



Aeroporto di Alghero Fertilia

Adeguamento infrastrutture volo ICAO e miglioramento accessibilità aeroporto
REALIZZAZIONE COLLEGAMENTO INTERMEDIO
- PROGETTO PRELIMINARE PER APPALTO INTEGRATO -



CUP: H11F11000330001

ELABORATO:	E	OGGETTO:
SCALA:		SINTESI INDAGINI GEOLOGICHE PRELIMINARI
DATA:		

AGOSTO 2015

PROGETTAZIONE:	APPROVAZIONE:	VISTO:
ARCH. ANTONIO ANDREA DELOGU VIA GORIZIA, 59 07100 - SASSARI		IL POSTHOLDER PROGETTAZIONE Ing. Gianluca LANGELLA
		VISTO:
		IL POSTHOLDER TERMINAL Sig.ra Luisa ALIVESI

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	APPROVATO	AUTORIZZATO
	AGO 2015	PRIMA EMISSIONE		A.D.	A.D.

DOCUMENTAZIONE DI CARATTERE GEOLOGICO E GEOTECNICO ALLEGATA AL PROGETTO PRELIMINARE

Alla luce del limitato intervento strutturale in oggetto ed alla accertata e comprovata omogeneità dei luoghi, si è ritenuto sufficiente allegare al presente progetto preliminare le relazioni ed i saggi di indagine commissionati dalla SO.GEA.AL in concomitanza dei lavori di costruzione dell'ultimo ampliamento dell'aerostazione, fermo restando che ai sensi di quanto specificato nel Capitolato Tecnico Prestazionale al Capo II, articolo 16, paragrafo 2, sarà onere della impresa aggiudicataria quello di far redigere idoneo progetto esecutivo che preveda la dettagliata analisi ed elaborazione dei temi sotto richiamati:

- 2.1. relazione geologica, comprendente, sulla base di specifiche indagini geologiche:
 - 2.1.1. identificazione delle formazioni presenti nel sito;
 - 2.1.2. studio dei tipi litologici, della struttura e dei caratteri fisici del sottosuolo;
 - 2.1.3. definizione del modello geologico del sottosuolo;
 - 2.1.4. illustrazione e caratterizzazione degli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici;
 - 2.1.5. definizione del livello di pericolosità geologica;
- 2.2. relazioni idrologica e idraulica, riguardanti:
 - 2.2.1. studio delle acque meteoriche, superficiali e sotterranee;
 - 2.2.2. calcoli preliminari relativi al dimensionamento dei manufatti idraulici;
 - 2.2.3. indicazione delle fonti dalle quali provengono gli elementi elaborati ed i procedimenti usati nella elaborazione per dedurre le grandezze di interesse;
- 2.3. relazione sulle strutture, comprendente:
 - 2.3.1. descrizione delle tipologie strutturali e degli schemi e modelli di calcolo;
 - 2.3.2. definizione dell'azione sismica in considerazione delle condizioni stratigrafiche e topografiche, coerentemente con i risultati delle indagini e delle elaborazioni riportate nella relazione geotecnica;
 - 2.3.3. definizione dei criteri di verifica da adottare per soddisfare i requisiti di sicurezza previsti dalla normativa tecnica vigente per la costruzione delle nuove opere o per gli interventi sulle opere esistenti;
 - 2.3.4. specifica relazione, in caso di opere esistenti, inerente la valutazione dello stato di fatto dell'immobile, basata su adeguate indagini relative ai materiali ed alle strutture, con valutazione della sicurezza del manufatto anche in relazione allo stato di eventuali dissesti;
- 2.4. relazione geotecnica, comprendente:
 - 2.4.1. definizione, alla luce di specifiche indagini e in funzione del tipo di opera e delle modalità costruttive, del modello geotecnico del volume del terreno influenzato, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e influenzante il comportamento del manufatto stesso;
 - 2.4.2. illustrazione dei procedimenti impiegati per le verifiche geotecniche, per tutti gli stati limite previsti dalla normativa tecnica vigente, relativi al rapporto del manufatto con il terreno, e della risposta sismica locale;
 - 2.4.3. illustrazione delle indagini effettuate, dei procedimenti adottati e dei risultati ottenuti;

Si riportano pertanto di seguito le Indagini geognostiche finalizzate al progetto di ristrutturazione dell'aerostazione passeggeri (in area attigua a quella oggetto dell'appalto) commissionato dalla SO.GEA.AL nel 1999 consistenti in:

- Relazione Geologica ed Idrogeologica a firma dal Dott. Geol. Maddalena Moroso
- Indagine geofisica (sismica a rifrazione) a firma del Dott. Geol. Luciano Puddu
- Relazione geotecnica a firma dell'Ing. Antonio Sanna
- Sondaggi e prove penetrometriche e sismiche a rifrazione eseguite dalla ditta GEOTER di Sassari

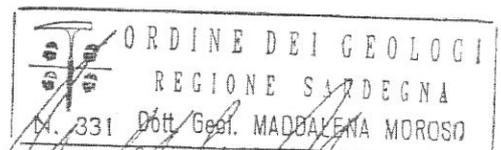
RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

STUDIO GEOLOGICO
Dott. Geol. Maddalena Moroso
Via Municipale, 40 - 07040 Tissi (SS)
tel. 079 388580

SO.GE.A.AL. S.p.A.
Società di Gestione Aeroporti Algheresi
Aeroporto Alghero-Fertilia
07040 ALGHERO
Tel. / Fax 079 388580 - Cod. Sita AH00AXH
P. IVA 07625090903

RELAZIONE GEOLOGICA
E
IDROGEOLOGICA

11 maggio 1999



OGGETTO: INCARICO PROFESSIONALE - INDAGINI GEOGNOSTICHE AI SENSI DEL D.M. 11.03.1988 PER STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOTECNICO FINALIZZATO AL PROGETTO DI RISTRUTTURAZIONE DELL'AEROSTAZIONE PASSEGGERI

LOCALITA': AEROPORTO ALGHERO - FERTILIA (SS)

COMMITTENTE: SO.GEA.AL.

PROGETTISTI: S.E.A. - D.N.C.I.

RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA

1. – PREMESSA

Su incarico della Spett.le Ditta SO.GEA.AL., la sottoscritta Dott. Geol. Maddalena Moroso, iscritta all'Ordine dei Geologi della Sardegna al n°331, ha eseguito uno studio geologico e idrogeologico finalizzato al progetto di ristrutturazione dell'aerostazione passeggeri Alghero - Fertilia (SS).

Tale lavoro è stato eseguito, in ottemperanza del D.M. 11.03.88, secondo le seguenti fasi:

- analisi della geologia ufficiale;
- fotointerpretazione;
- sopralluogo nell'area in esame;
- studio geologico - strutturale di un ampio intorno dell'area in studio;

La geologia dell'area oggetto di studio è stata dedotta sulla base dei dati bibliografici disponibili a dal rilevamento di campagna, tale rilevamento è stato realizzato utilizzando come base topografica la tavoletta F° 458 sez. Il "SANTA MARIA LA PALMA" in scala 1:25.000, non essendo disponibile una base cartografica a scala minore in modo da poter avere un maggiore dettaglio.

I dati idrologici sono riferiti alla stazione meteorologica di Alghero (7.00 metri s.l.m.)

2. DESCRIZIONE DEL SITO E DEL PROGETTO

Geograficamente il sito è inquadrabile nel F° 458 Sez. Il "SANTA MARIA LA PALMA" scala 1:25.000 (I.G.M.). In particolare, il sito, è ubicato a circa 30 Km a ovest - sud ovest dal centro abitato di Sassari, ed è raggiungibile percorrendo la strada statale n° 291 sino all'altezza del Km 24.500, per poi deviare verso sud. L'area in esame si presenta subpianeggiante, con una quota media di circa 22 metri s.l.m.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'area oggetto di studio è situata nella Sardegna nord occidentale, nella regione denominata "Nurra", i principali lineamenti geologici caratterizzanti l'area in esame possono essere letti nell'ambito di una più vasta ottica regionale.

Tale zona si inserisce in prossimità di quella estesa area della Sardegna sede di intensi e duraturi processi strutturali i quali portarono tra l'oligocene superiore ed il miocene inferiore, all'apertura della "Fossa Sarda", con la formazione di una estesa depressione tettonica diretta nord-sud, sede di importanti processi vulcanici e sedimentari.

In tale area questa fase tettonica non ha portato alla formazione dei depositi sedimentari marini e/o vulcanici terziari, ma si è esplicata con una serie di discontinuità strutturali che hanno portato alla fratturazione del basamento mesozoico costituito da un'alternanza di calcari e dolomie, tali discontinuità sono state riattivate durante gli ultimi eventi tettonici di età plio-quadernaria, con conseguenze morfologiche tuttora evidenti.

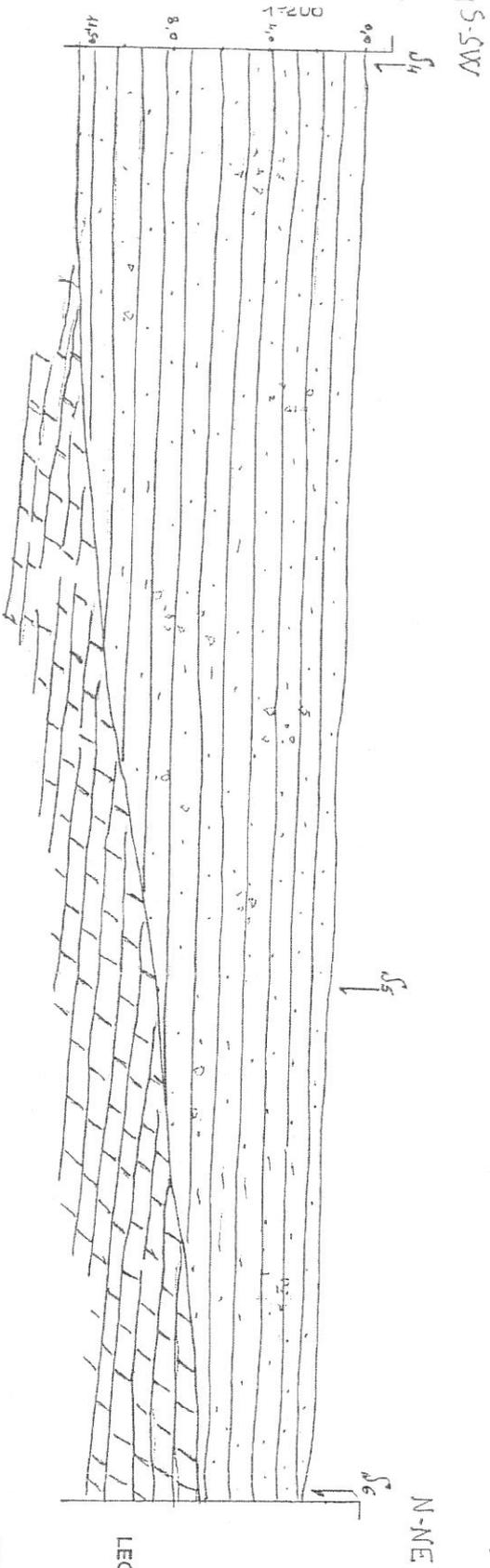
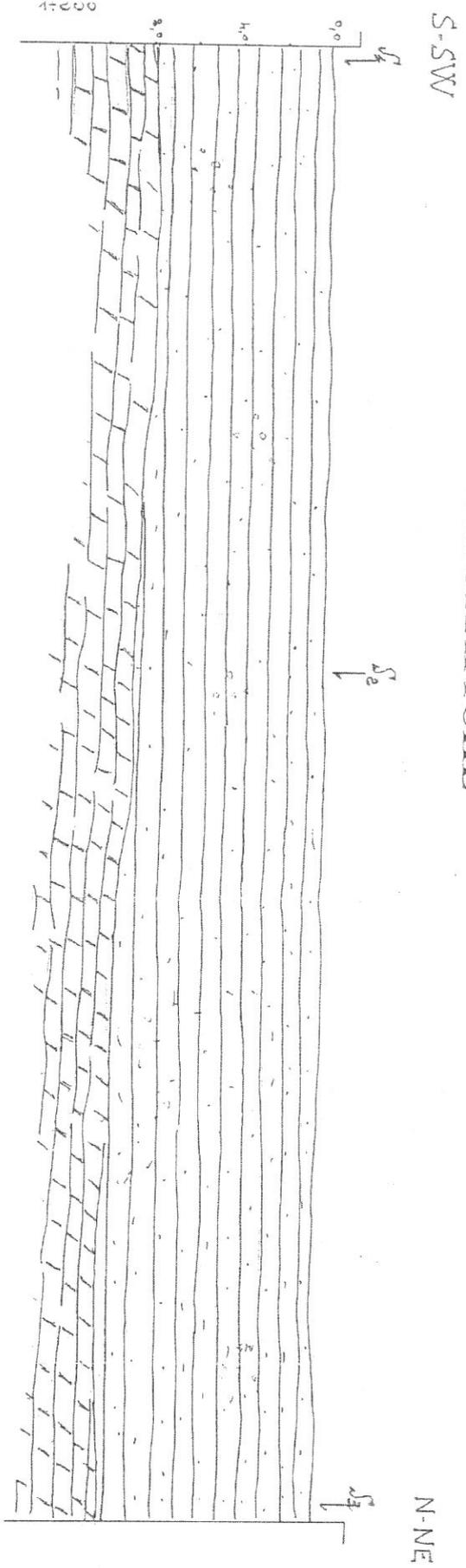
Il quaternario è caratterizzato sia dalla fase tettonica di tipo distensiva sia dalle grandi variazioni climatiche, che nell'area in esame hanno dato luogo alla formazione di depositi fluviali, sempre in tale area sono presenti dei vasti depositi eolici.

4. LITOSTRATIGRAFIA LOCALE

4.a - giurese

Il substrato mesozoico costituito da dolomie del giurese non affiora all'interno dell'area in studio, ma è possibile osservare vari affioramenti in prossimità del sito; i sondaggi hanno evidenziato la presenza del substrato dolomitico a profondità variabile, da un massimo di 9.30 metri dal p.c. (S3) ad un minimo di 5.65 m dal p.c. (S6), in quest'ultimo sondaggio è stata individuata una cavità di tipo carsica riempita da prodotti di natura argillosa; nel sondaggio S4 il substrato non è stato individuato. L'irregolarità del substrato dolomitico è stata evidenziata anche dalle indagini sismiche.

SEZIONI STRATIGRAFICHE



LEGENDA

-  Copertura alluvionale costituita da
-  Alternanze di sabbie, ciottoli, limi, limi
-  Sabbiosi, argille limose, argille
-  Dolomia fratturata con presenza di cavità
-  Carsiche
-  S perforazione a carotaggio continuo

4.b - quaternario - recente

I depositi quaternari sono costituiti da prodotti di natura alluvionale derivanti dal trasporto fluviale per cui si ha una notevole variazione granulometrica sia in senso orizzontale che verticale. Al passaggio tra i sedimenti più sottili e il substrato spesso sono presenti dei detriti ciottolosi subarrotondati, la cui natura riflette la geologia dell'intero settore della Nurra. Talora sono presenti dei livelli sabbiosi medio fini ben gradati tipici del trasporto eolico.

Nel sondaggio S6 è presente un paleosuolo ad una profondità di 2.50 metri dal p.c. con uno spessore di circa 30 cm; ciò sta ad indicare le variazioni piuttosto frequenti degli ambienti deposizionali. Lo spessore medio dei depositi alluvionali è di circa 9 metri.

Nell'area in cui deve essere ubicata l'opera in progetto non si individua la presenza del suolo, perché la copertura più superficiale è stata asportata in precedenza durante la realizzazione delle infrastrutture inerenti all'attività aeroportuale.

Riassumendo dall'alto verso il basso la stratigrafia locale, si ha:

- alluvioni antiche e recenti, paleosuolo (quaternario - recente);
- dolomia fratturata (giurese);

5. LINEAMENTI GEOSTRUTTURALI

Il quadro strutturale del settore in esame e dell'intera area nord occidentale della Sardegna, è caratterizzato dalla presenza di due sistemi di fratture, uno principale, diretto N - S, e quello secondario diretto E - W.

L'ultima fase tettonica, di età plio - quaternaria ha riattivato le antiche linee di fratture, oltre a creare un nuovo sistema di discontinuità tettoniche dirette ortogonalmente al precedente. In corrispondenza dell'area in esame le linee di discontinuità non sono direttamente osservabili.

6. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI GENERALI

La morfologia del settore nord occidentale della Sardegna è funzione delle caratteristiche chimico fisiche del basamento, della tettonica plio-quaternaria e delle grandi variazioni climatiche che hanno condizionato il quaternario nell'intera Isola.

Ad una vasta area subpianeggiante si contrappongono dei rilievi caratterizzati da una morfologia dolce (M. La Giorba 224 m s.l.m.; M. Istidu 161 m s.l.m.; M. Las Piccas 116 m s.l.m.), ubicati ad ovest dell'area in studio.

7. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI LOCALI

L'area interessata dal progetto in oggetto presenta una superficie topografica subpianeggiante, con un'altezza media di circa 22 metri s.l.m., la morfologia naturale del sito è stata obliterata da una serie di interventi antropici inerenti sia alla costruzione dell'aeroporto e delle infrastrutture ad esso annesse, sia dall'opera di bonifica eseguita nella prima metà del secolo.

8. CLIMATOLOGIA

Per quanto riguarda i valori climatologici sono stati utilizzati quelli della stazione climatologica di Alghero (7 metri s.l.m.), che meglio rispecchia i caratteri climatologici dell'area in esame; i dati esaminati sono la media mensile, stagionale e annua delle precipitazioni espresse in mm di H₂O e i valori massimi, minimi e medi mensili della temperatura espressi in °C sulla base delle osservazioni giornaliere nel periodo compreso tra il 1924 e il 1950.

Il valore medio delle precipitazioni e quindi dell'afflusso meteorico è di 696.8 mm di H₂O con una deviazione standard di ± 25 mm.

Il regime pluviometrico è caratterizzato da precipitazioni irregolari, concentrate in particolare nel periodo autunnale e invernale, infatti in tale periodo si rileva oltre i 2/3 delle precipitazioni meteoriche annue, mentre nei mesi estivi si verifica la massima aridità, così come si può notare dalle tabelle allegate.

La distribuzione delle precipitazioni è piuttosto irregolare, il valore massimo si ha nel mese di dicembre con 119.2 mm di H₂O, mentre il mese più arido è quello di luglio con 3.00 mm di H₂O; per quanto riguarda il numero dei giorni piovosi mensili il valore massimo si ha appunto nel mese di

dicembre ed il valore minimo in corrispondenza del mese di luglio, nel complesso il valore totale annuo delle precipitazioni meteorologiche si trova al disopra della media regionale.

Per quanto riguarda le temperature i valori massimi si registrano durante la stagione estiva e in particolare nel mese di luglio, con un valore di 28.2 °C, mentre i valori minimi si hanno in corrispondenza della stagione invernale, di cui il mese più freddo è quello di gennaio con 5.7 C°.

tab.1 - precipitazioni medie mensili e annue in mm H₂O
(Stazione di Alghero)

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
84,4	66,9	59,9	50,6	45,7	9,0	3,0	10,8	50,2	84,7	112,4	119,2	696,8

tab.2 - precipitazioni medie stagionali in mm H₂O
(Stazione di Alghero)

A	I	P	E	Anno
247,3	270,5	156,2	22,8	696,8

tab.3 - temperatura massima in °C
(Stazione di Alghero)

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
12.3	12.6	14.9	17.5	21.3	25.9	28.0	27.0	25.9	21.9	17.3	13.3

tab.4 - temperatura minima in °C
(Stazione di Alghero)

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
5.7	6.0	7.1	9.4	12.2	16.1	18.2	18.3	16.6	13.6	9.9	6.6

tab.5 - temperatura media in °C
(Stazione di Alghero)

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
9.0	9.3	11.0	13.45	16.75	21.0	23.1	22.65	21.25	17.75	13.6	9.95

I dati pluviometri relativi agli ultimi decenni non sono disponibili. Per quanto riguarda la stazione pluviometrica dell'aeroporto di Fertilia sono stati forniti i dati pluviometrici mensili per l'anno 1997 e 1998; dall'esame di questi dati si osserva la eccezionalità dell'evento pluviometrico nel mese di novembre del 1997 che raggiunge un valore di complessivo di 215.4 mm di H₂O, con valori massimi giornalieri di 31.8 e 35.2 mm di H₂O rispettivamente nei giorni 19 e 22.

Inoltre si segnala la prevalenza dei venti provenienti dal quadrante nord occidentale.

9. IDROGEOLOGIA

Lo studio idrogeologico del settore in esame è basato sull'analisi dei vari fattori che influenzano la dinamica della circolazione idrica sotterranea e superficiale.

I fattori che regolano l'idrografia sotterranea e superficiale sono la geologia, la struttura e la giacitura delle varie litologie affioranti, nonché la morfologia, la climatologia e la vegetazione, altro fattore che può influenzare l'infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo o facilitare lo scorrimento superficiale sono le opere antropiche.

