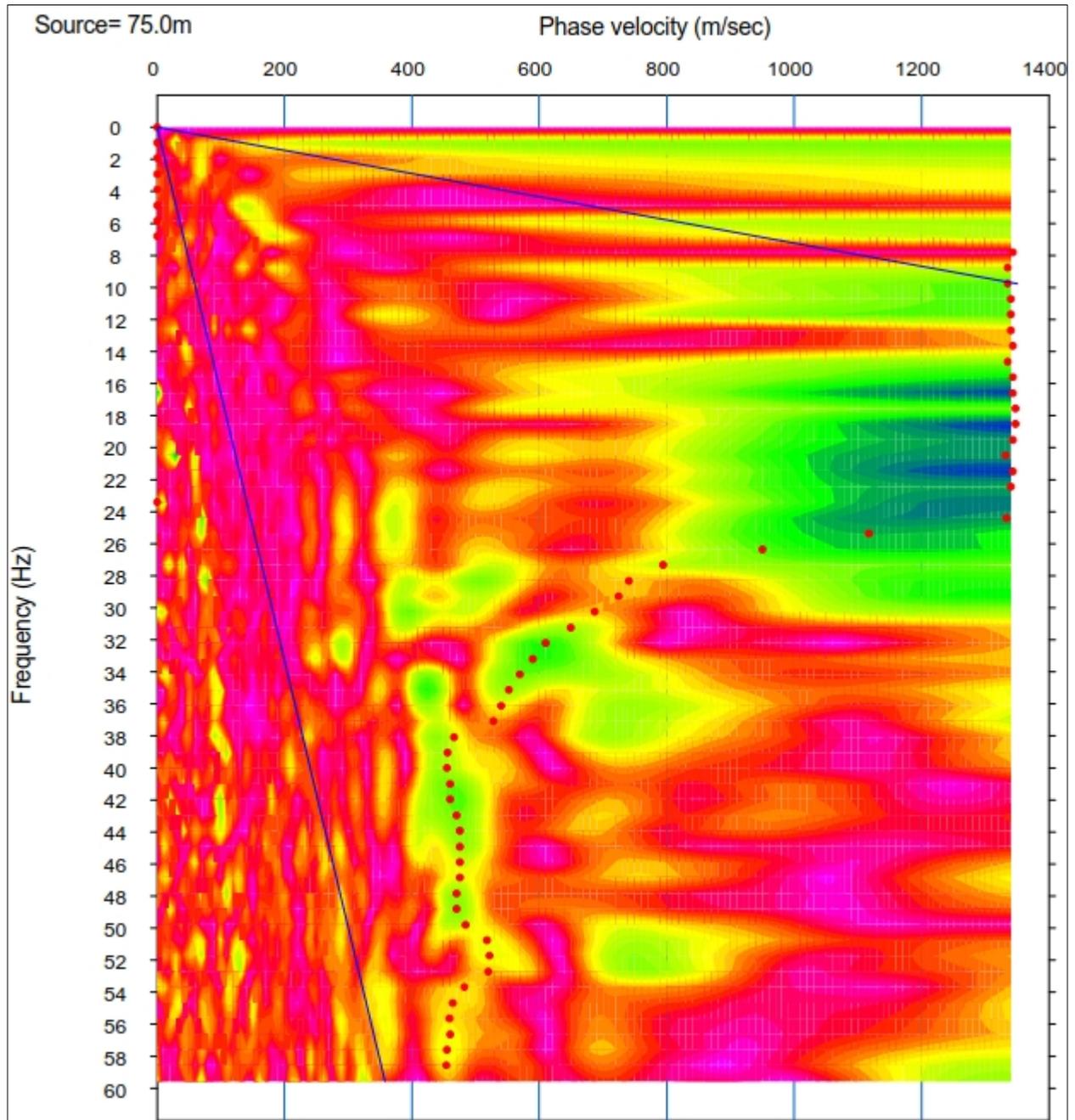


Fig. 7 – Curva di dispersione

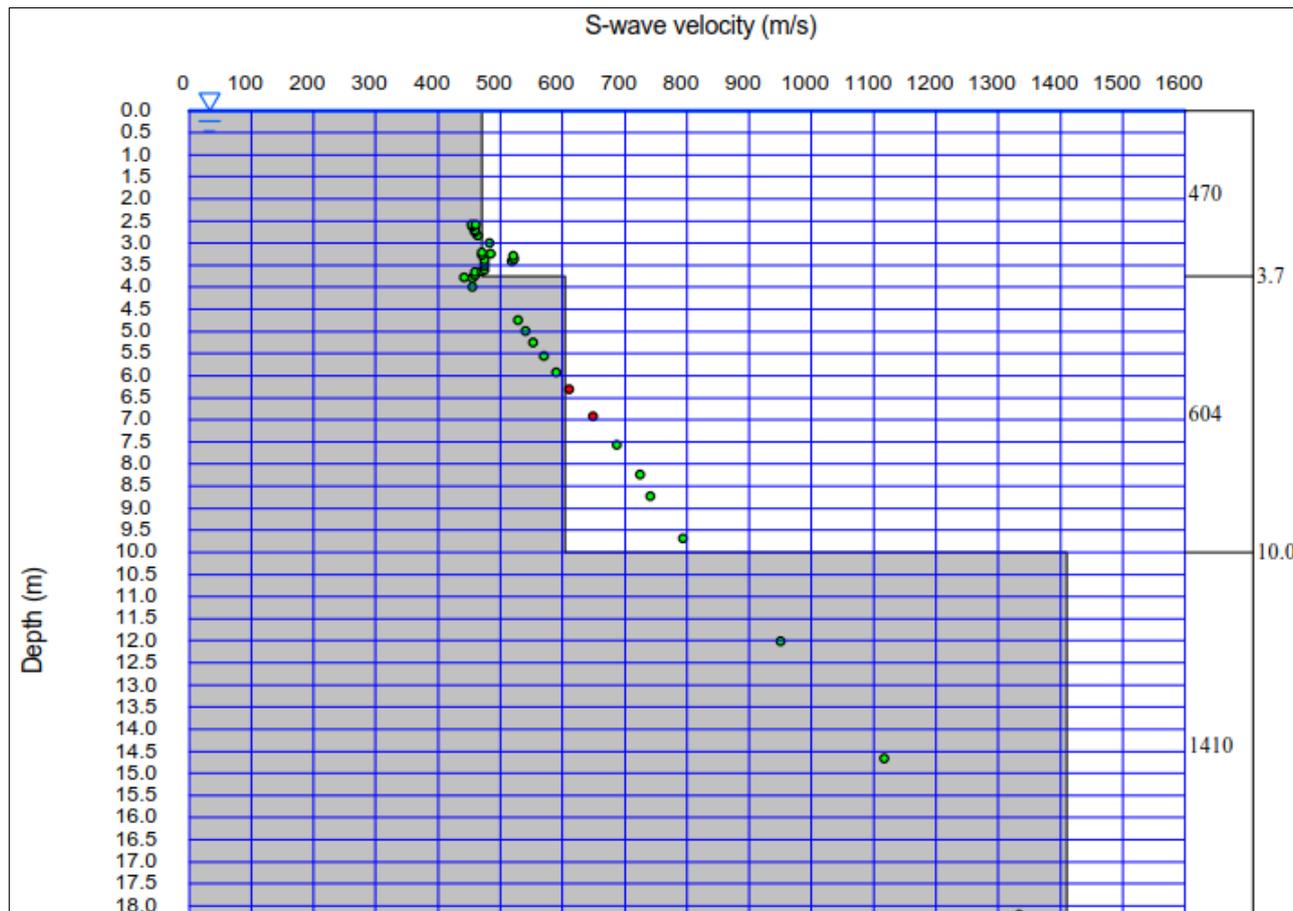


Fig. 8 – modello stratigrafico delle Vs

Sulla base della stratigrafia ottenuta, dal piano campagna, la V_{seq} (NTC 2018) risultante è pari a **546,36 m/s**.

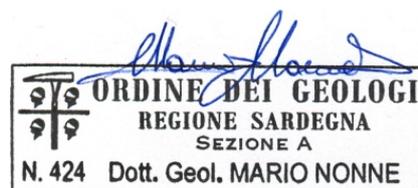
Tali caratteristiche classificano il terreno di fondazione (NTC 2018) alla **categoria B**.

Resta sempre in capo al progettista l'utilizzo della categoria di sottosuolo di riferimento da utilizzare in funzione delle scelte progettuali.