L'intero settore su cui insiste l'aeroporto è stato oggetto di alcuni interventi di bonifica che hanno portato alla realizzazione di alcuni canali di drenaggio e alla variazione più o meno parziale di alcuni corsi d'acqua. Il sito in cui insiste l'opera in progetto ricade all'interno di un piccolo bacino idrografico superficiale formato da un canale artificiale affluente del Rio Filiberto, tributario del Rio Barca.

La geologia del bacino idrografico superficiale in esame è costituita dai depositi alluvionali caratterizzati da una variazione granulometrica sia in senso orizzontale che verticale, con una prevalenza dei sedimenti sottili (limi e/o argille) che determinano una riduzione della permeabilità.

Mentre per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea questa avviene in particolare lungo le fratture che interessano il substrato calcareo dolomitico; in particolare è stata rilevata la presenza di una falda profonda, circa 220 m dal p.c., come è stato indicato dall'esame di alcuni pozzi situati nell'area in studio, di cui 2 sono ubicati nell'area individuata per la realizzazione dell'opera in progetto; il pozzo 1 viene utilizzato per i servizi aeroportuali, da cui viene emunto un quantitativo d'acqua pari a 70/80 m³/giorno, il livello statico misurato in questo pozzo indica una profondità di circa 13.30 metri dal p.c.; il pozzo 2 ubicato a poca distanza dal primo è collegato al servizio antincendio, perciò l'acqua viene emunta solamente nelle situazioni di emergenze, per tale pozzo non è stato possibile misurare il livello della falda, ma probabilmente si tratta della stessa falda del pozzo 1, per cui la profondità dal p.c. non sarà molto dissimile da quella del pozzo 1. Non esiste una stratigrafia dei due pozzi.

Durante i sondaggi non è stata evidenziata la presenza di eventuali falde superficiali.

La presenza di una vasta area subpianeggiante riduce lo scorrimento superficiale a vantaggio dell'infiltrazione, sebbene questa sia piuttosto lenta soprattutto in casi di precipitazioni meteoriche molto intense.

9. IDROGEOLOGIA

Lo studio idrogeologico del settore in esame è basato sull'analisi dei vari fattori che influenzano la dinamica della circolazione idrica sotterranea e superficiale.

I fattori che regolano l'idrografia sotterranea e superficiale sono la geologia, la struttura e la giacitura delle varie litologie affioranti, nonché la morfologia, la climatologia e la vegetazione, altro fattore che può influenzare l'infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo o facilitare lo scorrimento superficiale sono le opere antropiche.

L'intero settore su cui insiste l'aeroporto è stato oggetto di alcuni interventi di bonifica che hanno portato alla realizzazione di alcuni canali di drenaggio e alla variazione più o meno parziale di alcuni corsi d'acqua. Il sito in cui insiste l'opera in progetto ricade all'interno di un piccolo bacino idrografico superficiale formato da un canale artificiale affluente del Rio Filiberto, tributario del Rio Barca.

La geologia del bacino idrografico superficiale in esame è costituita dai depositi alluvionali caratterizzati da una variazione granulometrica sia in senso orizzontale che verticale, con una prevalenza dei sedimenti sottili (limi e/o argille) che determinano una riduzione della permeabilità.

Mentre per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea questa avviene in particolare lungo le fratture che interessano il substrato calcareo dolomitico; in particolare è stata rilevata la presenza di una falda profonda, circa 220 m dal p.c., come è stato indicato dall'esame di alcuni pozzi situati nell'area in studio, di cui 2 sono ubicati nell'area individuata per la realizzazione dell'opera in progetto; il pozzo 1 viene utilizzato per i servizi aeroportuali, da cui viene emunto un quantitativo d'acqua pari a 70/80 m³/giorno, il livello statico misurato in questo pozzo indica una profondità di circa 13.30 metri dal p.c.; il pozzo 2 ubicato a poca distanza dal primo è collegato al servizio antincendio, perciò l'acqua viene emunta solamente nelle situazioni di emergenze, per tale pozzo non è stato possibile misurare il livello della falda, ma probabilmente si tratta della stessa falda del pozzo 1, per cui la profondità dal p.c. non sarà molto dissimile da quella del pozzo 1. Non esiste una stratigrafia dei due pozzi.

Durante i sondaggi non è stata evidenziata la presenza di eventuali falde superficiali.

La presenza di una vasta area subpianeggiante riduce lo scorrimento superficiale a vantaggio dell'infiltrazione, sebbene questa sia piuttosto lenta soprattutto in casi di precipitazioni meteoriche molto intense.

L'analisi della climatologia locale mette in evidenza una situazione tipica dell'intera isola, infatti le precipitazioni meteoriche sono concentrate nel periodo tardo autunnale e invernale, spesso hanno un carattere temporalesco, anche se il valore totale annuo delle precipitazioni pluviometriche, 696.8 mm di H₂O, è al disopra dei valori medi annui riferiti alla maggior parte delle stazioni meteorologiche della Sardegna.

Per quanto riguarda il bacino idrografico sotteso a valle del sito in studio non è stato possibile individuare eventuali eventi di piena che in passato possano aver interessato il sito in oggetto, sia in base ai dati bibliografici sia sulla base dei dati rinvenuti direttamente in situ.

Dall'analisi dell'insieme di tutti questi fattori si può presupporre l'esistenza di uno scorrimento superficiale lento e una permeabilità variabile legata alla variabilità dei depositi alluvionali; la circolazione idrica sotterranea avviene all'interno del substrato calcareo dolomitico fratturato.

Per il calcolo del tempo di corrivazione (t_c) del bacino idrografico in esame, caratterizzato da una modesta estensione (0.0141 Km²), sono stati considerati i seguenti parametri:

Area bacino idrografico (A) =	0.0141 km ²
Lunghezza asta principale (L) =	0.500 Km
Pendenza (i) =	< 1 %
Quota max (H _{max}) =	25 m s.l.m.
Quota min (H _{min}) =	20 m s.l.m.
Diff. quota (ΔH) =	5 m
Altezza media bacino (H _{med}) =	22.5 m s.l.m.

Il tempo di corrivazione $t_c = 0.323$ h

Per determinare dell'altezza totale della precipitazione (h) che produce l'evento di piena, viene usata la curva di possibilità pluviometrica, in questo caso si fa riferimento alle curve di possibilità pluviometrica riferite alla Sardegna e messe a punto dall'Università di Cagliari.

$h = 0,0289$ (m)

Se si assume come tempo di ritorno (T) 50 anni, si ha una probabilità (P) che tale evento si verifichi in misura pari al 98%:

$$P = \frac{T-1}{T} = \frac{50-1}{50} \cdot 100 = 98\%$$

11. CONCLUSIONI

L'area in esame è ubicata in corrispondenza dei depositi alluvionali quaternari e recenti che ricoprono il substrato calcareo dolomitico del giurese, le alluvioni hanno caratteristiche granulometriche variabili sia in senso orizzontale che verticale e uno spessore medio di circa 9.00 metri.

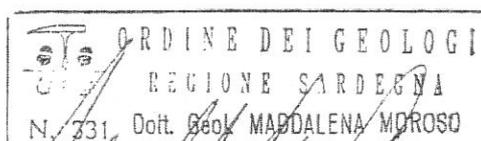
La morfologia in generale è condizionata dalla tettonica e dai grandi eventi climatologici che hanno interessato l'isola durante il quaternario, che hanno favorito i processi di alterazione e il successivo trasporto delle litologie alterate; in particolare la morfologia del sito è stata modificata da numerosi interventi antropici, il sito è caratterizzato da una superficie topografica subpianeggiante con un'altezza media di circa 22.00 metri s.l.m.

L'idrografia è caratterizzata da un reticolo idrografico superficiale mediamente sviluppato, di cui l'unità idrografica principale è costituita dal Rio Barca. In corrispondenza del sito non si osserva la presenza di falde superficiali; la circolazione idrica sotterranea è limitata al substrato calcareo dolomitico fratturato.

In particolare il sito in esame ricade all'interno di un piccolo bacino idrografico costituito da un canale artificiale; questo bacino idrografico è caratterizzato da una acclività minima, ciò determina una prevalenza dell'infiltrazione rispetto allo scorrimento superficiale

11 maggio 1999

Il professionista



Maddalena Moroso

INDAGINE GEOFISICA

SO.GE.A.AL

AMPLIAMENTO DEL TERMINAL

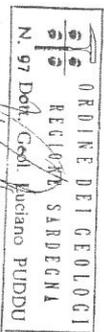
SO.GE.A.AL. S.P.A.
Società di Gestione Aeroporti Alghero-
Fertilia
Aeroporto di Fertilia, Fertilia
07013
Tel./fax. P. Verde 0165359797/23

INDAGINE GEOFISICA

sismica a rifrazione

GEOTER – Ingegneria del territorio
SASSARI

dot. geol. Luciano Puddu
vico Gallus 10 - tel. 079-846305
09047 SELARGIUS



Scopi dell'indagine

Scopo generale dell'indagine geofisica effettuata è stato quello di quantificare la velocità di propagazione delle onde sismiche longitudinali (V_p) dei rifrattori presenti nell'area d'indagine e di individuarne le caratteristiche fisiche e meccaniche, nonché quello di consentire una più corretta ricostruzione stratigrafica tra i sondaggi geognostici.

In particolare lo studio ha consentito la valutazione dello spessore della coltre dei terreni di copertura e il loro grado di compattazione, nonché lo stato di alterazione delle rocce costituenti il bed-rock e la loro continuità nell'area interessata dallo studio.

Localizzazione dell'indagine

L'area interessata dalle indagini è localizzata nell'ambito dei piazzali e del parcheggio dell'aeroporto di Alghero-Fertilia.

PROSPEZIONE SISMICA

L'esecuzione della prospezione sismica ha comportato la levata di n° 3 (tre) profili sismici a rifrazione disposti ad investigare i terreni interessati dalla realizzazione di un nuovo edificio.

Basi sismiche a rifrazione

Le due basi sismiche sono state rilevate predisponendo un allineamento di 12 geofoni, interspaziati di 5 metri, e n° 5 (cinque) punti di energizzazione per la generazione delle onde elastiche.

La scelta di questa configurazione dei dispositivi per la levata sismica è stata fatta in funzione della profondità da conseguire con l'indagine e della situazione logistica locale che poneva limitazioni all'estensione lineare dell'investigazione.

Tutto il sistema energizzazione-ricezione è stato collegato ad un apposito apparecchio di registrazione che ha provveduto all'analisi degli impulsi sismici provenienti dai geofoni e alla loro registrazione.

Per la levata sismica è stato impiegato un registratore sismografico EG&G Geometrics 1225 che consente la registrazione simultanea degli impulsi sismici su 12 canali nonché l'acquisizione di più segnali (sommatore di segnale) per una migliore definizione dell'onda sismica ed un più facile riconoscimento dei disturbi occasionali.

La registrazione, della durata di 500 millisecondi, è avvenuta su carta termosensibile e, mediante un software dedicato, anche su un apposito supporto magnetico tramite un computer collegato al registratore.

La fonte di energia sismica è stata ottenuta mediante l'impiego di un cannone a scoppio di cartucce del cal. 8 ind., generata sul terreno l'onda elastica necessaria alla creazione di onde sismiche i cui tempi di arrivo a ciascun apparecchio di ricezione sono registrati dal sismografo.

Nei disegni allegati, che costituiscono il prodotto finale dell'indagine, sono rappresentati i risultati dell'interpretazione di ciascun profilo sismico, con rappresentazione in scala variabile secondo la profondità dell'ultimo rifratore.

Più precisamente, sono illustrati, dal basso verso l'alto:

- la tavola con le variazioni della distribuzione delle velocità di propagazione delle onde elastiche longitudinali lungo il profilo investigato.
 - il profilo della superficie topografica e di quella dei rifrattori, con individuazione dello spessore del 1° strato;
 - la tavola con le dromocrome;
- Le velocità di propagazione delle onde elastiche longitudinali (V_p), rilevate durante l'investigazione, sono espresse in metri il secondo.

Esecuzione della levata sismica

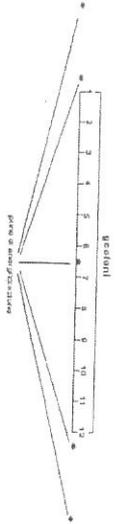
La levata sismica è stata effettuata, secondo lo stendimento tipo di seguito descritto.

Ciascuna base è costituita da un allineamento di 12 geofoni posti ad una distanza di 5 metri l'uno dall'altro, collegati tramite un cavo sismico ad un apposito ricevitore sismografico; la lunghezza totale di ciascuna base è stata di 55 metri.

L'energizzazione è ottenuta mediante lo sparo di una serie di cartucce del cal. 8 industriale effettuata in 5 differenti posizioni lungo l'allineamento dei geofoni.

schema della disposizione degli scoppi:

- 1 scoppio centrale tra i geofoni 6 e 7,
- 2 scoppi alle estremità, simmetrici, esterni, rispettivamente a 2,5 metri dai geofoni 1 e 12;
- 2 scoppi esterni, simmetrici, posti ad una distanza di 17,5 m dai geofoni 1 e 12.



La disposizione degli scoppi è stata prescelta in maniera tale da investigare gli orizzonti più superficiali con gli scoppi interni e quelli via via più profondi con quelli esterni.

Interpretazione dei risultati

I dati della levata sismica sono stati utilizzati per la costruzione delle dromocorone.

L'interpretazione è stata effettuata mediante l'impiego di un apposito software che, opportunamente guidato, ha anche provveduto alla misurazione dei tempi di arrivo dell'onda sismica a ciascun geofono.

L'elaborazione ha fornito, per ciascuna base sismica, gli atti interpretativi allegati al presente studio, dove sono rappresentati lo spessore e la velocità di propagazione dell'onda sismica per ciascun orizzonte individuato dall'indagine.

Nella ricerca della migliore correlazione tra i dati sismici e quanto individuato in fase di osservazione diretta, l'interpretazione dei dati è stata fatta in due distinte fasi: con la prima, cui corrispondono gli allegati dataset Base A2, Base B2 e Base C2, è stato valutato lo spessore della copertura superficiale, con la seconda fase, cui corrispondono gli allegati dataset Base A2, Base B2 e Base C2, l'interpretazione è stata indirizzata alla individuazione del rifratore profondo. Nel dettaglio, sono stati individuati i seguenti orizzonti:

BASE "A"

- coltre superficiale

È stata individuata la presenza di una coltre di materiale molto aereo, con spessore variabile da un minimo di circa 1 metro, in prossimità dei primi geofoni, sino a circa 8 metri nella parte terminale dello stendimento. La velocità di propagazione dell'onda sismica è di circa 500 m/s.

- 1° rifratore

È caratterizzato da una velocità di propagazione dell'onda sismica di 2.000 m/s; è correlabile alla presenza di un orizzonte di materiale litide.

BASE "B"

- coltre superficiale

Anche lungo questa base la coltre di materiale poco addensato si presenta con valori di $V_p = 500$ m/s; in questo caso lo spessore varia da circa 2 metri, nella porzione iniziale dello stendimento, sino a circa 6 metri nella porzione centrale.

- 1° rifratore

La velocità del 1° rifratore è di circa 1.500 m/s, con valutazioni uguali a quanto detto per la "Base A".

BASE "C"

- coltre superficiale

Anche lungo questa base la coltre di materiale poco addensato si presenta con valori di $V_p = 500$ m/s; in questo caso lo spessore varia da circa 2 metri, nella porzione iniziale dello stendimento, sino a circa 7 metri nella porzione terminale.

dott. Luciano Puddu
geolap

- 6 -

- 1° rifratore
La velocità del 1° rifratore è di circa 1.600 m/s, con valutazioni uguali a quanto detto per la "Base A".

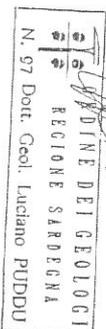
CONCLUSIONI

Sulla base dei risultati dell'indagine sismica, si può osservare che lo spessore della costra superficiale è alquanto variabile ma che la sua velocità è sempre compresa tra 500 e 600 m/s, indicative di terreni scarsamente addensati.

Per quanto riguarda i rifrattori, sono caratteristici quelli con velocità comprese tra 1.500 m/s e 2.000 m/s in quanto questa velocità potrebbe essere rappresentativa del substrato litoido. La differenza che si registra nella velocità del rifratore tra la base "A" e le basi "B" e "C" potrebbe essere da imputare al fatto che le basi sono disposte ortogonalmente tra loro e ciò evidenzia l'anisotropia del substrato, per altro imputabile alla presenza di fratture parallele o trasversali alla linea dello stendimento.

E' comunque da considerare che, per la lunghezza delle basi sismiche, l'investigazione ha interessato i terreni sino alla profondità di circa 20-25 m dal piano di campagna.

dott. geol. Luciano Puddu

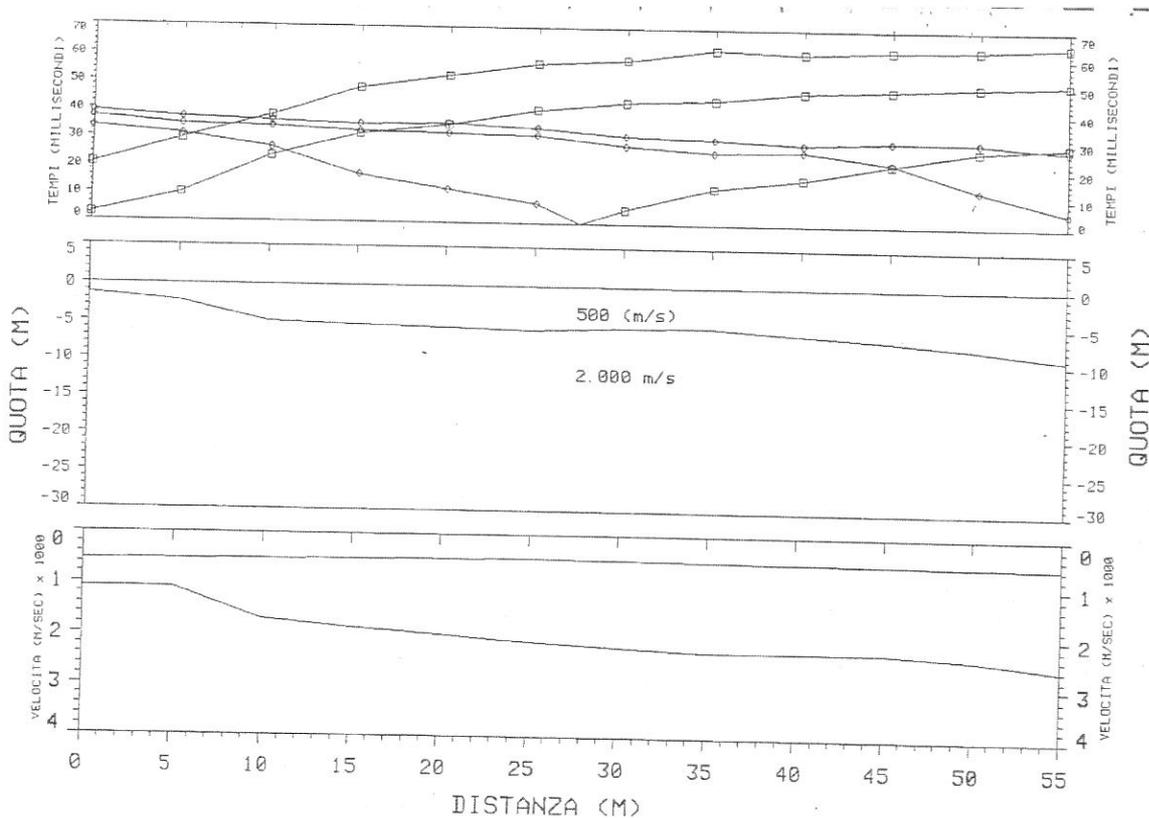


Cagliari, 7 maggio 1999

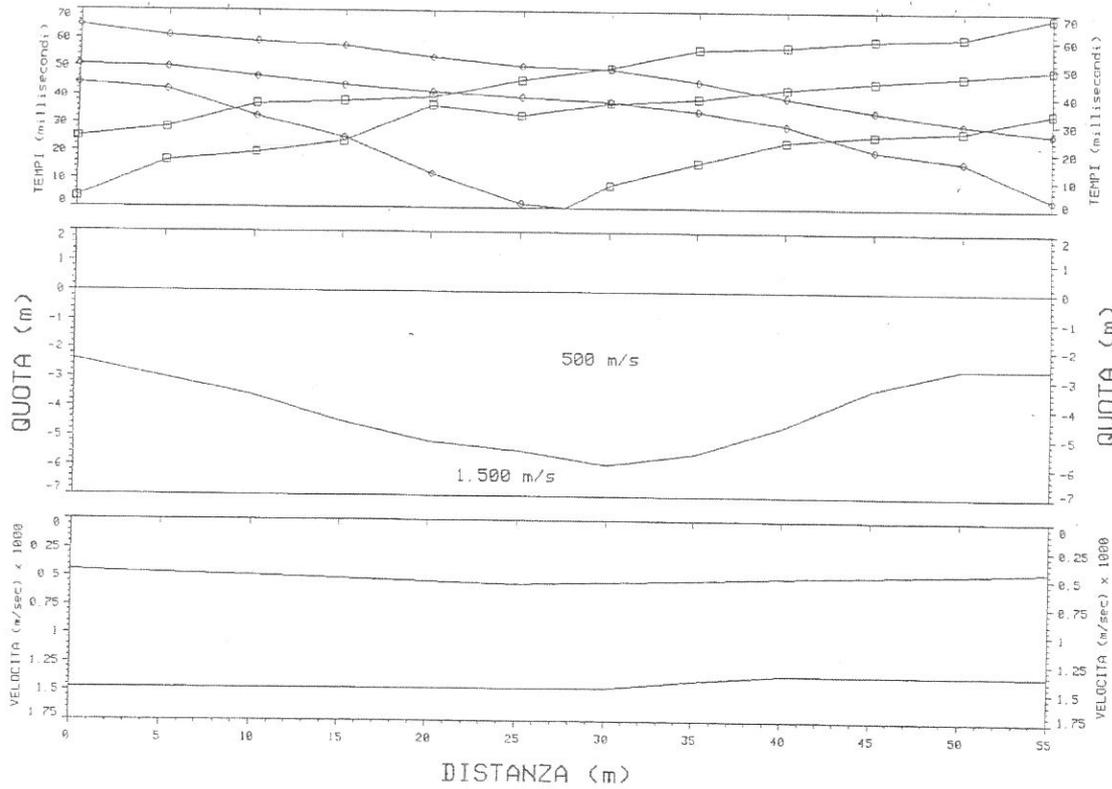
Sono allegati alla presente:

- n° 3 tavole relative all'interpretazione di ciascun profilo sismico
- n° 15 tavole con la registrazione dei sismogrammi

Vico Gallus 10 - 09047 SELARGIUS - Tel. 070/646305



for: GEOTER - SASSARI		ALGERO AEROPORTO Azimuth:
by: TECNOGED S.R.L. - CA -		
Data Set: BASE_A	Date: 06/05/1999	
Equipm.: EG40 ES-1225	Source: A	



for: GEOTER - SASSARI		ALGERO AEROPORTO Azimuth:
by: TECNOGEO s.r.l. - CA -		
Data Set: BASE_B2	Date: 05/05/1999	
Equipment: EG40 ES-1225	Spread: B	

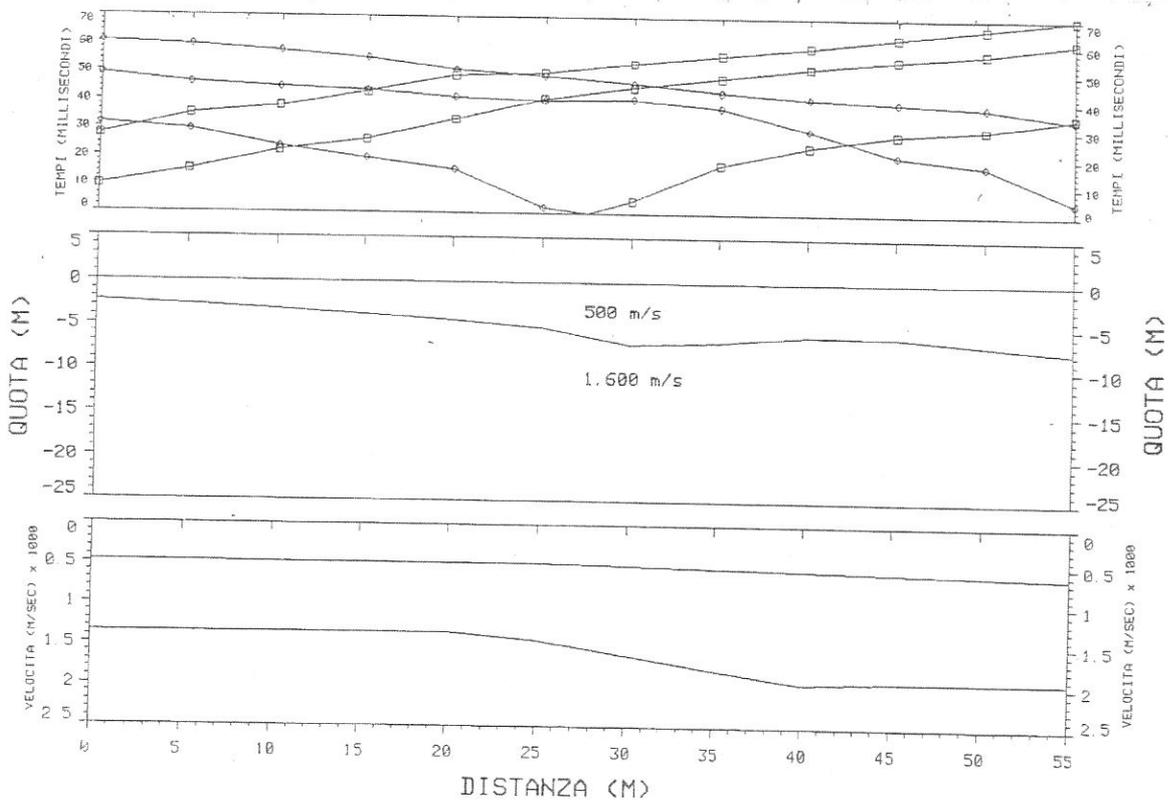
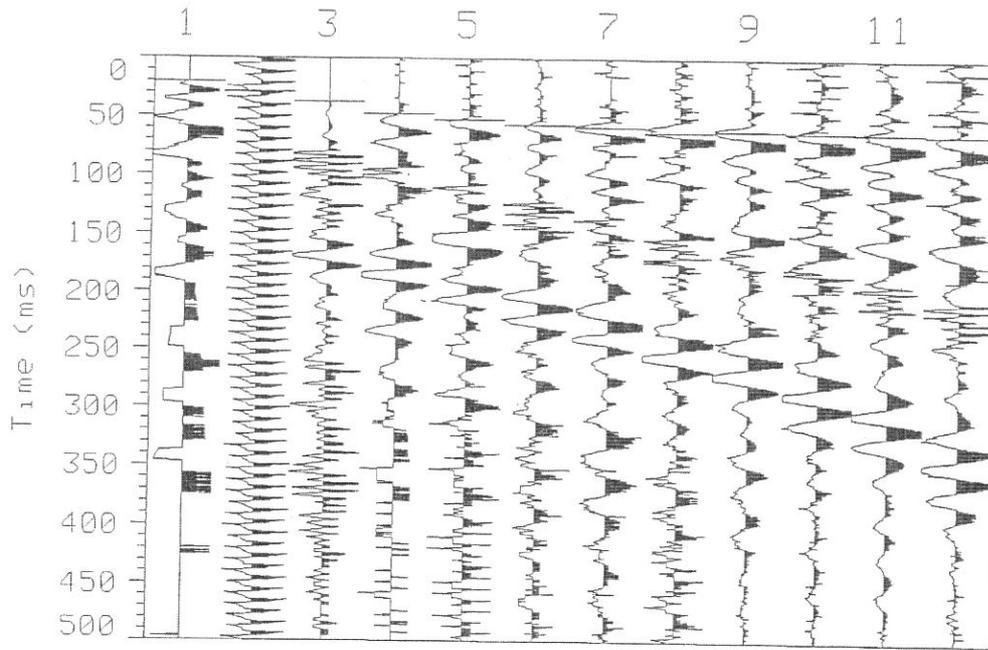
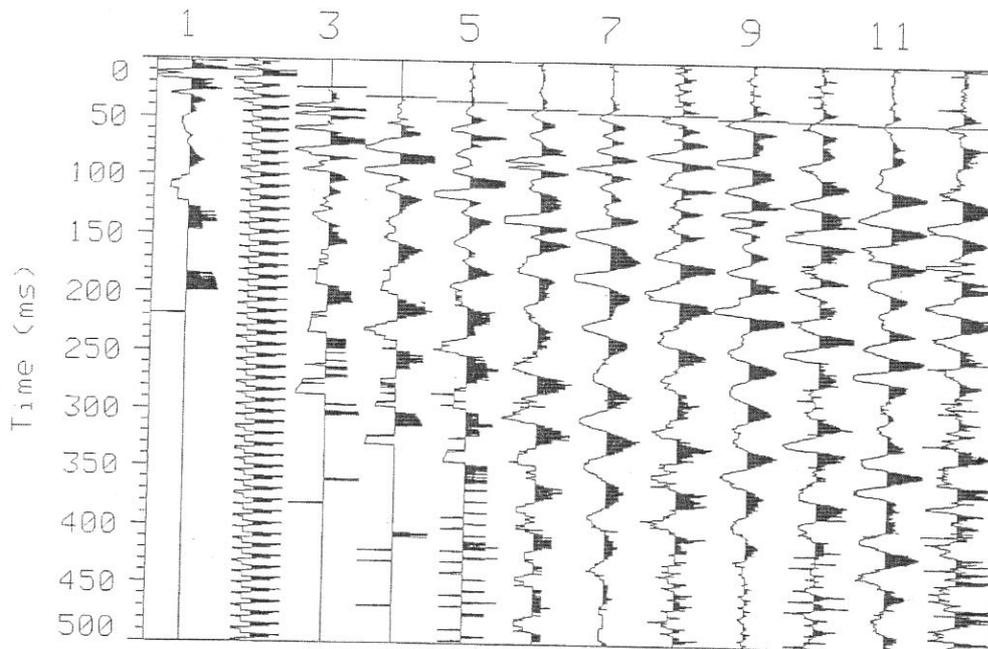


Plate: 10a

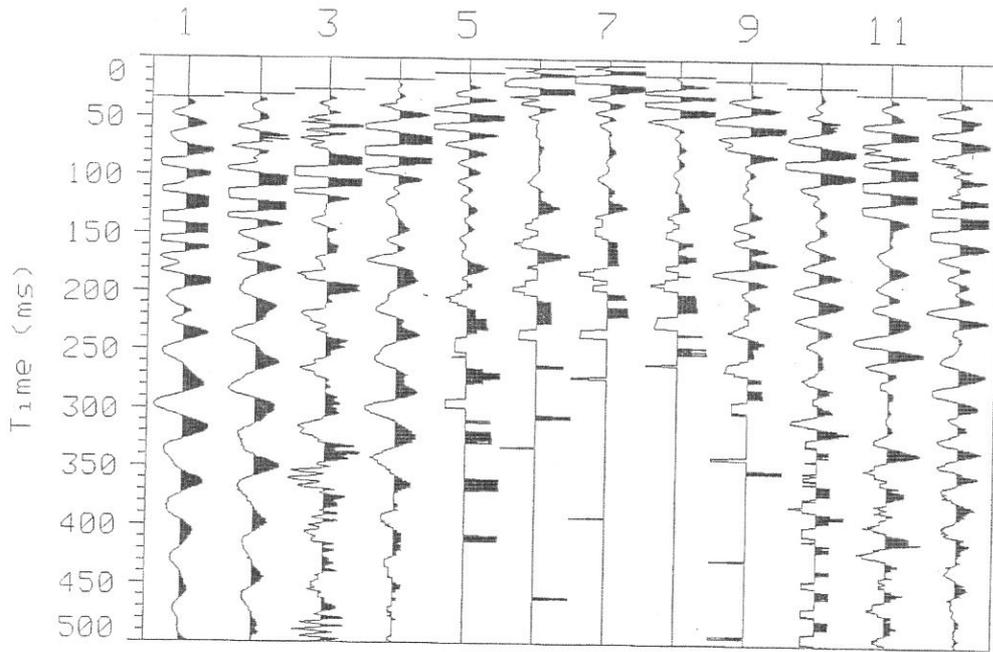
for: GEOTER - SASSARI		ALGERO AEROPORTO Azimuth:
by: TECNOGEO s.r.l. - CA -		
Data Set: BASE_C2	Date: 05/05/1999	
Equipment: EG40 ES-1225	Spread: C	



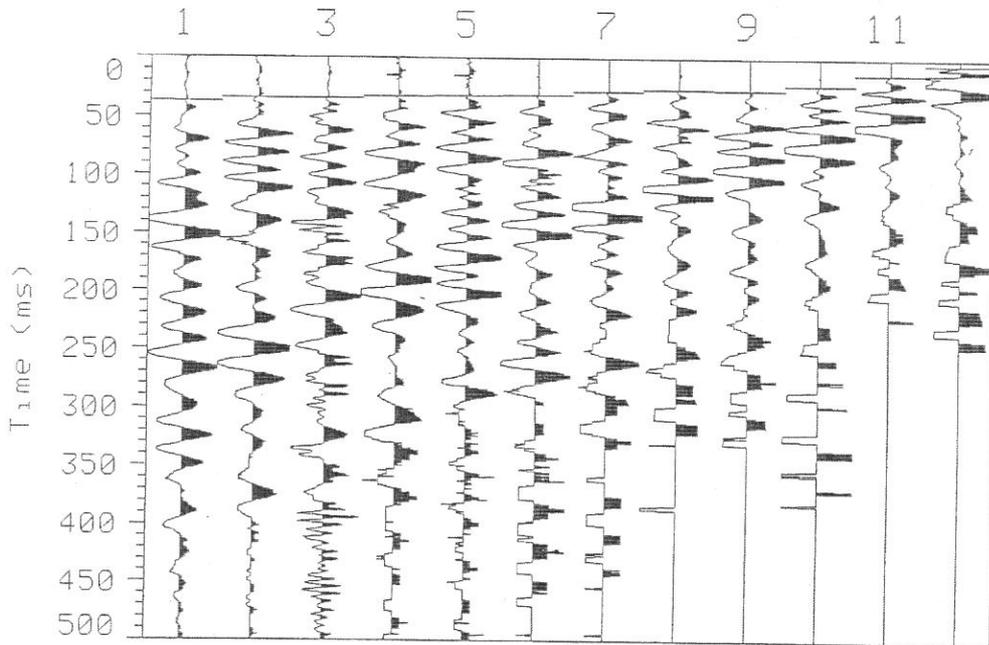
GEOTER - SASSARI		ALGHERO AEROPORTO	
TECNOGEO s.r.l. - CA -			
Spread: BASE	Date: 06/05/1999	Record ID: 406	Azimuth:
Equip: EG&C ES-1225	Location: -17		



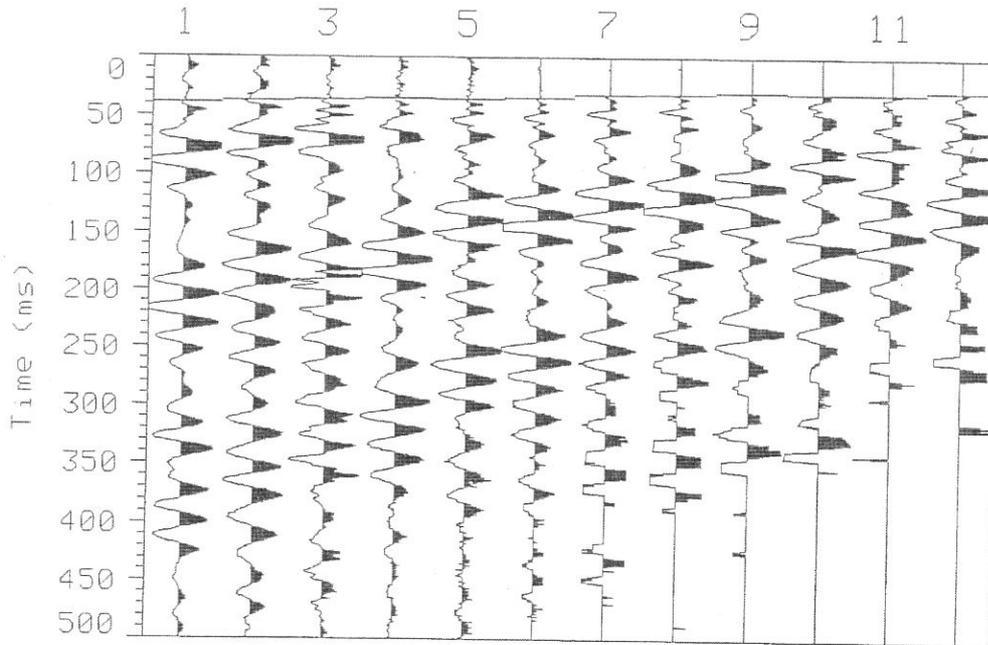
GEOTER - SASSARI		ALGHERO AEROPORTO	
TECNOGEO s.r.l. - CA -			
Spread: BASE	Date: 06/05/1999	Record ID: 407	Azimuth:
Equip: EG&C ES-1225	Location: -2.5		



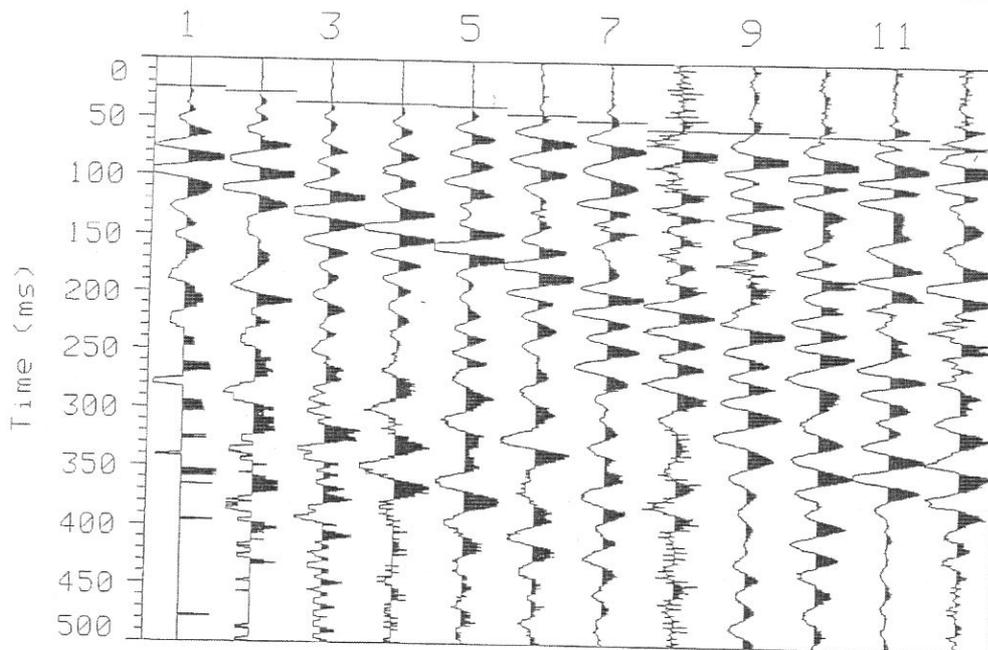
GEOTER - SASSARI		ALGHERO AEROPORTO	
TECNOGEO s.r.l. - CA -			
Spread: BASE	Date: 06/05/1999	Record ID: 408	Azimuth:
Equip: EC4G ES-1225	Location: 27.5		



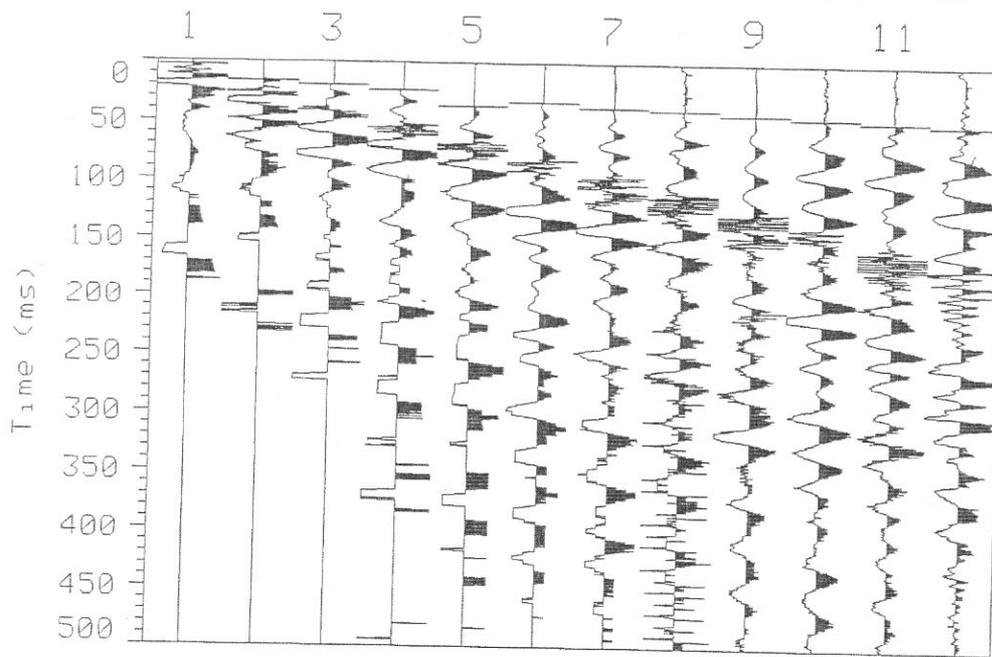
GEOTER - SASSARI		ALGHERO AEROPORTO	
TECNOGEO s.r.l. - CA -			
Spread: BASE	Date: 06/05/1999	Record ID: 409	Azimuth:
Equip: EC4G ES-1225	Location: 57.5		