Ollolai, 11/06/2019

IL TECNICO

Geologo Mario Nonne



Indagine geognostica presso il terminal Alghero
Fertilia - indagini geofisiche



Allegato fotografico



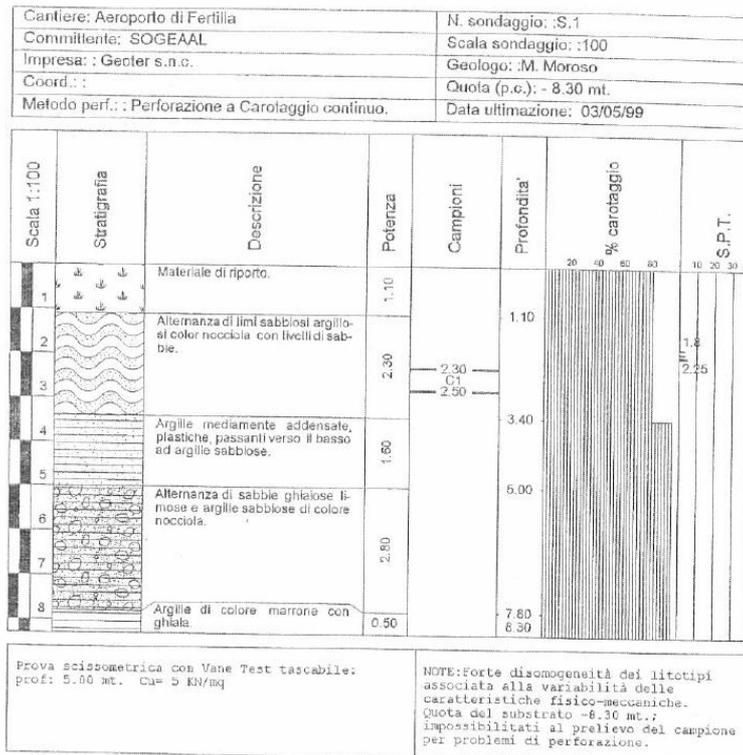
10.2 Indagini geognostiche pregresse (1999 e 2015)

Per la caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dei terreni è stato possibile acquisire dati e informazioni anche dagli esiti delle pregresse campagne geognostiche e geofisiche eseguite nel 1999 e nel 2015 nell'intorno del settore aeroportuale oggetto del presente studio geologico.

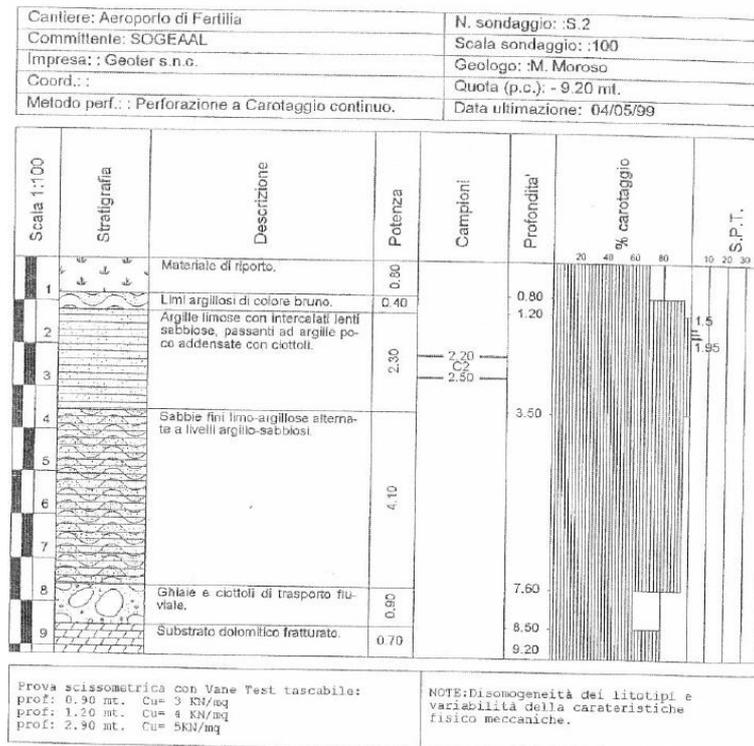
Complessivamente è così stato possibile integrare gli esiti dalla campagna geognostica appositamente eseguita con quelli relativi a 10 sondaggi, di cui 6 concentrati nell'area dell'aerostazione e i restanti 4 in quella di sviluppo stradale.