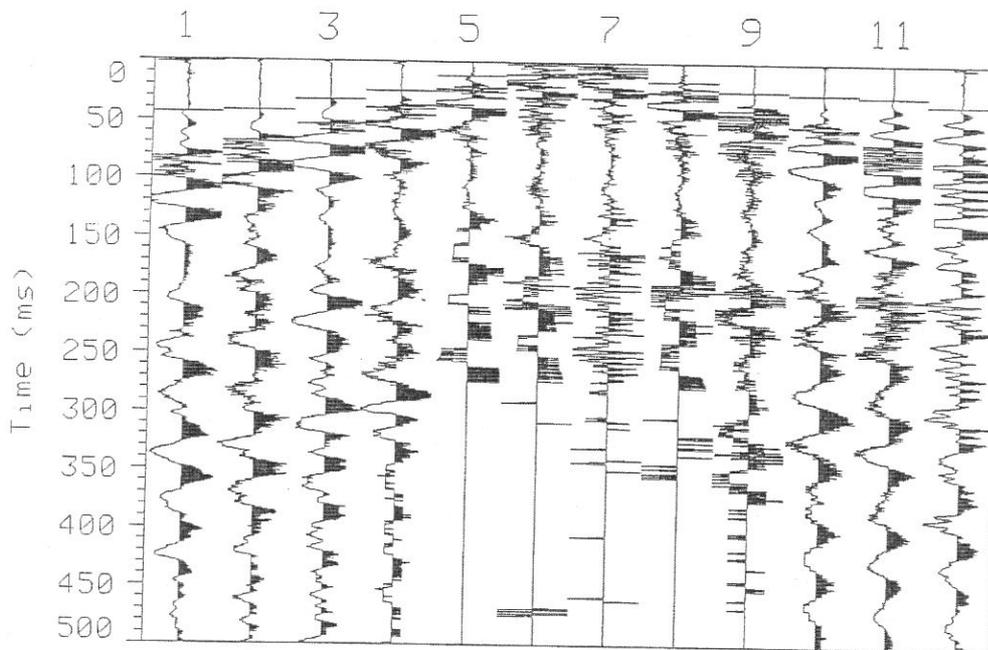
GEOTER - SASSARI		ALGHERO AEROPORTO	
TECNOGEO s.r.l. - CA -			
Storad: BASE	Date: 06/05/1999	Record ID: 41	Azimuth:
Equi: EG40 E6-1225	Location: 72.5		



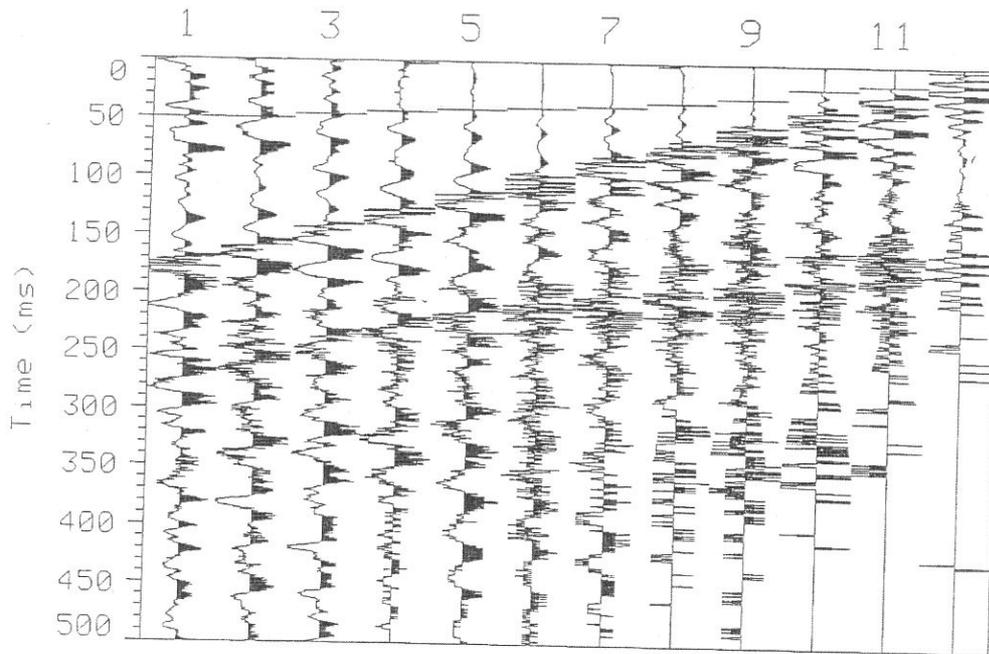
GEOTER - SASSARI		ALGHERO AEROPORTO	
TECNOGEO s.r.l. - CA -			
Storad: BASE_B	Date: 06/05/1999	Record ID: 0	Azimuth:
Equi: EG40 E6-1225	Location: -1?		



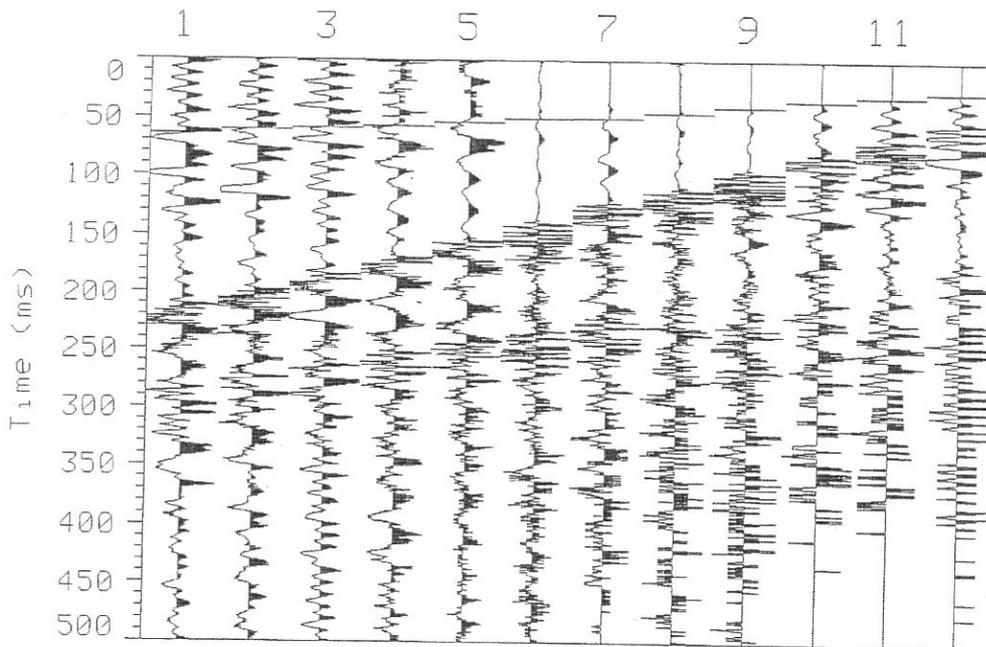
GEOTER - SASSARI		ALGHERO AEROPORTO	
TECNOGEO s.r.l. - CA -			
Spread: BASE_B	Date: 06/05/1999	Record ID: 0	Azimuth:
Equip: EGAG ES-1225	Location: -2.5		



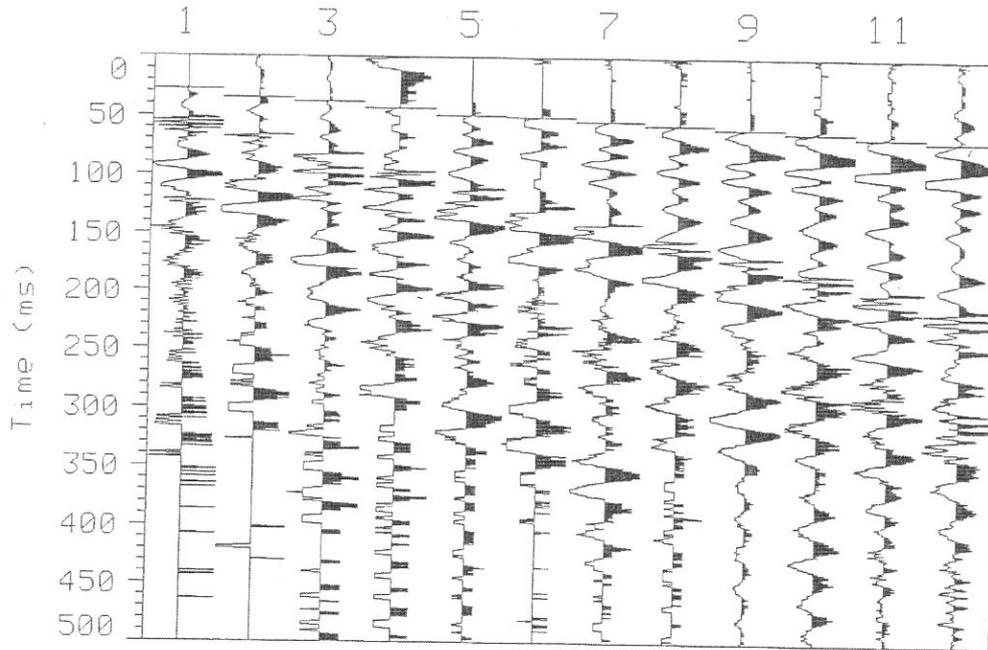
GEOTER - SASSARI		ALGHERO AEROPORTO	
TECNOGEO s.r.l. - CA -			
Spread: BASE_B	Date: 06/05/1999	Record ID: 0	Azimuth:
Equip: EGAG ES-1225	Location: 27.5		



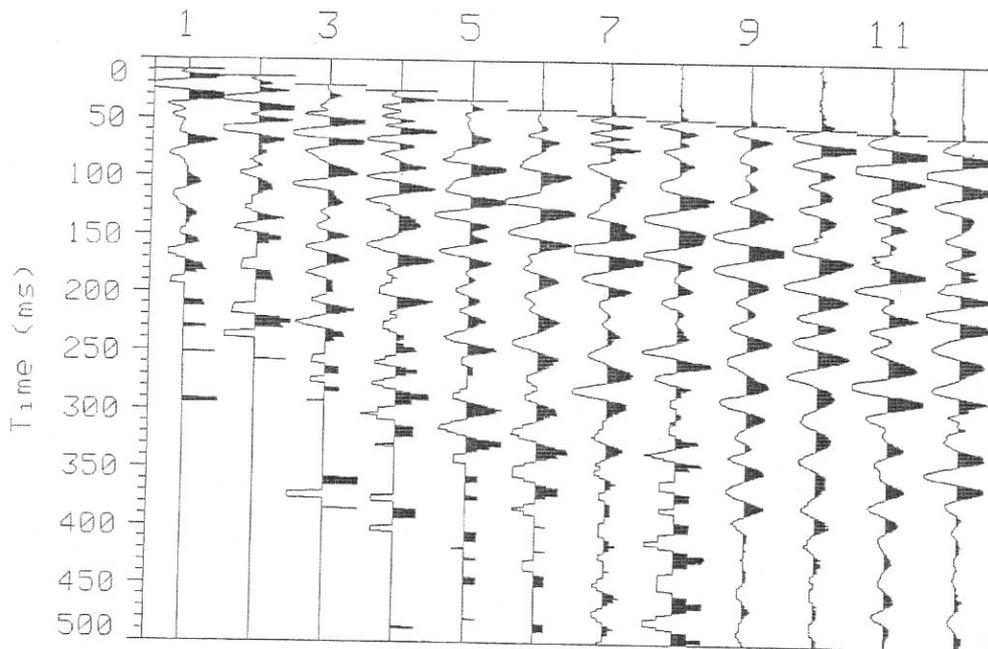
GEOTER - SASSARI		ALGHERO AEROPORTO	
TECNOGEO s.r.l. - CA -			
Spread: BASE_B	Date: 06/05/1999	Record ID: 0	Azimuth:
Equip: EG4G ES-1225	Location: 57.5		



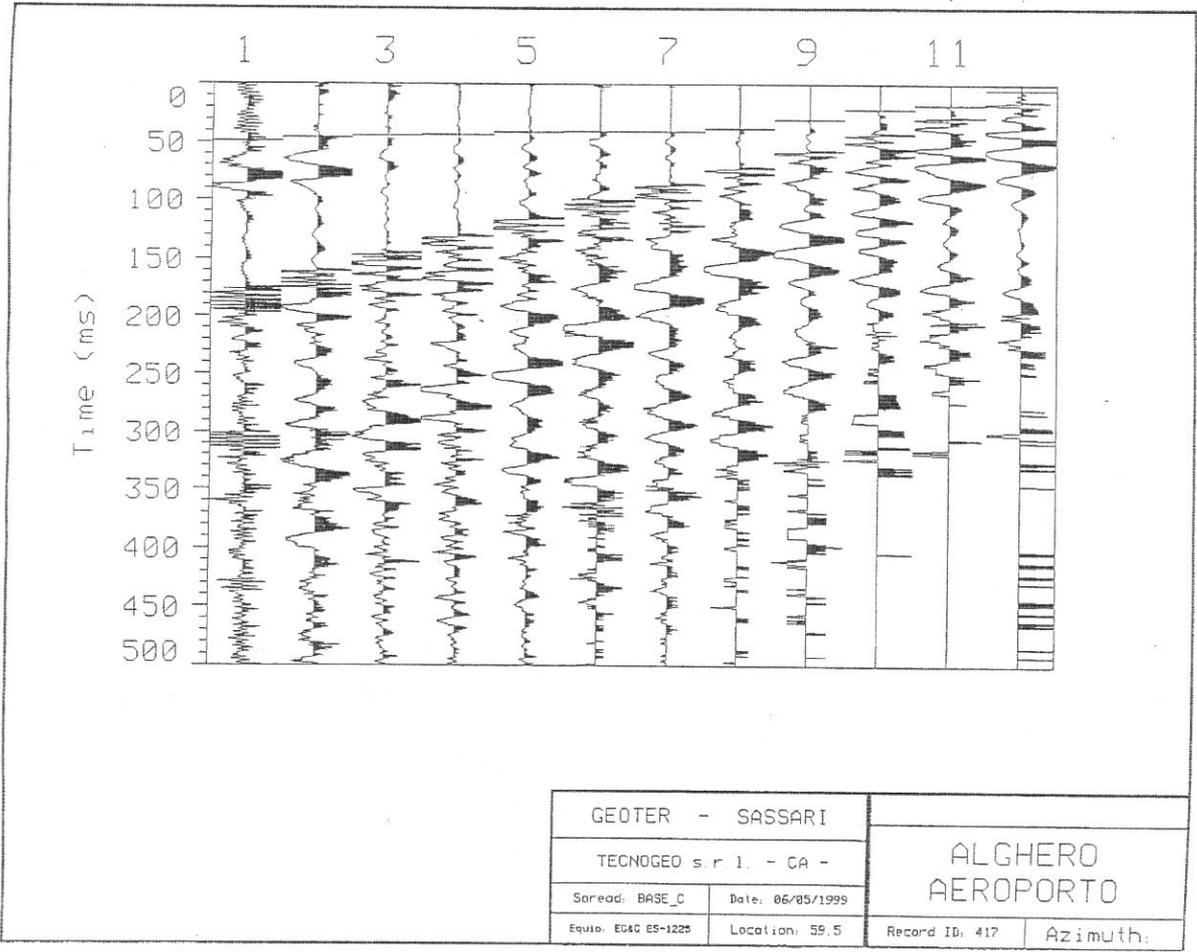
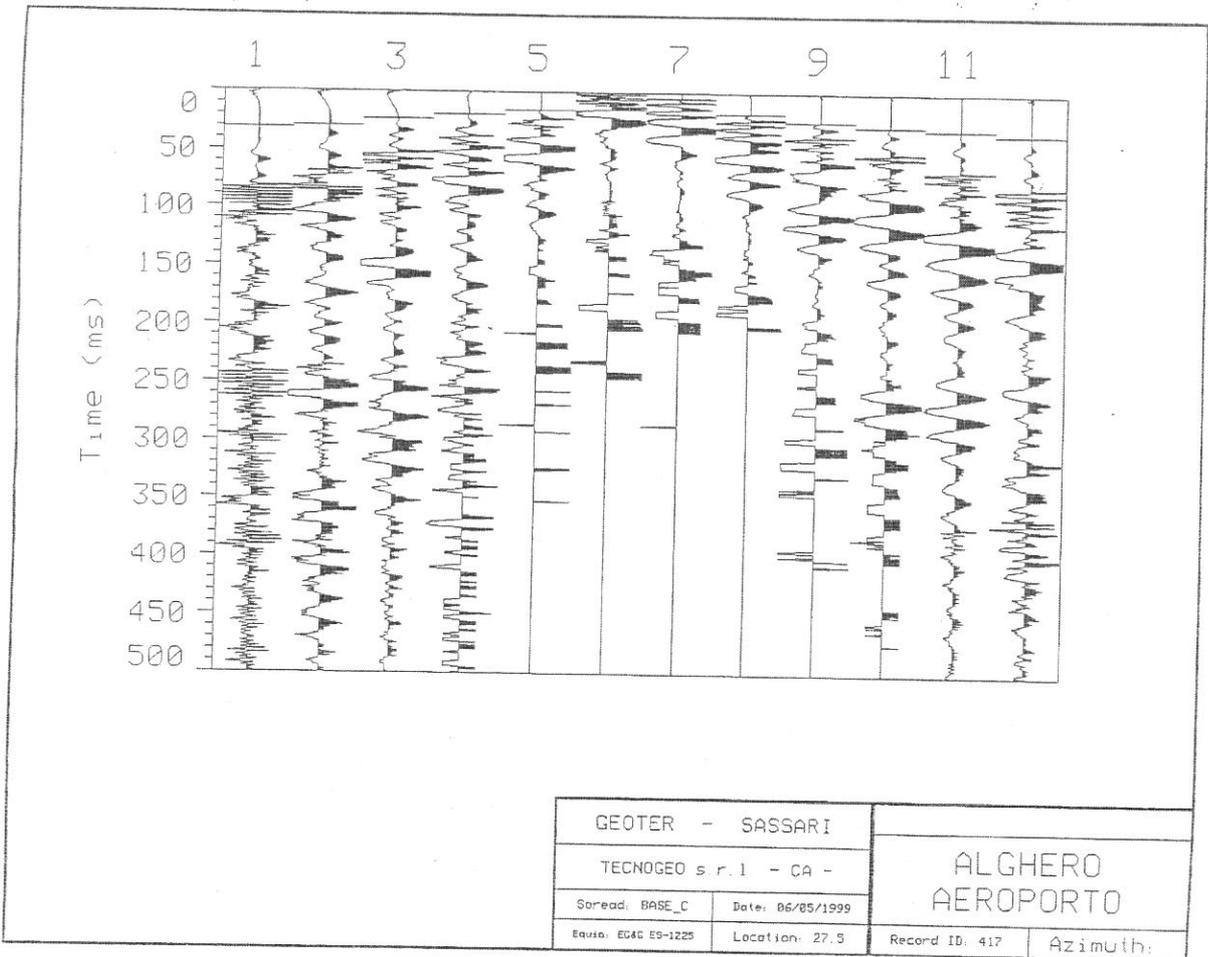
GEOTER - SASSARI		ALGHERO AEROPORTO	
TECNOGEO s.r.l. - CA -			
Spread: BASE_B	Date: 06/05/1999	Record ID: 0	Azimuth:
Equip: EG4G ES-1225	Location: 72.5		

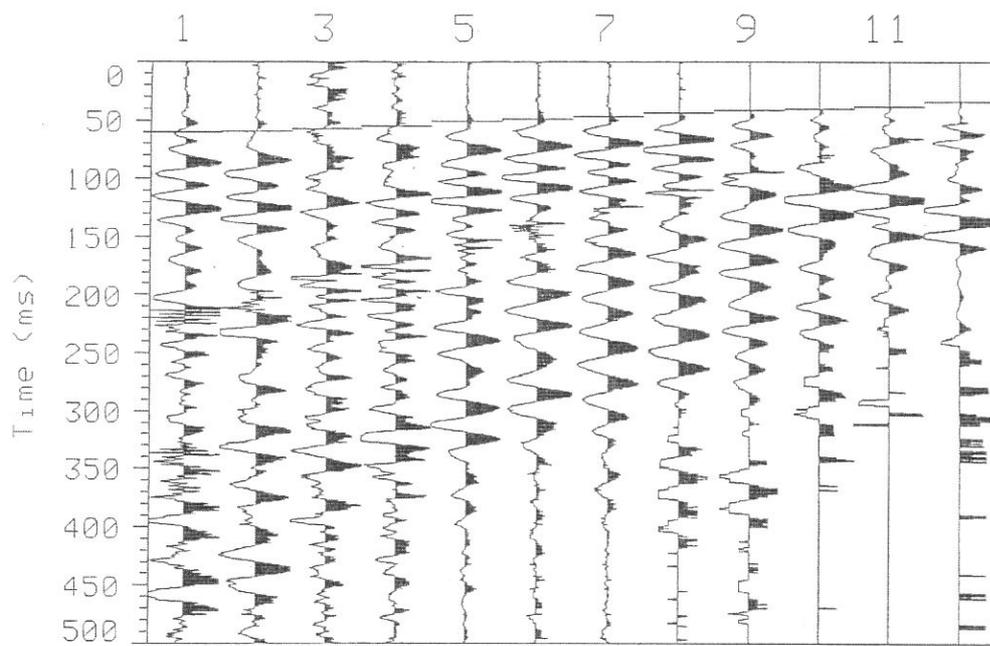


GEOTER - SASSARI		ALGHERO AEROPORTO	
TECNOGEO s r l. - CA -			
Staread: BASE_C	Date: 06/05/1999	Record ID: 416	Azimuth:
Equip: EG4G ES-1225	Location: -17		



GEOTER - SASSARI		ALGHERO AEROPORTO	
TECNOGEO s r l. - CA -			
Staread: BASE_C	Date: 06/05/1999	Record ID: 417	Azimuth:
Equip: EG4G ES-1225	Location: -4.5		





GEOER - SASSARI		ALGHERO AEROPORTO	
TECNOGEO s.r.l. - CA -			
Spread: BASE_C	Date: 06/05/1999	Record ID: 417	Azimuth:
Equip: EG6C ES-1226	Location: 72.5		

RELAZIONE GEOTECNICA

COMUNE DI ALGHERO

Provincia di Sassari

COMMITTENTE:

SOGEAL - Società di gestione Aeroporto di Alghero.