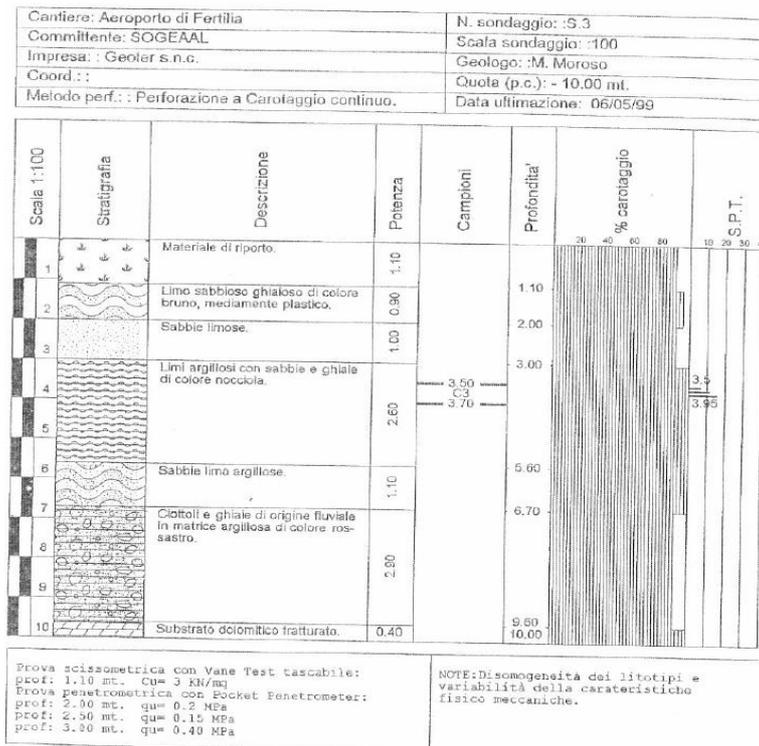
Di seguito si riportano le elaborazioni grafiche relative a tali indagini, così come riportate nelle relative relazioni all'epoca redatte.



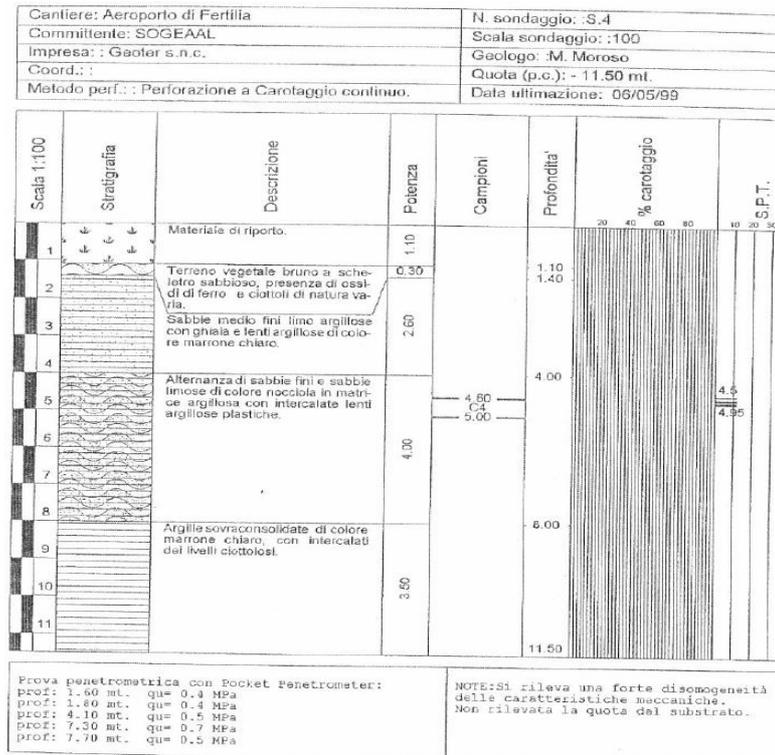
Log stratigrafico relativo al sondaggio S1 della campagna geognostica del 1999



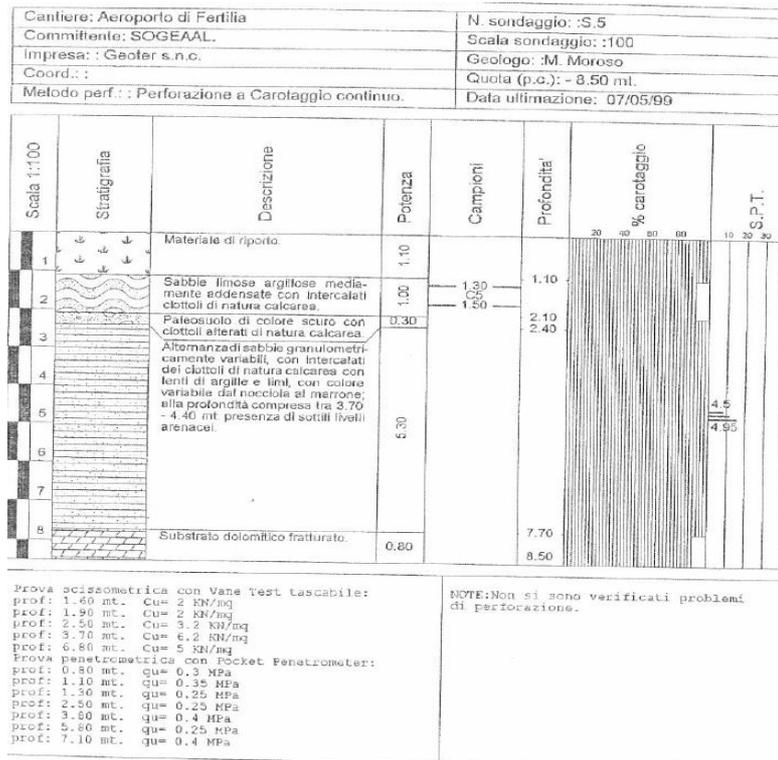
Log stratigrafico relativo al sondaggio S2 della campagna geognostica del 1999



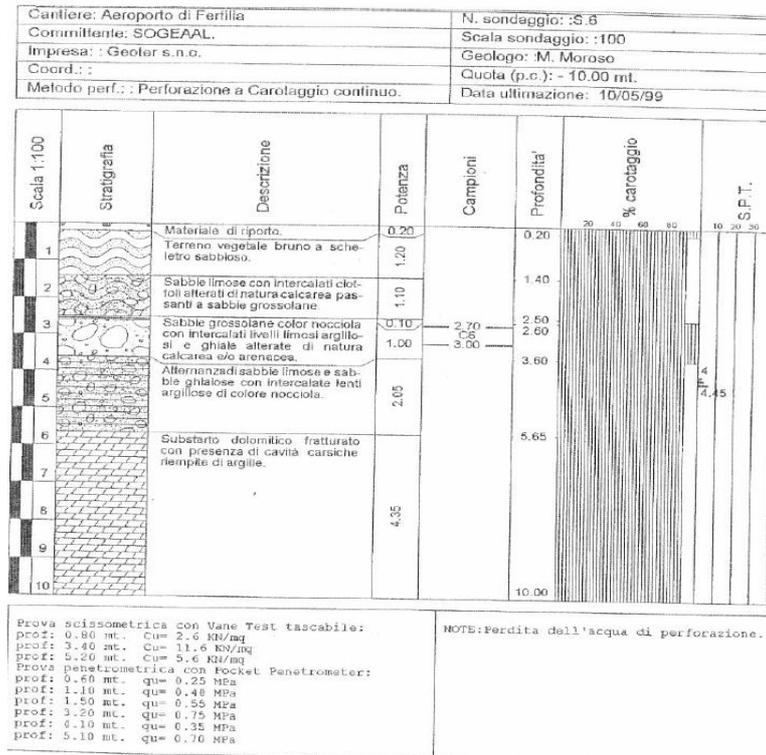
Log stratigrafico relativo al sondaggio S3 della campagna geognostica del 1999