OGGETTO:

INCARICO PROFESSIONALE - INDAGINE GEOGNOSTICA
AI SENSI DEL D.M. 11.03.1988 PER STUDIO GEOLOGICO -
IDROGEOLOGICO E GEOTECNICO FINALIZZATO AL
PROGETTO DI RISTRUTTURAZIONE
DELL'AEROSTAZIONE PASSEGGERI DI ALGHERO.

PROGETTO:
S.E.A. - D.N.C.I.

SOGEAL S.p.A.
Società di gestione Aeroporti Alghero
Aeroporto Alghero, Fertilia
07013 ALGHERO (SASSARI)
Via S. Maria Maddalena, 100
I.P.S. - 07100 SASSARI

RELAZIONE GEOTECNICA

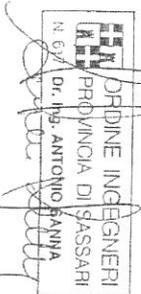
Sassari, 13 Maggio 1999

STUDIO DI INGEGNERIA GEOTECNICA

Dott. Ing. ANTONIO SANNA

Via Torino, 22 - 07100 SASSARI

Tel. 079-271.271 - Fax. 079-277.802



RELAZIONE GEOTECNICA

1.- Generalità:

Su incarico della Società di gestione dell' Aeroporto di Alghero - SOGEAL -
Comunemente del progetto di cui all'oggetto, il sottoscritto Antonio Sanna, Ingegnere
libero professionista nel settore geotecnico, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della
Provincia di Sassari, al N.617, in ottemperanza alle disposizioni del D.M.
11.03.1988 ha:

- 1) effettuato un accurato sopralluogo sui luoghi interessati dalla costruzione in progetto.
- 2) eseguito uno studio geotecnico limitatamente alla zona interessata al progetto.
- 3) esaminato i problemi geotecnici connessi con la realizzazione delle opere in progetto.
- 4) eseguito uno studio delle fondazioni.

- L'indagine geognostica è stata eseguita dalla "GEOTER s.n.c." di Sassari, Impresa specializzata nel settore della geotecnica e fondazioni speciali, sotto il personale controllo del sottoscritto.

2.- Scopo dell' Indagine geognostica svolta:

Lo studio ha interessato, l'area destinata alla costruzione in progetto, ed ha comportato la raccolta delle informazioni indispensabili alla caratterizzazione geotecnica del sottosuolo per il dimensionamento esecutivo delle opere di fondazione.

3.- Descrizione generale del sito:

L'area interessata dal progetto è situata presso l'Aeroporto di Fertilia. La superficie topografica dell'area è pianeggiante. Adiacente all'area, sulla quale è previsto il progetto di ampliamento, insiste l'attuale struttura dello scalo avente struttura portante in cemento armato con pilastrate di luce modesta e fondazioni di tipo superficiale continuo. Un edificio di recente realizzazione nell'area aeroportuale, con struttura portante in cemento armato su sistema tradizionale a telaio iperstatico, ha fondazioni su tipologia superficiale continua. L'attenta analisi delle costruzioni esistenti ha rilevato, allo stato attuale, un soddisfacente comportamento in esercizio e

sono assenti fenomeni fessurativi di rilevante importanza. Il nuovo terminal è ubicato alla destra dell'attuale aerostazione (parte in adranza) su un'area attualmente destinata al parcheggio degli autoveicoli e in parte al piazzale di sosta degli aeromobili. Nell'area dell'intervento ricade una costruzione su un piano fuori terra in muratura e il pozzo per l'approvvigionamento idrico dell'aerostazione (vedi planimetria).

E' importante evidenziare che il sito ricade all'interno di un'area paludosa bonificata. Le formazioni presenti sono in generale alluvioni di potenza media di circa 9,00 mt. sovrastanti il substrato litoido compatto (dolomite). Il substrato ha un andamento irregolare e si presenta alterato e fratturato in testa con presenza di cavità carsiche.

4.- Descrizione del progetto:

Il progetto prevede la costruzione del nuovo terminal passeggeri con struttura portante prefabbricata dimensioni di circa (80 x 100 mt.) con campate tra i pilastri di 16 mt. La distribuzione dei carichi non risulta uniforme. L'intervento in progetto ricade su un'ampia area all'interno della quale le caratteristiche dei terreni investigati risultano disomogenee, sia nei litorali attraversati che nelle caratteristiche meccaniche con prevedibili cedimenti di natura differenziale.

5.- Indagine geognostica svolta:

Alline di ottenere una ricostruzione geo-stratigrafica del sottosuolo a partire dalla quota attuale corrispondente al piano stradale, e di raccogliere i dati necessari per la sua caratterizzazione geotecnica, sono stati realizzati:

- N.6 sondaggi a carotaggio continuo diam. 101 mm., con prelievo di campioni fino alla profondità max. raggiunta di 11,50 mt.
- N.6 prove dinamiche continue S.P.T. eseguite nel corso dei sondaggi, indispensabili per la determinazione dei parametri geotecnici del terreno.
- N. 3 sperimentalisti geofisici con metodologie a rifrazione.
- Prove di laboratorio.

- Durante il campionamento del terreno nelle apposite cassette sono state eseguite una serie di prove con Pocket penetrometer e Vane test, alle varie profondità.

La scelta dell'ubicazione e della profondità dei sondaggi a carotaggio, sono stati determinati sulla base della struttura prevista per avere una copertura il più completa possibile di tutta l'area oggetto dello studio. L'approfondimento dei sondaggi è stato determinato dalla necessità di caratterizzare gli strati di terreno interessati dalle nuove condizioni di carico.

Per l'esecuzione dell'indagine è stata utilizzata una sonda cilindrica a rotazione, ad avanzamento idraulico RITTER - mod. b 6D.

6.- Prove geotecniche in sito:

Prove S.P.T.

Per l'esecuzione delle prove S.P.T., è stata utilizzata un'attrezzatura standard, marca Nenzi, a sganciamento automatico di un maglio di peso 63,5 kg. avente una corsa di 76 cm. con aste diam. 50 mm. e puntazza conica. L'attrezzatura risponde pienamente agli Standard internazionali e alle norme A.G.I. La prova consiste nella misura del numero di colpi necessario all'infissione della punta per tratti di 15 cm. e per un totale di 45 cm. per ogni prova eseguita. L'infissione avviene con un dispositivo a percussione già descritto, il valore (N_{spt}) viene determinato sommando il numero dei colpi necessario per far penetrare lo strumento negli ultimi 30 cm. I valori dei risultati delle prove SPT sono riportati nei diagrammi stratigrafici con le rispettive profondità di prova.

I valori di N_{spt} sono riportati in tabella:

N. sond.	Prof. (m)	N1	N2	N3	N _{spt}
S1	-1.80	4	4	5	9
S2	-1.50	4	5	7	12
S3	-3.50	7	12	16	28
S4	-4.50	12	12	12	24
S5	-4.50	9	12	16	28
S6	-4.00	3	4	6	10

Siano in un campo variabile di consistenza da medio a sciolto.

Prospezioni geofisiche a rifrazione.

Tra i metodi geofisici la sismica a rifrazione è indubbiamente un utile strumento per il riconoscimento delle sequenze stratigrafiche avendo inoltre a disposizione la taratura dei sondaggi. Il principio della sismica a rifrazione si basa sulla misurazione del ritardo con cui il segnale arriva ai vari sensori posti in superficie. La velocità di propagazione è essenzialmente funzione della rigidità degli strati attraversati.

I risultati dell'indagine sismica confermano uno spessore degli strati alluvionali con caratteristiche molto variabili con velocità comprese tra i 500 e i 600 m/s, indicative di terreni poco addensati. Per quanto attiene i rifrattori con velocità comprese tra i 1300 /2000 m/s, questo potrebbe essere indicativo del substrato litorale ma tale interfaccia non risulta ben definita in quanto per l'elevato grado di fratturazione della roccia non risulta chiaramente distinguibile il substrato dai terreni più addensati. I risultati dei sondaggi confrontati con i risultati degli slendimenti confermano questa ipotesi.

La planimetria con l'ubicazione delle indagini è contenuta negli allegati.

7 - Descrizione geotecnica del sito risultante dall'indagine:

Da quanto si è potuto direttamente determinare dai risultati dell'indagine, ci troviamo in presenza, nel caso particolare, di terreni di fondazione costituiti da terreni prevalentemente limi argillosi sabbiosi, sabbie in matrice argillosa, argille limose di consistenza variabile da fluido plastico a solido plastico. Queste litologie ricoprono il substrato litorale presente alla profondità variabile rilevata dai sondaggi compresa tra 5,50 (S6) e i 9,00 mt da p.c. Una singolarità probabilmente dovuta all'irregolarità della superficie del substrato è stata riscontrata nel sondaggio (S4) nel quale fino alla profondità investigata non si è trovato il substrato (possibile depressione localizzata o frattura verticale).

In particolare:

escludendo il terreno di riporto (bitume e riporto) di potenza circa 1,50 mt, di nessun interesse ai fini dell'indagine rileviamo:

a) il livello alluvionale è costituito prevalentemente da limi argillosi sabbiosi, sabbie in matrice argillosa, argille limose di consistenza variabile da molle plastico a solido plastico con caratteristiche meccaniche molto eterogenee. Questi risultati sono confermati dai risultati dell'indagine geofisica a rifrazione, dalle prove in sito eseguite e dalle prove di laboratorio.

b) al di sotto dello strato (a) e fino alla profondità raggiunta dai sondaggi, troviamo il substrato litorale compatto (dolomite) alterato e fratturato superficialmente. Si è rilevata la presenza di cavità carsiche (sondaggio S6).

Siamo in assenza di falda superficiale.

8 - Caratteristiche fisico - meccaniche dei terreni:

Alfine di valutare le caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione più sopra descritto, abbiamo ritenuto opportuno eseguire una serie di prove in sito e di laboratorio standard, da noi personalmente effettuate.

Sulla base dei risultati delle prove in sito e dal riscontro in laboratorio delle analisi effettuate sui campioni di terreno prelevati, riteniamo che per i calcoli, si possano assumere le caratteristiche geotecniche medie seguenti relative agli strati interessati dalle fondazioni costituiti dai terreni alluvionali.

Parametri geotecnici di progetto:

ϕ°	C	γ	E	ν
25°	0,1 kg/cm ²	1800 kg/m ³	80 kg/cm ²	-

9 - Determinazione della capacità portante : carico limite:

E' il carico che applicato alla fondazione produce la rottura del complesso terreno-opera di fondazione. Il carico limite può essere calcolato sulla base delle caratteristiche fisico-meccaniche più sopra adorate, e del tipo di fondazione scelto. Per una fondazione continua, di lunghezza L e larghezza B (con L >> B), a profondità B da un piano di campagna orizzontale, sottoposta a carichi verticali e centrati, il carico limite può essere calcolato con la formula:

$$Q_{lim} = Nq q + Nc C + N\gamma \gamma B/2$$

in cui:

γ = peso di volume del terreno al disopra e al disotto della falda;

$Nq, Nc, N\gamma$ = Fattori di capacità portante.

Il carico ammissibile (q_{amm}) sarà una quota parte del carico limite:

$$q_{amm} = [(q_{lim}-q) / Fs] + q$$

dove F_s è il coefficiente di sicurezza, variabile fra i valori di 2,5 e 3,5 a seconda dell'approfondimento dell'indagine preventiva. Una volta determinato il carico ammissibile è necessario procedere a una verifica dei cedimenti conseguenti sia assoluti che differenziali, e valutare l'ammissibilità in funzione delle caratteristiche della struttura in elevazione. Nel caso in esame, abbiamo calcolato il carico limite sulla base delle caratteristiche meccaniche di cui sopra e otteniamo:

a) ipotizzando la fondazione incastrata di 1,50 m. al di sotto del piano campagna attuale e una larghezza della fondazione continua di 1,50 m. otteniamo:

VALORE DELLA CAPACITÀ PORTANTE ($F_s=3,0$)

$$a) Q_{lim} = 6,42 \text{ kg/cm}^2 \quad F_s=3,0 \quad Q_{amm} = 2,14 \text{ kg/cm}^2$$

La capacità portante calcolata aumenterà, evidentemente per un incastro superiore e per una larghezza maggiore della fondazione.

10.- Calcolo dei cedimenti:

La progettazione di una struttura risulta corretta quando assicura adeguati margini di sicurezza nei confronti dei possibili meccanismi di collasso.

In tale contesto la determinazione dei cedimenti dovuti al terreno di fondazione costituisce una fase estremamente importante per i seguenti motivi:

- considerata l'intrinseca variabilità delle caratteristiche meccaniche dei terreni, nonché le alterazioni dovute alle operazioni di realizzazione delle fondazioni, i

caratteristiche meccaniche delle litologie attraversate si consiglia una fondazione di tipo continuo incastrata, per tutta la sua altezza nel terreno a partire dalla quota di imposta delle fondazioni. La trave dovrà avere adeguata rigidità per garantire un cedimento omogeneo e ridurre la possibilità che si possano verificare cedimenti differenziali. Alla luce dei risultati dell'indagine geognostica appare vantaggioso, in termini tecnici ed economici, il confronto con la soluzione progettuale su fondazioni isolate su pali. In funzione dei carichi agenti si possono predisporre pali incastrati nel substrato roccioso compatto. La profondità di incastro deve essere indicativamente non inferiore ai 2,00 m. e comunque tale da oltrepassare lo strato più superficiale alterato e fratturato con presenza di cavità. La fondazione su pali annulla inoltre il rischio che l'incremento dei carichi nella zona in aderenza con l'aerostazione esistente possa compromettere l'equilibrio innescando cedimenti non prevedibili.

12.- Problemi particolari e suggerimenti:

Si raccomanda di eseguire le opere di scavo in tempi molto prossimi alla messa in opera delle strutture di fondazione. Si fa presente a tale proposito che gli effetti di un'opera di sbancamento provocano una variazione dello stato tensionale del terreno, rispetto allo stato originario, con effetti di rigonfiamento del fondo scavo e del materiale presente sulle pareti dello scavo. Tale turbamento si può avvertire anche fino al doppio dell'altezza dello scavo in orizzontale con limiti di estensione che variano secondo la natura più o meno compressibile del terreno. Per tale ragione è sempre opportuno che la messa in opera delle fondazioni avvenga in tempi molto ristretti così come per le opere di sostegno delle pareti affinché le alterazioni prodotte dallo scavo non determinino conseguenze agli edifici vicini. Le quote indicative di posa delle fondazioni devono essere comunque oggetto di verifica in fase di esecuzione dei lavori e dovranno essere supervisionate dalla Direzione Lavori. Adottando fondazioni di tipo profonde, si consiglia di compiere delle indagini integrative su ciascun punto di carico con perforazioni a distruzione per accertare l'eventuale presenza di discontinuità ed attestare i pali in sicurezza. Risulta importante evidenziare che la differente sequenza stratigrafica riscontrata dai sondaggi è stata riscontrata anche nell'ampio campo di variabilità dei parametri geotecnici. Considerata la particolare natura dei terreni è necessario predisporre un sistema di monitoraggio e allontanamento delle acque meteoriche dall'area in oggetto.

cedimenti differenziali di strutture geometricamente simili con carichi della stessa entità possono essere sensibili;

- le restrizioni progettuali dovute alla necessità di limitare i cedimenti a valori accettabili possono risultare più importanti di quelle derivanti dalle analisi di stabilità.

I procedimenti più utilizzati per il calcolo dei cedimenti nella pratica progettuale utilizzano la teoria dell'elasticità adattata il più possibile al terreno mediante coefficienti correttivi che tengono conto delle caratteristiche geometriche della fondazione, del suo approfondimento e rigidità nonché dell'intrinseca disomogeneità del terreno.

Su terreni omogenei, come quelli in esame, possiamo utilizzare la formula:

$$S_{tot.} = [qB/E] I_o$$

in cui:

B= lato maggiore della fondazione;

E= modulo elastico del terreno;

I_o = coeff. di influenza dipendente dal modello utilizzato e dallo spessore del mezzo compressibile.

- Il valore del cedimento teorico ottenuto calcolato con i parametri geotecnici più sopra riportati e per una fondazione di tipo isolato risulta di circa 9,00 centimetri.

- Il valore del cedimento ottenuto calcolato con i parametri geotecnici più sopra riportati e per una fondazione continua risulta di circa 3,50 centimetri.

Per ridurre il cedimento ad un valore max. di 2,50 cm. (fondazione continua) la capacità portante dovrà essere limitata al valore di :

$$q_{amm.} \leq 1,50 \text{ kg/cm}^2$$

11.- Studio delle fondazioni:

Alla luce dei risultati dell'indagine svolta e dello studio eseguito del terreno interessato dalle fondazioni in progetto, riteniamo che una fondazione superficiale di tipo isolato su pianti sia assolutamente consigliabile. Per l'ampia variabilità delle

13.- Conclusioni:

Dopo aver analizzato le opere in progetto al fine di esprimere un parere sulla influenza che queste possono determinare all' insieme struttura opere di fondazione e terreno , e sulla base degli elementi acquisiti nel corso dell' indagine geognostica svolta, siamo arrivati alla conclusione che:

1) si consiglia la scelta di operare su fondazioni di tipo isolato. La forte disomogeneità dei terreni di fondazione ,sia nei litotipi che nella variabilità delle caratteristiche meccaniche porterebbe la struttura a subire dei cedimenti non accettabili in una condizione di esercizio e di natura differenziale.

2) Si consigliamo fondazioni su travi continue rigide. Dopo aver accertato e controllato l'uniformità delle caratteristiche dello strato di appoggio il valore della portanza dovrà essere opportunamente limitato al valore :

$$q_{amm.} \leq 1,50 \text{ kg/cm}^2.$$

(con un cedimento valutato in circa 2,5 cm.)

3) In alternativa alla fondazione su travi continue rigide considerato che il piano di posa delle fondazioni in progetto si trova a circa 3,50/4,00 mt. rispetto al piano attuale e che il substrato litoido compatto è presente ad una quota media di circa 9,00 m. da p.c. risulta tecnicamente ed economicamente vantaggiosa la soluzione con pianti isolati su pali di fondazione incastri nel substrato litoido compatto. I pali dovranno essere approfonditi al fine di oltrepassare gli strati più superficiali del substrato che si presentano fessurati con presenza di cavità. L'incastro dei pali nel substrato può essere, indicativamente di circa 2,00 mt.

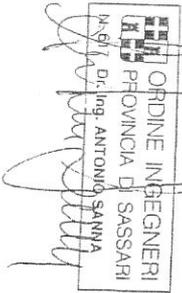
Un controllo puntuale di tutti i punti di carico non direttamente indagati appare, alla luce dei risultati ottenuti, indispensabile per la definizione delle singole profondità di incastro.

Si allegano:

- Planimetria indagini geognostiche
- Risultati liostatigrafici.
- Documentazione fotografica.
- Prove di laboratorio.
- Risultati indagine geofisica a rifrazione.