Log stratigrafico relativo al sondaggio S4 della campagna geognostica del 1999

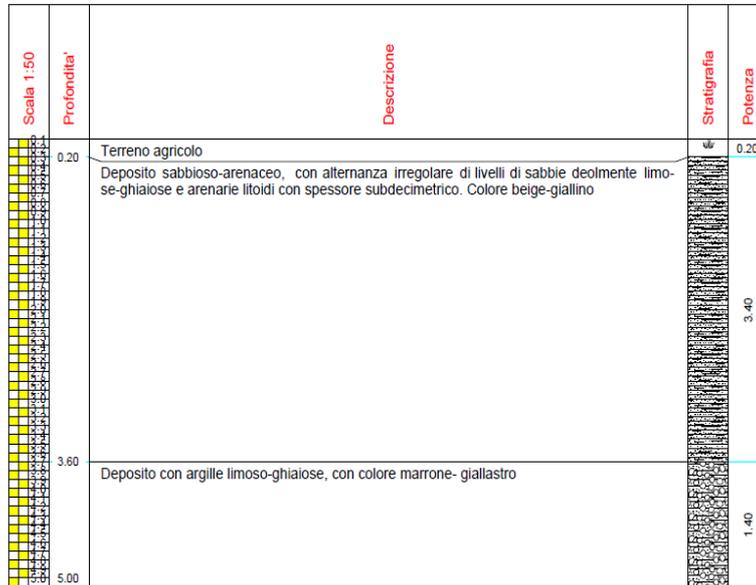


Log stratigrafico relativo al sondaggio S5 della campagna geognostica del 1999



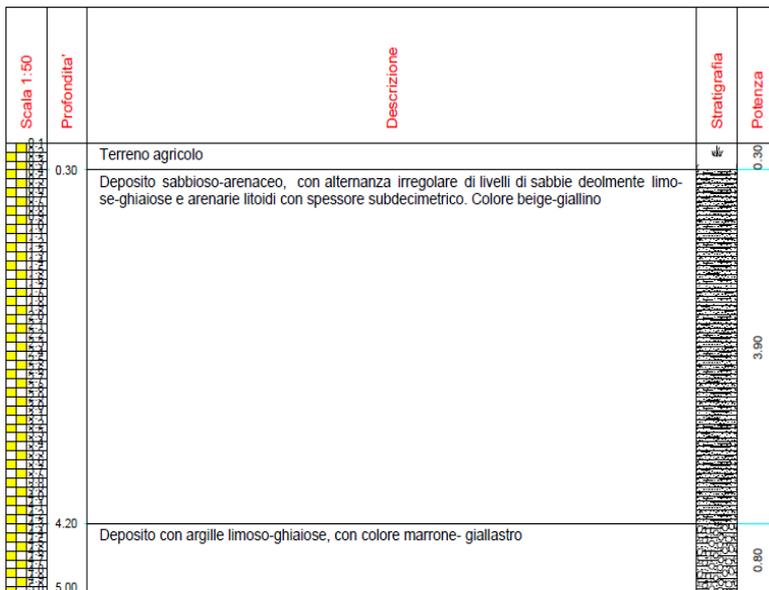
Log stratigrafico relativo al sondaggio S6 della campagna geognostica del 1999

Sarda Sondaggi S.r.l. Z.I.Predda Niedda - Str. 28 07100 - Sassari Mobile 3482206138 www.sardasondaggi.it	Committente	SO.GE.A.A.L. S.p.A. - Alghero	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	Viabilità esterna area aeroporto	S1	1/1
	Località	Aeroporto Fertilia	Il geologo	
	Data Inizio	Ottobre 2015	Data Fine	Ottobre 2015



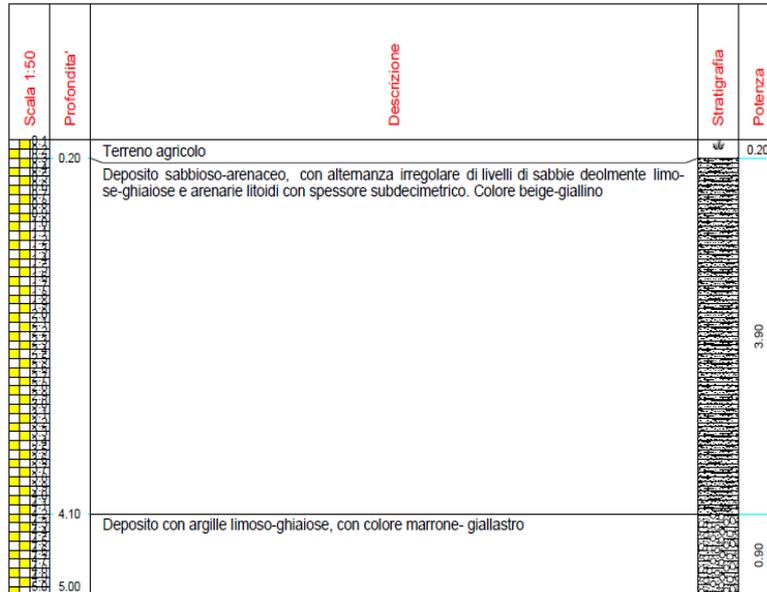
Log stratigrafico relativo al sondaggio S1 della campagna geognostica del 2015

Sarda Sondaggi S.r.l. Z.I.Predda Niedda - Str. 28 07100 - Sassari Mobile 3482206138 www.sardasondaggi.it	Committente	SO.GE.A.A.L. S.p.A. - Alghero	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	Viabilità esterna area aeroporto	S2	1/1
	Località	Aeroporto Fertilia	Il geologo	
	Data Inizio	Ottobre 2015	Data Fine	Ottobre 2015



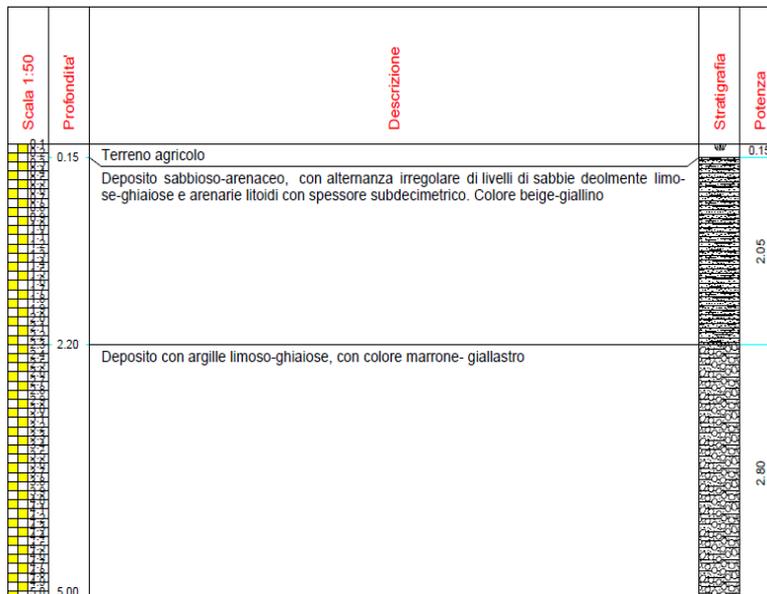
Log stratigrafico relativo al sondaggio S2 della campagna geognostica del 2015