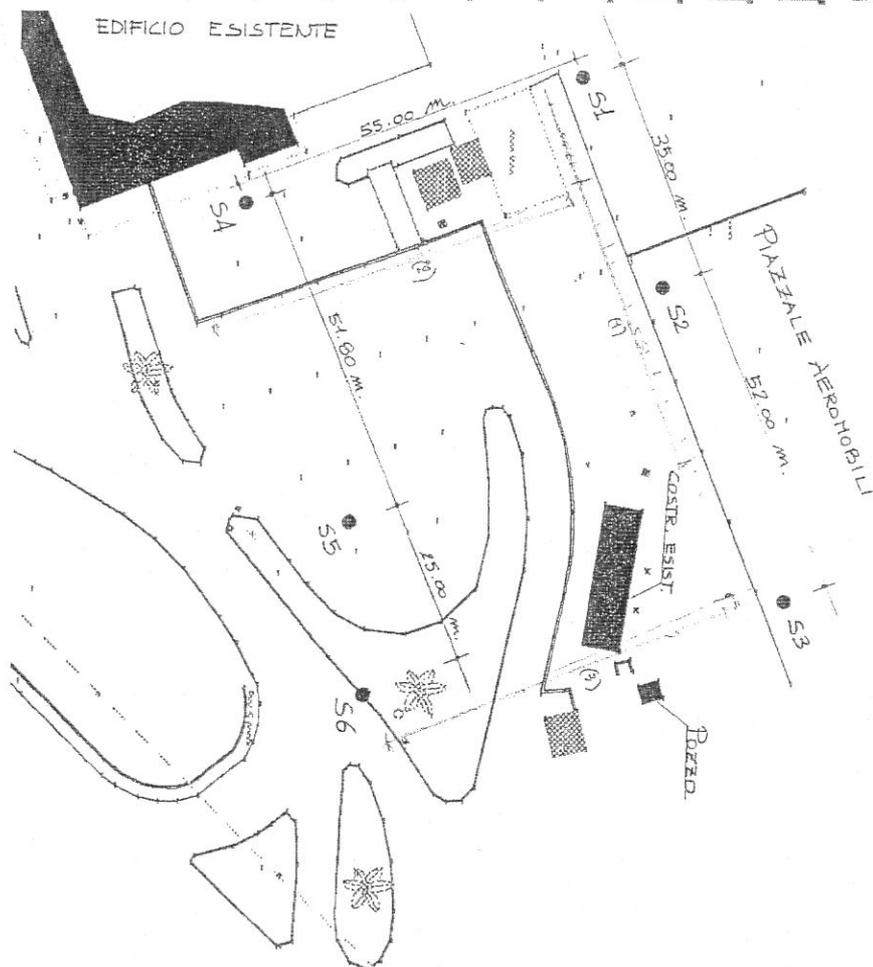
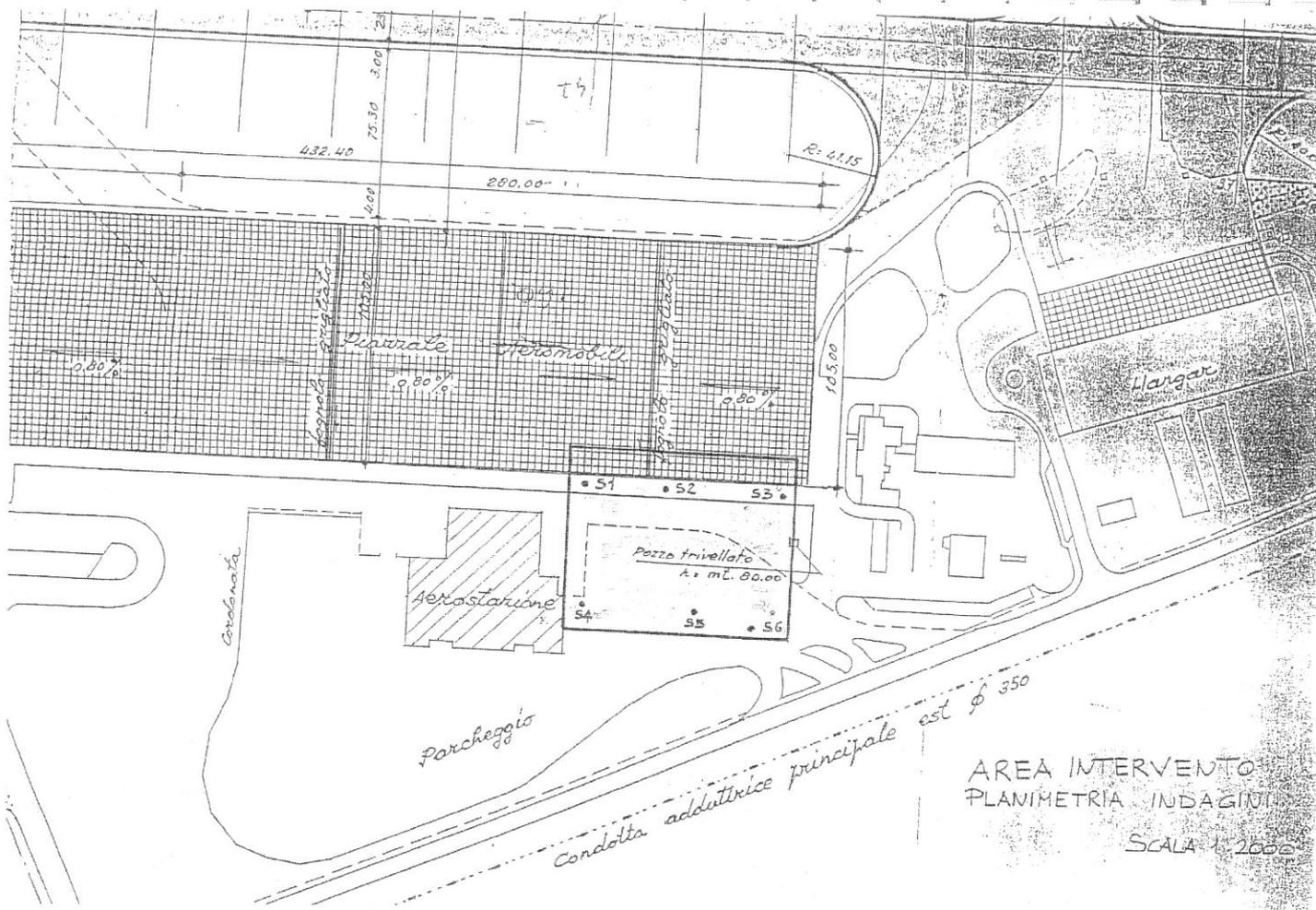
Sassari, 13 Maggio 1999

Il professionista



- Elaborati stratigrafici
- Planimetria schematica e ubicazione delle indagini
- Area d'intervento
- Prove di laboratorio
- Documentazione fotografica

ALLEGATI:



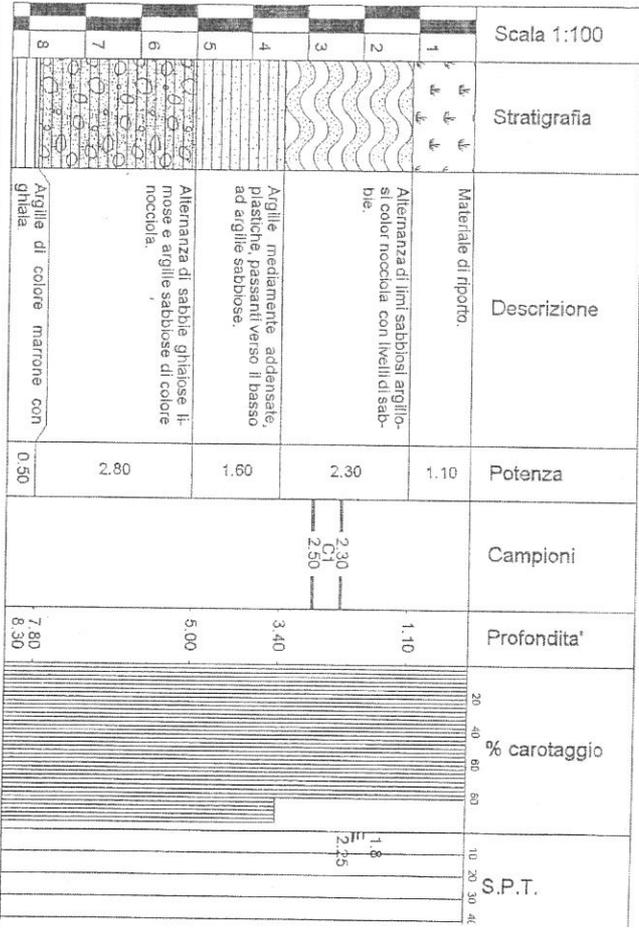
Planimetria ubicazione indagini geognostiche

STABILIMENTI



GEOTECNICA E FONDAZIONI SPECIALI
 Via Armando Diaz 3 - 07100 Sassari - Tel. 079/271271 - Fax 079/277802
 Partita IVA 01714160908 - C.C.I.A.A. N° 104413/96

Caniliere: Aeroporto di Fertilia	N. sondaggio: S.1
Committente: SOGEAL	Scala sondaggio: 100
Impresa: Geolter s.n.c.	Geologo: M. Moroso
Coord.:	Quota (p.c.): - 8.30 mt.
Metodo perf.: Perforazione a Carotaggio continuo.	Data ultimazione: 03/05/99



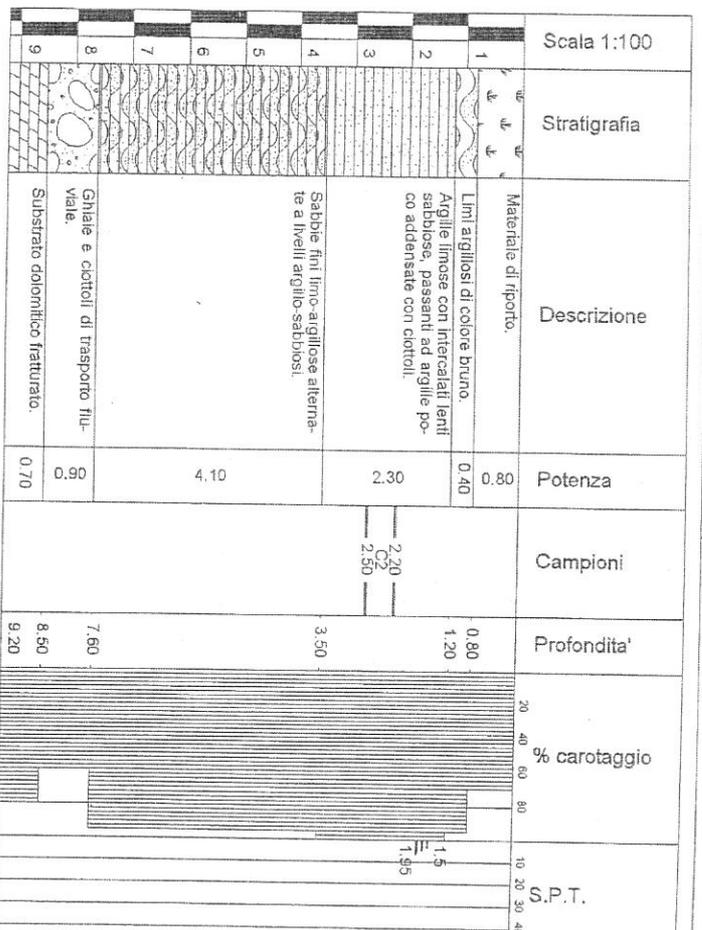
Prova scissometrica con Vane Test tascabile:
 Prof.: 5.00 mt. $C_u = 5 \text{ KN/mq}$

NOTE: Forte disomogeneità dei litotipi associata alla variabilità delle caratteristiche fisico-meccaniche. Quota del substrato -8.30 mt.; impossibilitati al prelievo del campione per problemi di perforazione.



GEOTECNICA E FONDAZIONI SPECIALI
 Via Armando Diaz 3 - 07100 Sassari - Tel. 079/271271 - Fax 079/277802
 Partita IVA 01714160908 - C.C.I.A.A. N° 104413/96

Caniliere: Aeroporto di Fertilia	N. sondaggio: S.2
Committente: SOGEAL	Scala sondaggio: 100
Impresa: Geolter s.n.c.	Geologo: M. Moroso
Coord.:	Quota (p.c.): - 9.20 mt.
Metodo perf.: Perforazione a Carotaggio continuo.	Data ultimazione: 04/05/99



Prova scissometrica con Vane Test tascabile:
 Prof.: 0.90 mt. $C_u = 3 \text{ KN/mq}$
 Prof.: 1.20 mt. $C_u = 4 \text{ KN/mq}$
 Prof.: 2.90 mt. $C_u = 5 \text{ KN/mq}$

NOTE: Disomogeneità dei litotipi e variabilità delle caratteristiche fisico meccaniche.

Comitente SOGEMM
 Cantiere Aeroporto di Fertilia

Data
 Riferimento

ma-99

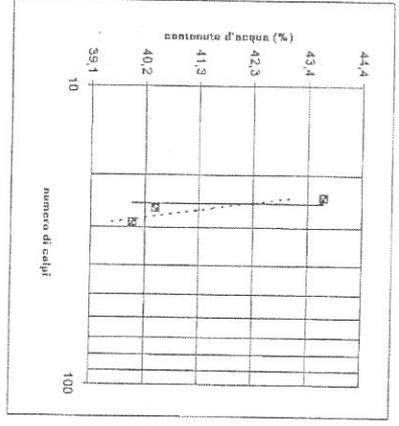
PROVE DI PLASTICITA'
 Indice di consistenza

Sondaggio S1 Campione C1 Profondità 2.30 - 2.50

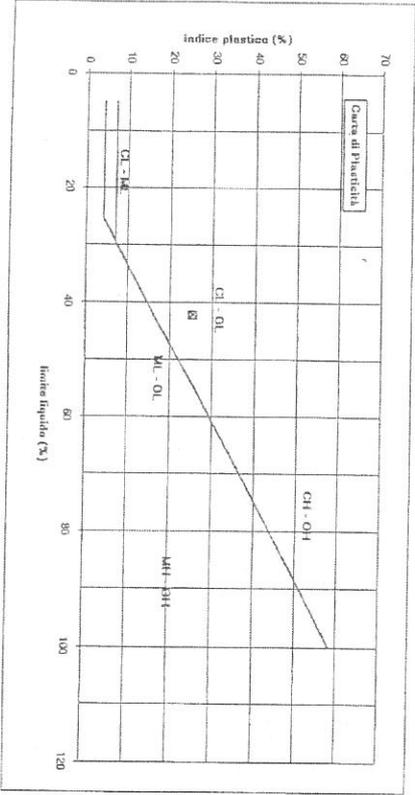
Limite Liquido %		42		
Numero tara	A1	A2	A3	
Numero dei colpi	24	26	29	
P. umido + tara	46,86	48,59	49,02	
P. secco + tara	38,35	40,84	40,88	
Peso tara	22,15	21,50	20,50	
Peso umido	24,71	27,15	26,52	
Peso secco	12,23	19,84	20,38	
Contenuto d'acqua %	43,85	40,38	39,34	

Limite Plastico		17		
Numero tara	a	b	c	
P. umido + tara	29,76	30,18		
P. secco + tara	28,57	28,87		
Peso tara	21,40	21,60		
Peso umido	8,36	8,58		
Peso secco	7,17	7,27		
Contenuto d'acqua %	16,02	18,02		

Contenuto d'acqua		21		
Numero tara	3	4	6	
P. umido + tara	44,07	75,50		
P. secco + tara	40,05	65,10		
Peso tara	21,05	20,95		
Peso umido	23,02	54,35		
Peso secco	19,00	45,15		
Contenuto d'acqua %	21,16	20,81		



Indice plastico		25	
Consistenza	0,85		
Liquidita'	0,15		
Fluidita'	43,17		
Tenacita'	0,58		



LABORATORIO GEOTECNICO - Via Municipale 40 - 07040 Tissi

LABORATORIO GEOTECNICO
 DR. MOROSO MADDALENA
 VIA MUNICIPALITÀ 40 - 07040 TISSI
 07040 TISSI

Comitente SOGEMM
 Cantiere Aeroporto di Fertilia

Data
 Riferimento

ma-99

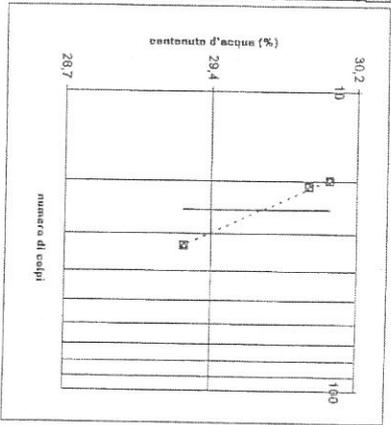
PROVE DI PLASTICITA'
 Indice di consistenza

Sondaggio S2 Campione C2 Profondità 2.20 - 2.50

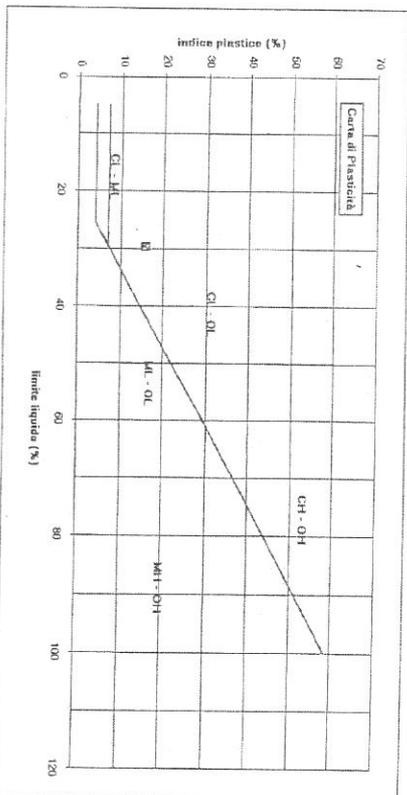
Limite Liquido %		30		
Numero tara	A1	A2	A3	
Numero dei colpi	20	21	33	
P. umido + tara	43,97	43,10	44,06	
P. secco + tara	38,73	38,26	38,70	
Peso tara	21,30	22,10	20,40	
Peso umido	22,67	21,00	22,66	
Peso secco	17,43	16,16	18,30	
Contenuto d'acqua %	30,25	29,95	27,23	

Limite Plastico		14		
Numero tara	a	b	c	
P. umido + tara	26,53	25,06		
P. secco + tara	25,30	24,46		
Peso tara	21,15	20,40		
Peso umido	5,98	4,66		
Peso secco	4,75	4,08		
Contenuto d'acqua %	13,26	14,76		

Contenuto d'acqua		18		
Numero tara	1	2	3	
P. umido + tara	37,06	71,85		
P. secco + tara	34,81	63,75		
Peso tara	22,15	20,65		
Peso umido	14,91	51,20		
Peso secco	12,86	43,10		
Contenuto d'acqua %	17,77	18,70		



Indice plastico		16	
Consistenza	0,73		
Liquidita'	0,27		
Fluidita'	3,48		
Tenacita'	4,57		



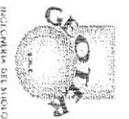
LABORATORIO GEOTECNICO - Via Municipale 40 - 07040 Tissi

LABORATORIO GEOTECNICO
 DR. MOROSO MADDALENA
 VIA MUNICIPALITÀ 40 - 07040 TISSI
 07040 TISSI



GEOTECNICA E FONDAZIONI SPECIALI

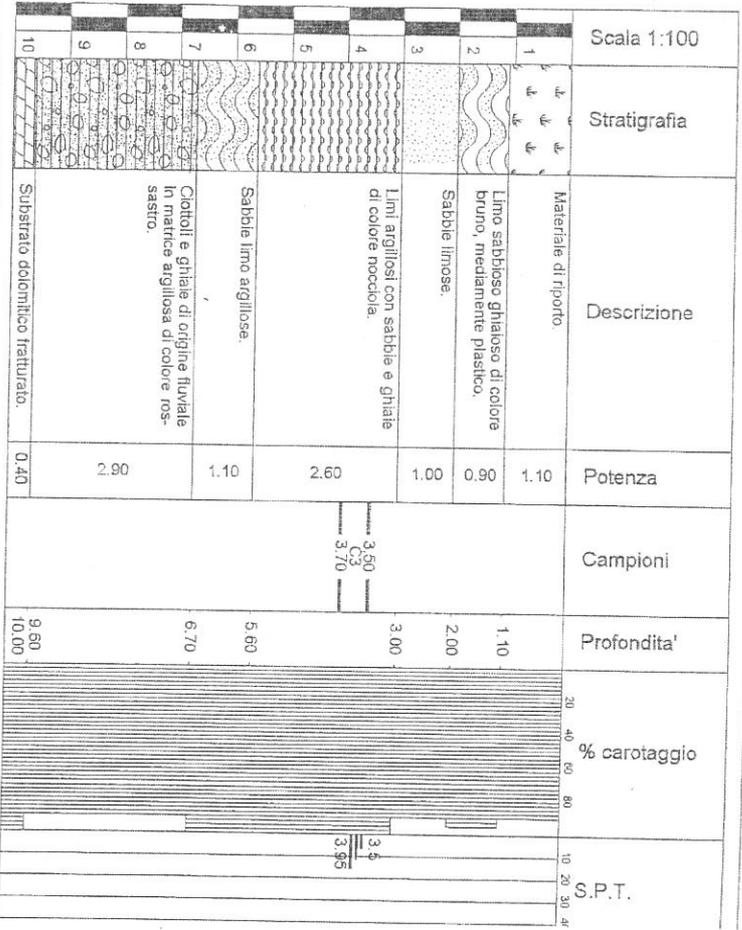
Via Armando Diaz, 3 - 07100 Sassari - Tel. 079/271.271 - Fax 079/277.802
Partita IVA 01714160908 - C.C.I.A.A. N° 104413/96