Sarda Sondaggi S.r.l. Z.I.Predda Niedda - Str. 28 07100 - Sassari Mobile 3482206138 www.sardasondaggi.it	Committente	SO.GE.A.A.L. S.p.A. - Alghero	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	Viabilità esterna area aeroporto	S3	1/1
	Località	Aeroporto Fertilia	Il geologo Andrea De Santis	
	Data Inizio	Ottobre 2015		



Log stratigrafico relativo al sondaggio S3 della campagna geognostica del 2015

Sarda Sondaggi S.r.l. Z.I.Predda Niedda - Str. 28 07100 - Sassari Mobile 3482206138 www.sardasondaggi.it	Committente	SO.GE.A.A.L. S.p.A. - Alghero	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	Viabilità esterna area aeroporto	S4	1/1
	Località	Aeroporto Fertilia	Il geologo Andrea De Santis	
	Data Inizio	Ottobre 2015		

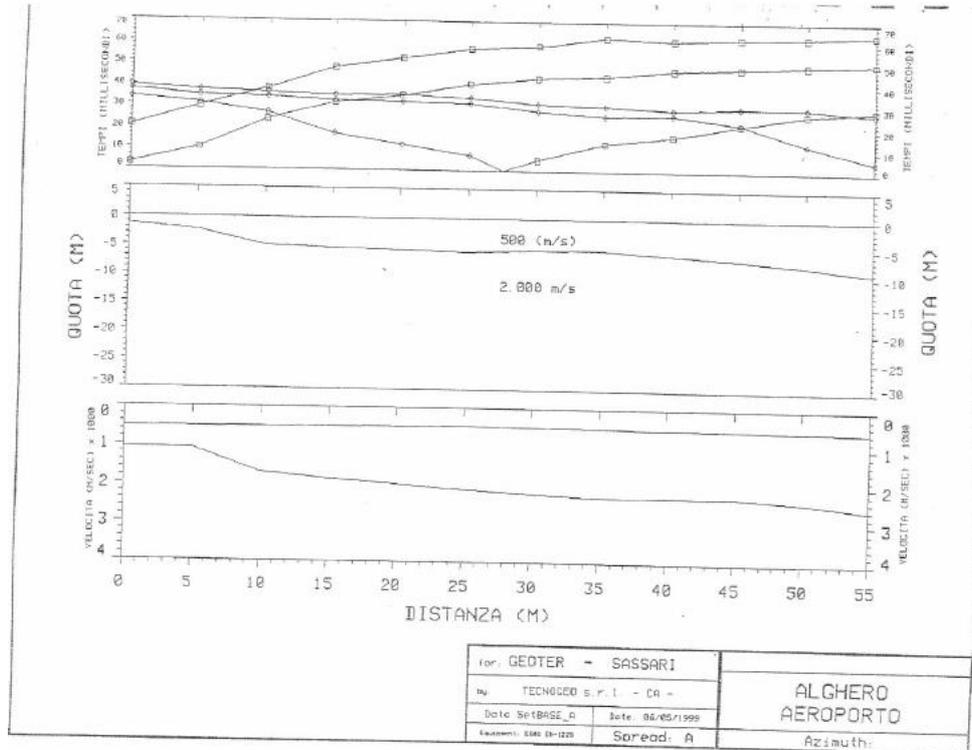


Log stratigrafico relativo al sondaggio S4 della campagna geognostica del 2015

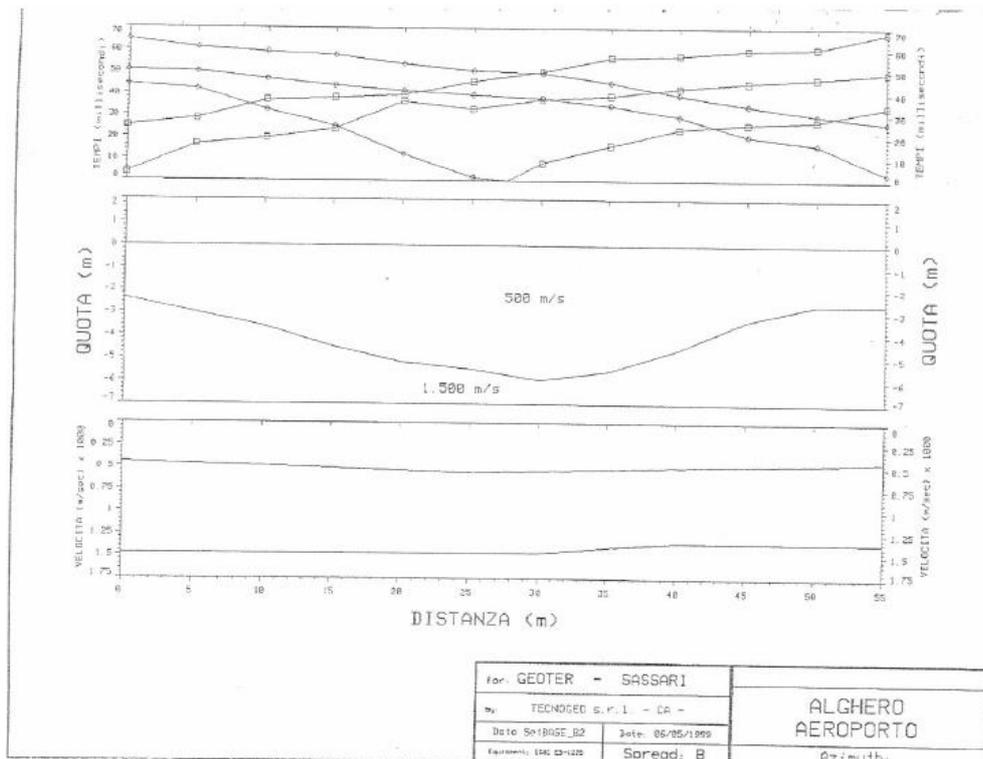
10.3 Indagini geofisiche del giugno 2019

10.4 Indagini geofisiche pregresse (1999)

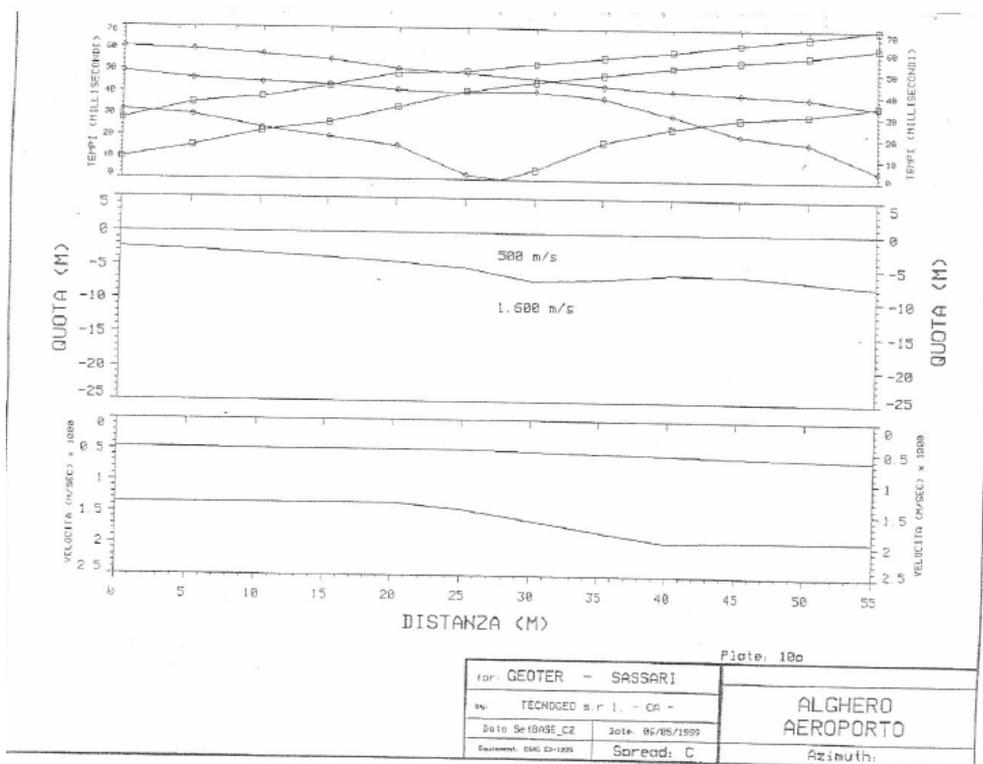
I dati geofisici pregressi sono stati acquisiti solamente nel corso della campagna di indagine del 1999 che ha interessato il sedime dell'aerostazione. Di seguito si riportano le elaborazioni relative alle tre basi sismiche eseguite.



Base sismica A della campagna geofisica del 1999



Base sismica B della campagna geofisica del 1999



Base sismica C della campagna geofisica del 1999