GEOTECNICA E FONDAZIONI SPECIALI

Via Armando Diaz, 3 - 07100 Sassari - Tel. 079/271.271 - Fax 079/277.802
Partita IVA 01714160908 - C.C.I.A.A. N° 104413/96

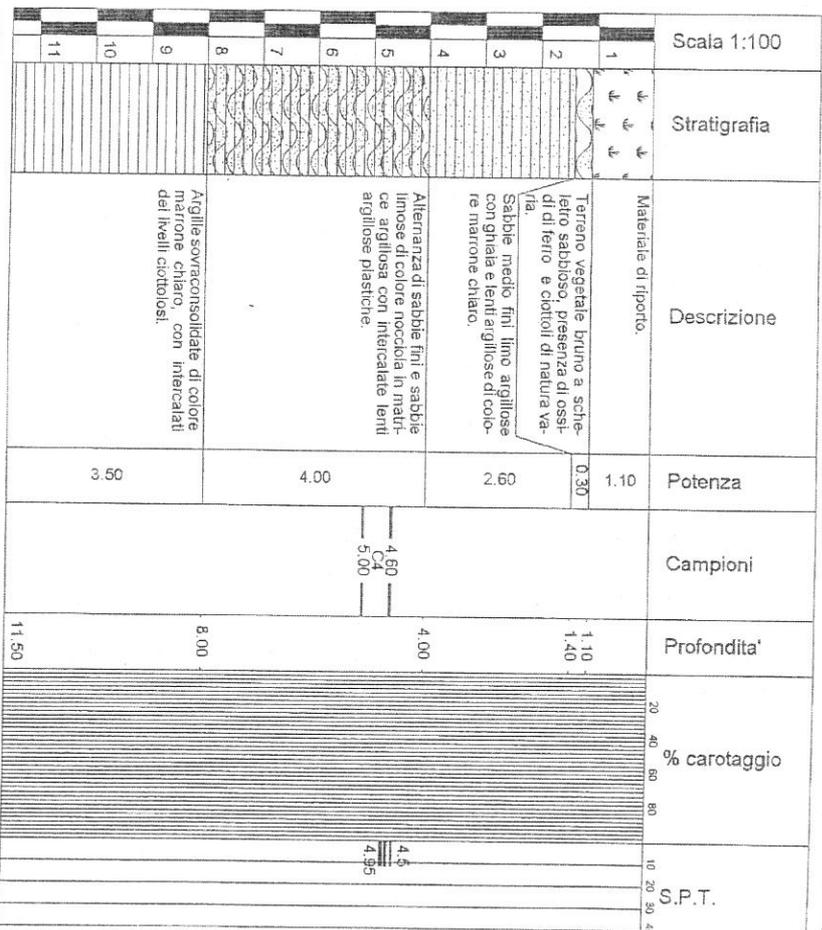
Cantiere: Aeroporto di Fertilia	N. sondaggio: S.3
Committente: SOGEEAL	Scala sondaggio: 100
Impresa: Geolter s.n.c.	Geologo: M. Moroso
Coord.:	Quota (p.c.): - 10,00 mt.
Metodo perf.: Perforazione a Carotaggio continuo.	Data ultimazione: 06/05/99



Prova solisometrica con Vane Test tascabile:
prof: 1.10 mt. $q_u = 3$ KN/mg
Prova penetrometrica con Pocket Penetrometer:
prof: 2.00 mt. $q_u = 0.2$ MPa
prof: 2.50 mt. $q_u = 0.15$ MPa
prof: 3.00 mt. $q_u = 0.40$ MPa

NOTE: Disomogeneità dei litotipi e variabilità della caratteristiche fisico meccaniche.

Cantiere: Aeroporto di Fertilia	N. sondaggio: S.4
Committente: SOGEEAL	Scala sondaggio: 100
Impresa: Geolter s.n.c.	Geologo: M. Moroso
Coord.:	Quota (p.c.): - 11,50 mt.
Metodo perf.: Perforazione a Carotaggio continuo.	Data ultimazione: 06/05/99



Prova penetrometrica con Pocket Penetrometer:
prof: 1.60 mt. $q_u = 0.4$ MPa
prof: 1.80 mt. $q_u = 0.4$ MPa
prof: 4.10 mt. $q_u = 0.5$ MPa
prof: 7.30 mt. $q_u = 0.7$ MPa
prof: 7.70 mt. $q_u = 0.5$ MPa

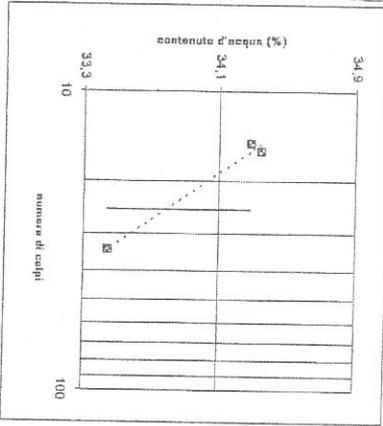
NOTE: Si rilevava una forte disomogeneità delle caratteristiche meccaniche. Non rilevata la quota del substrato.

Committente SOGEMAL
 Cantiere Aeroporto di Fertilia
 Data ma-99
 Riferimento
 PROVE DI PLASTICITA'
 Indice di consistenza

Sondaggio S3 Campione C3 Profondità 3.50 - 3.70

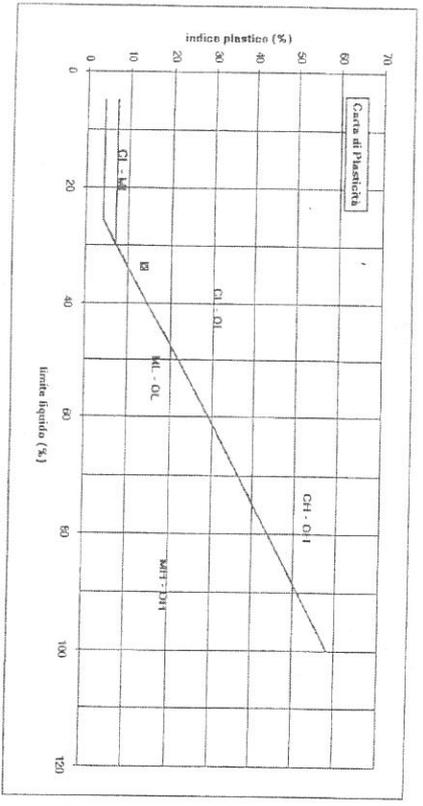
Limite Liquido %	A1	A2	A3
Numero tara	15	16	34
Numero dei colpi	61.81	50.46	41.25
P. umido + tara	51.99	42.81	36.25
P. secco + tara	22.15	20.46	21.80
Peso umido	30.66	30.02	19.55
Peso secco	29.24	22.85	14.96
Contenuto d'acqua	34.25	34.32	33.44

Limite Plastico	a	b	c
Numero tara	31.25	28.05	
P. umido + tara	29.68	27.10	
P. secco + tara	9.75	5.90	
Peso umido	8.07	4.94	
Peso secco	20.82	19.43	



Contenuto d'acqua	1	2	3
Numero tara	80.77	58.42	
P. umido + tara	54.37	52.20	
P. secco + tara	21.26	22.25	
Peso umido	30.51	26.07	
Peso secco	33.11	29.85	
Contenuto d'acqua	19.31	20.84	

Indice plastico	14
Consistenza	1.00
Liquidita'	0.00
Fluidita'	2.45
Tenacita'	5.58

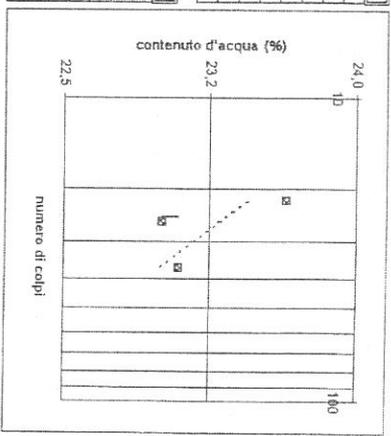


Committente SOGEMAL
 Cantiere Aeroporto di Fertilia
 Data ma-99
 Riferimento
 PROVE DI PLASTICITA'
 Indice di consistenza

Sondaggio S4 Campione C4 Profondità 4.60 - 5.00

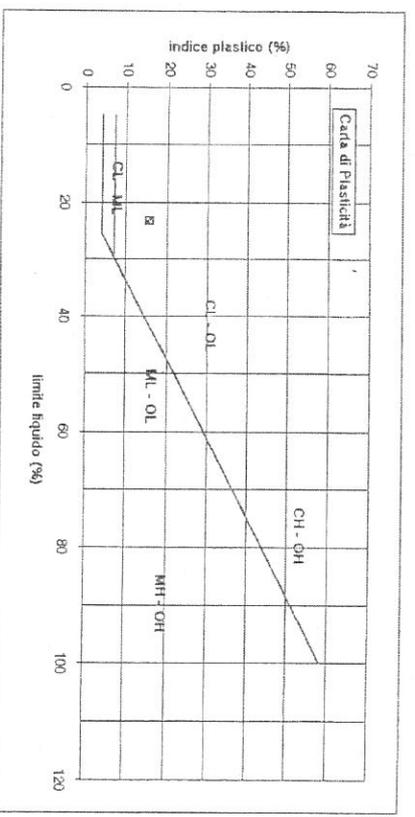
Limite Liquido %	A1	A2	A3
Numero tara	26	22	37
Numero dei colpi	62.47	63.02	50.84
P. umido + tara	54.70	54.97	45.19
P. secco + tara	20.89	20.92	20.70
Peso umido	41.58	42.10	30.14
Peso secco	33.81	34.05	24.49
Contenuto d'acqua	22.98	23.64	23.07

Limite Plastico	a1	a2	a3
Numero tara	32.25	32.42	
P. umido + tara	31.48	31.08	
P. secco + tara	22.40	21.10	
Peso umido	9.95	11.32	
Peso secco	9.08	10.58	
Contenuto d'acqua	8.59	6.99	



Contenuto d'acqua	A1	A2
Numero tara	56.96	67.35
P. umido + tara	51.14	59.10
P. secco + tara	20.82	20.50
Peso umido	36.34	46.85
Peso secco	30.52	36.80
Contenuto d'acqua	19.07	21.37

Indice plastico	15
Consistenza	0.20
Liquidita'	0.80
Fluidita'	2.05
Tenacita'	7.59



LABORATORIO GEOTECNICO - Via Municipale 40 - 07040 TISI
 DR. MOROSO MADDALENA
 Via Municipale 40 - Tisi - 07040 TISI
 07040 TISI

LABORATORIO GEOTECNICO - Via municipale, 40 - 07040 Tisi
 DR. MOROSO MADDALENA
 Via Municipale 40 - Tisi - 07040 TISI
 07040 TISI



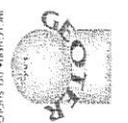
GEOTECHNICA E FONDAZIONI SPECIALI
Via Armando Diaz, 3 - 07100 Sassari - Tel. 079/271.271 - Fax 079/277.802
Partita IVA 01714160908 - C.C.I.A.A. N° 104413/96

Caniliere: Aeroporto di Fertilia	N. sondaggio: S.5
Committente: SOGEEAL	Scala sondaggio: 100
Impresa: Geolter s.n.c.	Geologo: M. Moroso
Coord.:	Quota (p.c.): - 8.50 mt.
Metodo perf.: Perforazione a Carotaggio continuo.	Data ultimazione: 07/05/99

Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Potenza	Campioni	Profondita'	% carotaggio	S.P.T.
1		Materiale di riporto.	1.10		1.10	20	
2		Sabbie limose argillose mediamente addensate con intercalati di natura calcarea.	1.00	1.30 C5 1.50	1.10	40	
3		Paliosuolo di colore scuro con ciottoli alterati di natura calcarea.	0.30		2.10	60	
4		Alternanza di sabbie granulometricamente variabili, con intercalati del ciottoli di natura calcarea con lenti di argille e limi, con colore variabile dal nocciola al marrone, alla profondità compresa fra 3.70 - 4.40 mt presenza di sottili livelli arenacei.	5.30		4.5 4.5 4.95	80	
5					7.70	100	
6		Substrato dolomitico fratturato.	0.80		8.50	100	
7							
8							

Prova scissometrica con Vane Test tascabile:
 prof: 1.60 mt. Cu= 2 KN/mq
 prof: 1.90 mt. Cu= 2 KN/mq
 prof: 2.50 mt. Cu= 3.2 KN/mq
 prof: 3.70 mt. Cu= 6.2 KN/mq
 prof: 6.80 mt. Cu= 5 KN/mq
 Prova penetrometrica con Pocket Penetrometer:
 prof: 0.80 mt. qu= 0.3 MPa
 prof: 1.10 mt. qu= 0.35 MPa
 prof: 1.30 mt. qu= 0.25 MPa
 prof: 2.50 mt. qu= 0.25 MPa
 prof: 3.80 mt. qu= 0.4 MPa
 prof: 5.80 mt. qu= 0.25 MPa
 prof: 7.10 mt. qu= 0.4 MPa

NOTE: Non si sono verificati problemi di perforazione.



GEOTECHNICA E FONDAZIONI SPECIALI
Via Armando Diaz, 3 - 07100 Sassari - Tel. 079/271.271 - Fax 079/277.802
Partita IVA 01714160908 - C.C.I.A.A. N° 104413/96

Caniliere: Aeroporto di Fertilia	N. sondaggio: S.6
Committente: SOGEEAL	Scala sondaggio: 100
Impresa: Geolter s.n.c.	Geologo: M. Moroso
Coord.:	Quota (p.c.): - 10.00 mt.
Metodo perf.: Perforazione a Carotaggio continuo.	Data ultimazione: 10/05/99

Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Potenza	Campioni	Profondita'	% carotaggio	S.P.T.
1		Materiale di riporto.	0.20		0.20	20	
2		Terreno vegetale bruno a scheletro sabbioso.	1.20		1.40	40	
3		Sabbie limose con intercalati di argille di natura calcarea.	1.10		2.50	60	
4		Sabbie grossolane color nocciola con intercalati limosi argillosi e ghiaie alterate di natura calcarea e/o arenacea.	0.10	2.70 2.6 3.00	2.60	80	
5		Alternanza di sabbie limose e sabbie ghiaiose con intercalati lenti argillose di colore nocciola.	2.05		3.60	100	
6		Substrato dolomitico fratturato con presenza di cavità caristiche riempite di argille.	4.35		5.65	100	
7							
8							
9							
10							

Prova scissometrica con Vane Test tascabile:
 prof: 0.80 mt. Cu= 2.6 KN/mq
 prof: 3.40 mt. Cu= 11.6 KN/mq
 prof: 3.20 mt. Cu= 5.6 KN/mq
 Prova penetrometrica con Pocket Penetrometer:
 prof: 0.60 mt. qu= 0.25 MPa
 prof: 1.10 mt. qu= 0.40 MPa
 prof: 1.50 mt. qu= 0.55 MPa
 prof: 3.20 mt. qu= 0.75 MPa
 prof: 4.10 mt. qu= 0.35 MPa
 prof: 5.10 mt. qu= 0.70 MPa

NOTE: perdita dell'acqua di perforazione.

Comittente SOGEAL Data Ma-99
 Cantiere Aeroporto di Fertilia Rilevamento

Sondaggio S6 Campione C5 Profondità 2,70 - 3,00

Comittente SOGEAL Data Ma-99
 Cantiere Aeroporto di Fertilia Rilevamento

Sondaggio S5 Campione C5 Profondità 1,30 - 1,50

Limite Liquido %

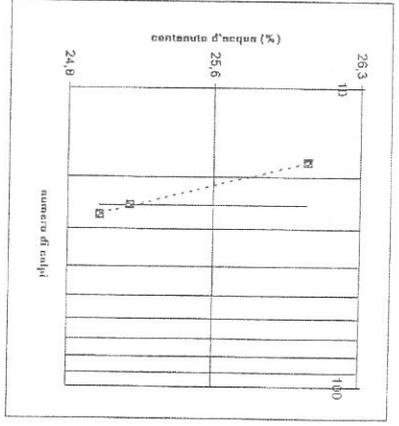
Numero tara	A1	A2	A3
Numero dei colpi	18	25	27
P. umido + tara	53,85	38,59	61,96
P. secco + tara	47,00	33,54	52,90
Peso tara	20,71	22,40	20,80
Peso umido	33,14	16,19	40,56
Peso secco	26,28	12,94	32,30
Contenuto d'acqua %	20,08	25,12	24,95

Limite Plastico

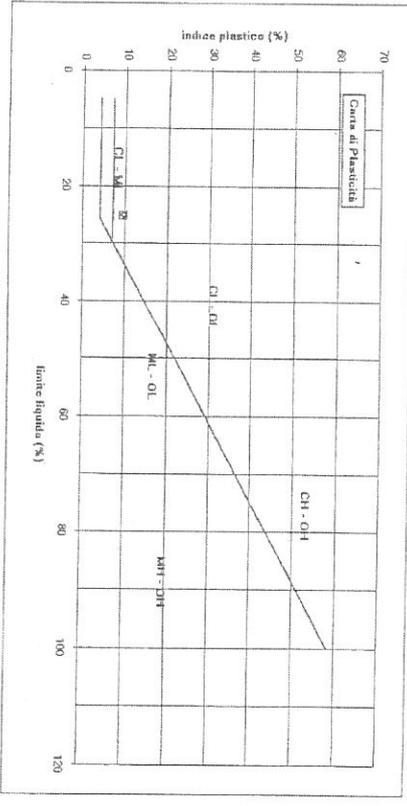
Numero tara	a	b	c
P. umido + tara	25,75	27,71	
P. secco + tara	24,88	26,90	
Peso tara	20,90	21,50	
Peso umido	5,45	6,21	
Peso secco	4,88	5,40	
Contenuto d'acqua %	16,45	19,00	

Contenuto d'acqua

Numero tara	1	2	3
P. umido + tara	76,65	58,42	
P. secco + tara	67,10	52,20	
Peso tara	20,92	22,35	
Peso umido	55,73	36,07	
Peso secco	46,18	29,85	
Contenuto d'acqua %	20,08	20,84	



Indice plastico	9
Consistenza	0,47
Liquidita	0,53
Fluidita	6,36
Tenacita	1,48



Limite Liquido %

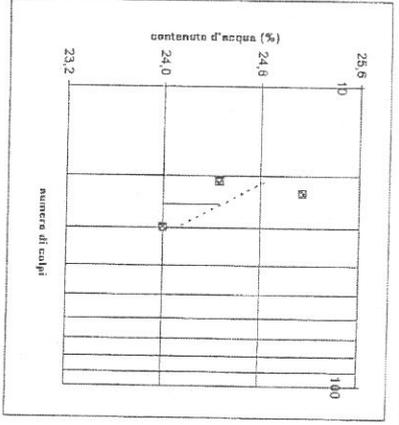
Numero tara	A1	A2	A3
Numero dei colpi	21	23	30
P. umido + tara	52,81	72,94	44,88
P. secco + tara	46,84	62,38	40,08
Peso tara	21,41	20,22	20,14
Peso umido	31,40	52,72	24,74
Peso secco	25,23	42,14	19,95
Contenuto d'acqua %	24,46	28,11	24,01

Limite Plastico

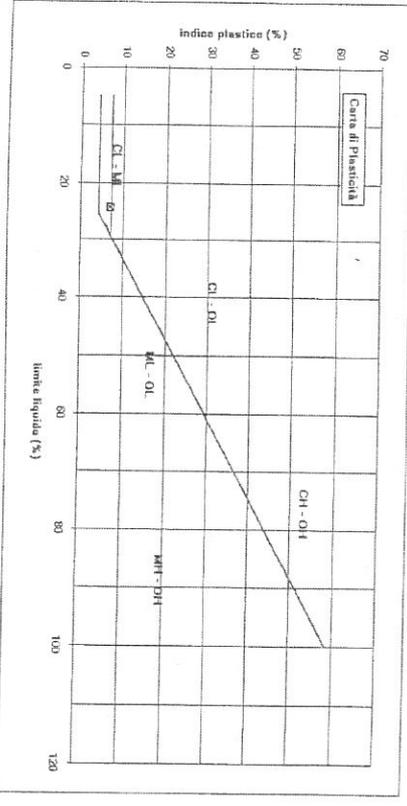
Numero tara	a	b	c
P. umido + tara	26,58	25,16	
P. secco + tara	25,82	24,80	
Peso tara	22,15	21,89	
Peso umido	4,28	3,46	
Peso secco	3,67	3,86	
Contenuto d'acqua %	19,25	16,34	

Contenuto d'acqua

Numero tara	1	2	3
P. umido + tara	42,21	58,42	
P. secco + tara	38,40	52,20	
Peso tara	20,86	22,35	
Peso umido	21,55	36,07	
Peso secco	17,74	29,85	
Contenuto d'acqua %	21,48	28,04	



Indice plastico	7
Consistenza	0,50
Liquidita	0,50
Fluidita	4,37
Tenacita	1,52



LABORATORIO GEOTECNICO - Via Municipale 40 - 07040 Tissi

LABORATORIO GEOTECNICO
 DR. MOROSO MADDALENA
 VIA MUNICIPALE 40 - TEL. 073398980
 07040 TISSI

LABORATORIO GEOTECNICO Via Municipale 40 - 07040 Tissi

LABORATORIO GEOTECNICO
 DR. MOROSO MADDALENA
 VIA MUNICIPALE 40 - TEL. 073398980
 07040 TISSI

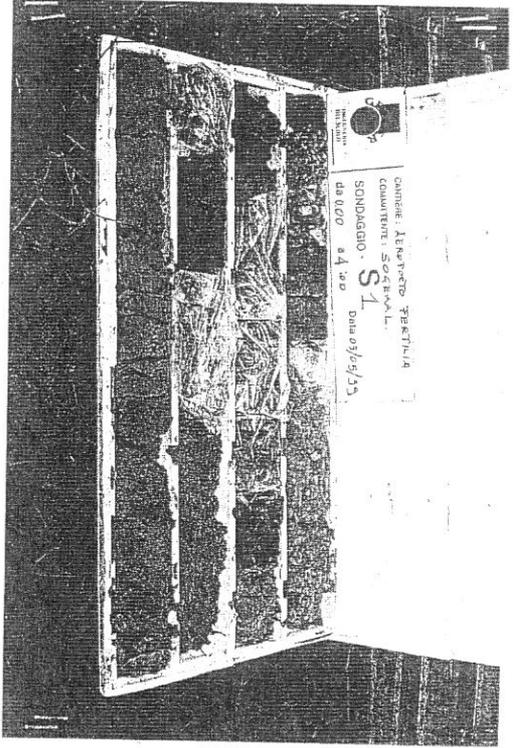


Foto n° 1 - Sondaggio S1

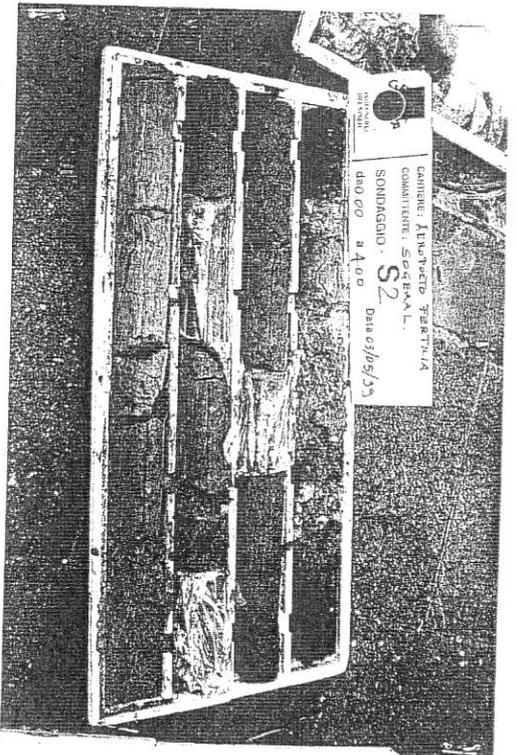


Foto n° 3 - Sondaggio S2

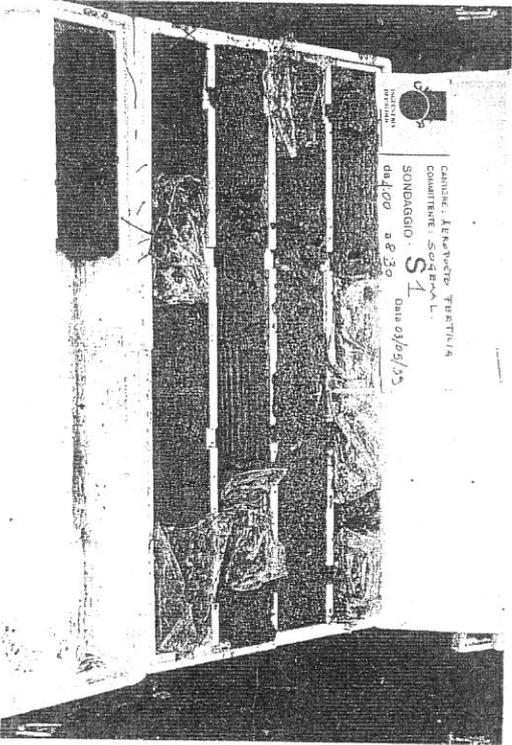


Foto n° 2 - Sondaggio S2

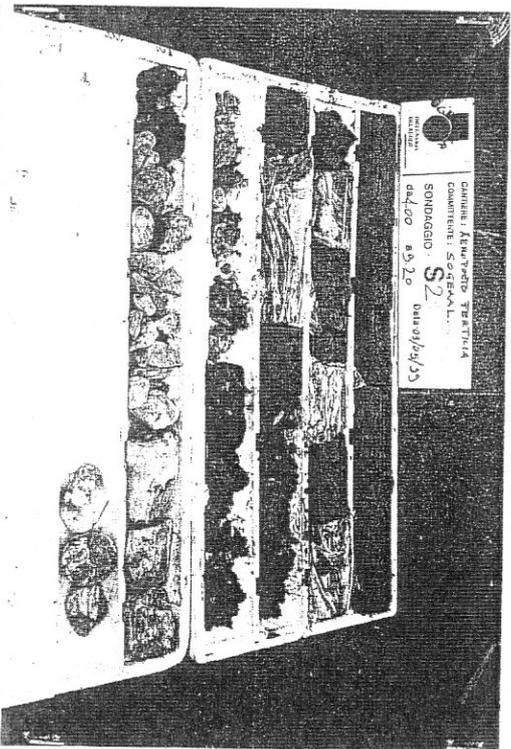


Foto n° 4 - Sondaggio S2

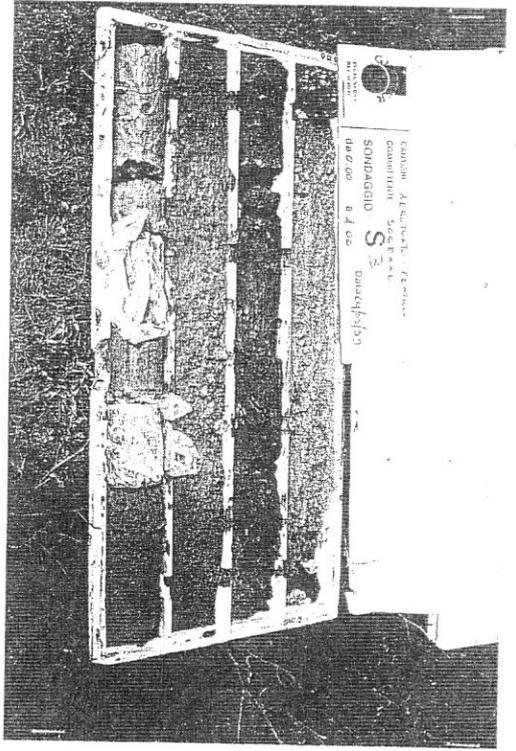


Foto n° 5 - Sondaggio S3

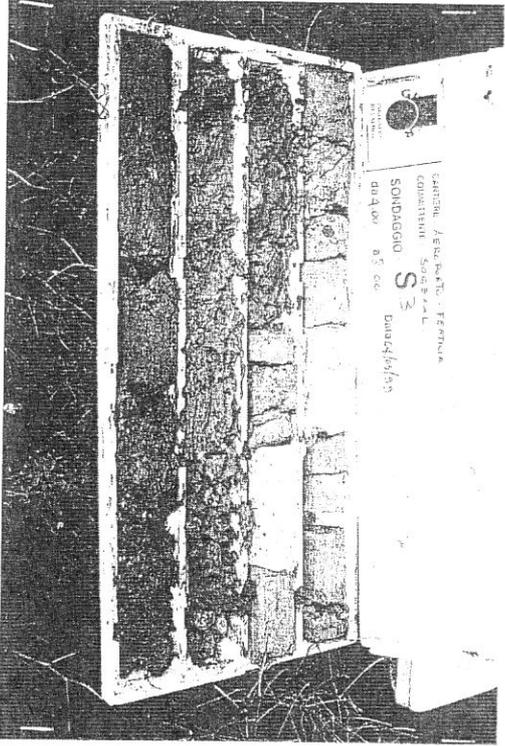


Foto n° 6 - Sondaggio S3

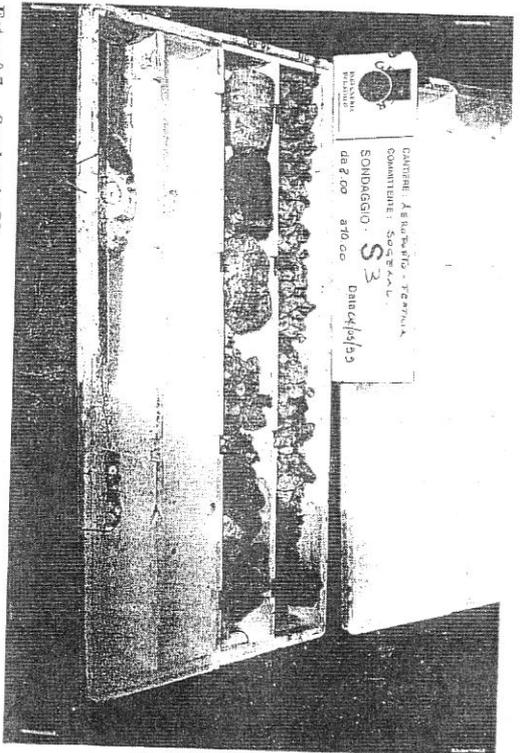


Foto n° 7 - Sondaggio S3

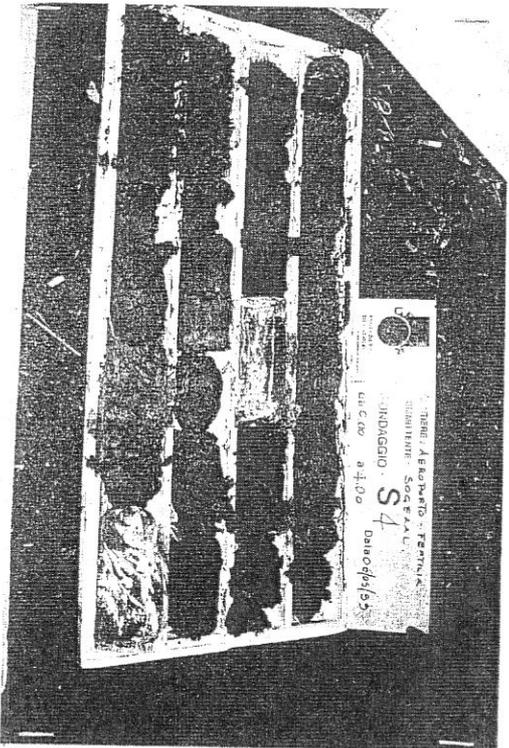


Foto n° 8 - Sondaggio S4

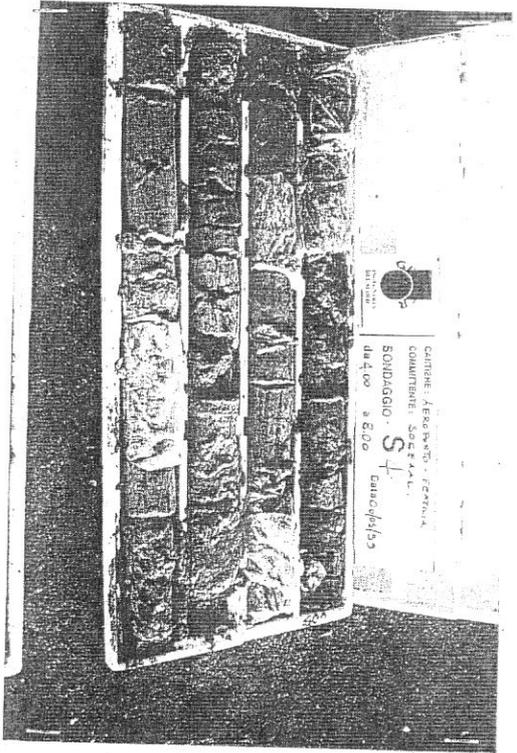


Foto n° 9 - Sondaggio S4

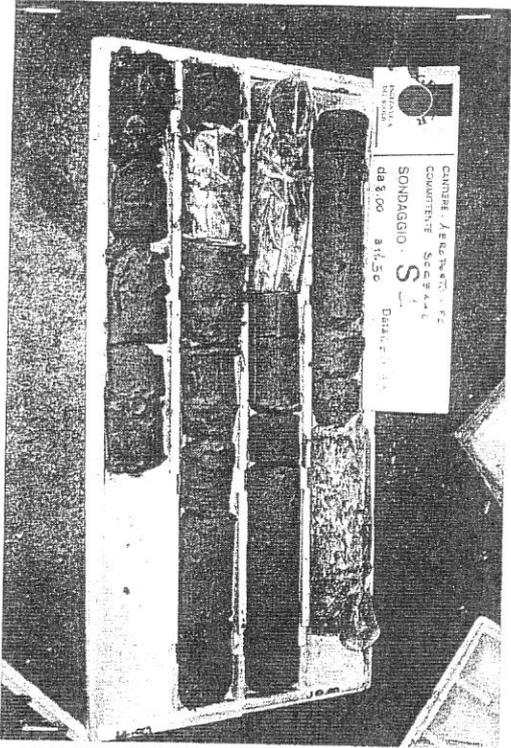


Foto n° 10 - Sondaggio S4

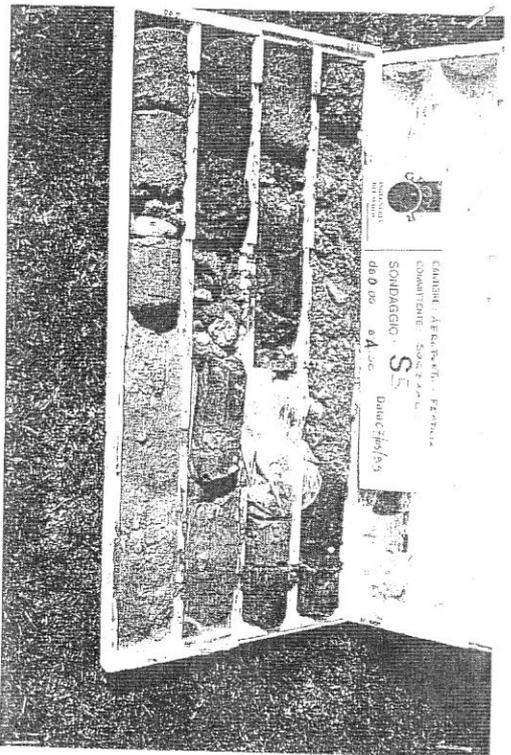


Foto n° 11 - Sondaggio S5

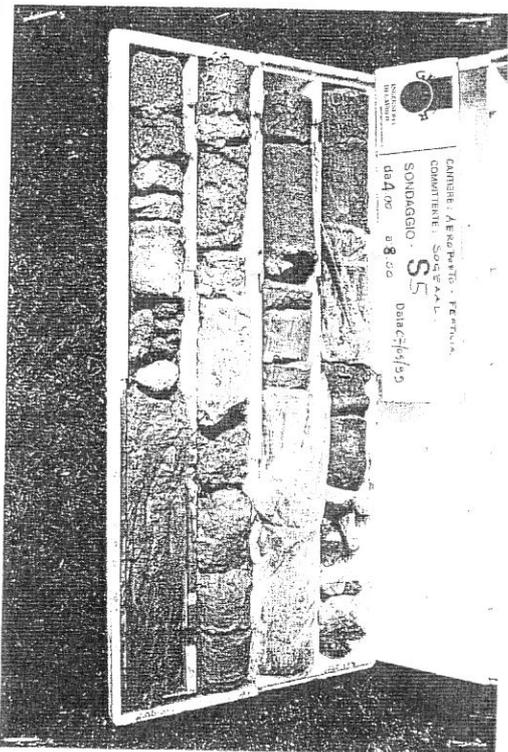


Foto n° 12 - Sondaggio S5

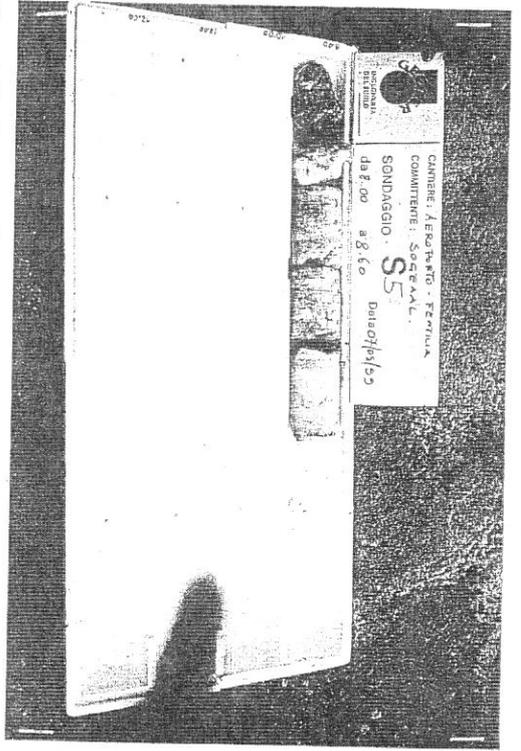


Foto n° 13 - Sondaggio S5

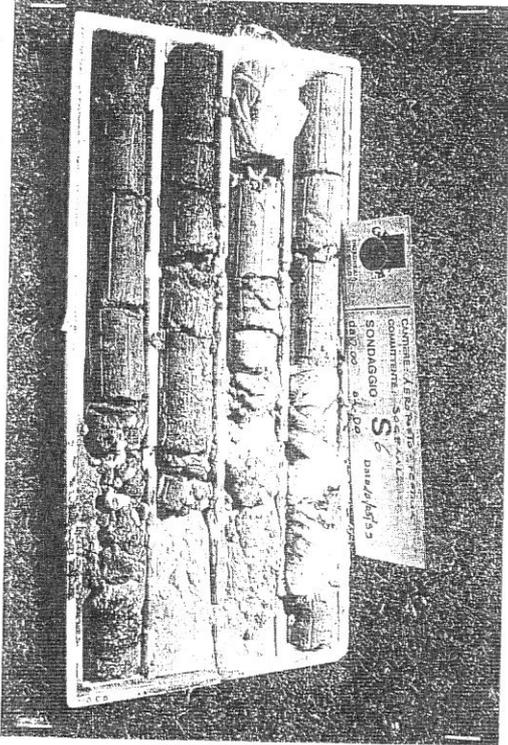


Foto n° 14 - Sondaggio S6

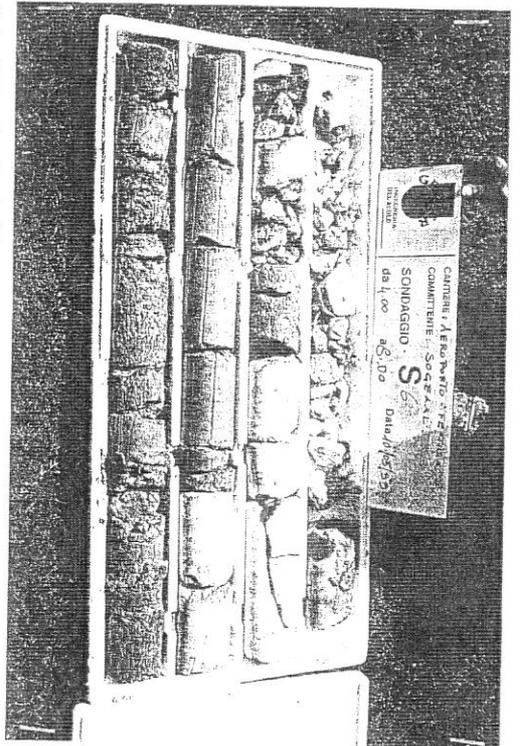


Foto n° 15 - Sondaggio S6



Foto n° 16 - Sondaggio S6