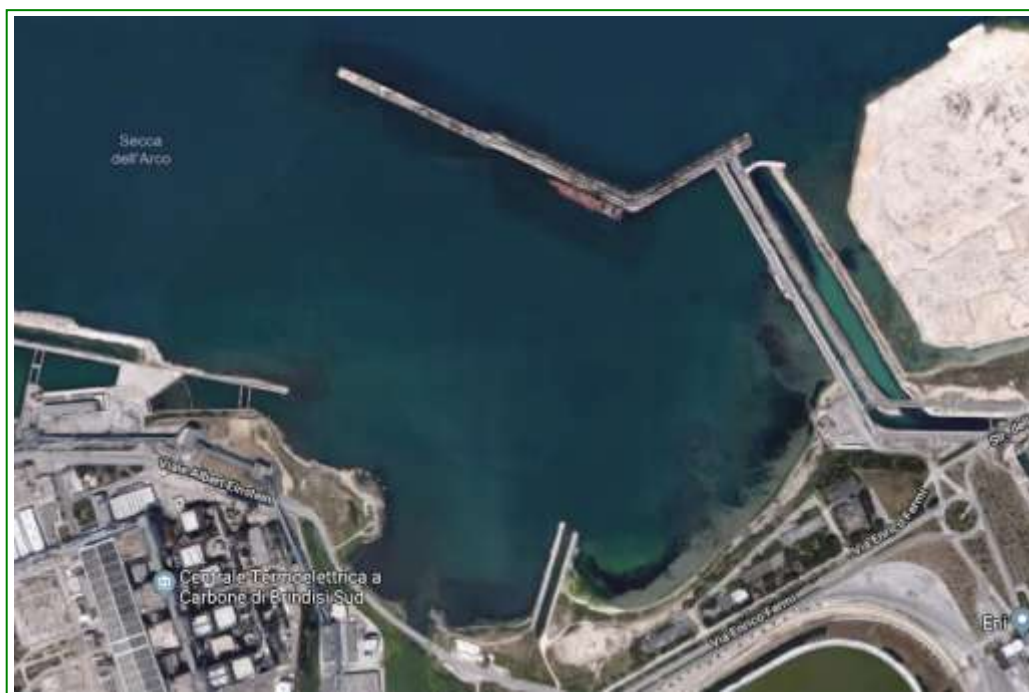


Relazione Tecnica



Indagini geognostiche

Lavori: Lavori per il completamento dell'infrastrutturazione portuale mediante banchinamento e realizzazione della retrostante colmata tra il Pontile Petrolchimico e Costa Morena Est".

Località: Porto di Brindisi - Brindisi;

Committente: Autorità di Sistema Portuale del Mar Mediterraneo Meridionale

Luglio 2019



INDICE

0. PREMESSA.....	3
1. PERFORAZIONI A CAROTAGGIO CONTINUO.....	3
1.1 – Campioni indisturbati.....	4
2. PROVE PENETROMETRICHE.....	5
1.1 – CPT (Cone Penetration Test)	6
APPENDICE A1 – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	
APPENDICE A2 – STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI	
APPENDICE A3 – UBICAZIONE DELLE INDAGINI	
APPENDICE A4 – CERTIFICATI DEL LABORATORIO GEOTECNICO	
APPENDICE A5 – ELABORAZIONE PROVE CPTU	

0. PREMESSA

Su incarico ricevuto dall'Autorità di Sistema Portuale del Mar Mediterraneo Meridionale ed in funzione dei "Lavori per il completamento dell'infrastrutturazione portuale mediante banchinamento e realizzazione della retrostante colmata tra il Pontile Petrolchimico e Costa Morena Est" la scrivente **ISOGEA S.r.l.** ha eseguito presso la suddetta area del Porto di Brindisi, una campagna di indagini geognostiche completando le seguenti attività:

- N. 4 sondaggi a carotaggio continuo;
- N. 2 Prove penetrometriche di tipo CPTU.

Inoltre sono stati prelevati N. 9 campioni indisturbati di terreno su cui sono state eseguite le prove di laboratorio previste dal piano di indagini.

L'ubicazione delle indagini effettuate, può essere evinta dalla planimetria allegata alla presente relazione in **Appendice A4**; nelle **Appendici A2 e A3** sono consegnati i risultati delle prove in sito, mentre nell'**Appendice A1** è consegnata la documentazione fotografica.

1. PERFORAZIONI A CAROTAGGIO CONTINUO

Sono stati realizzati 4 sondaggi con andamento verticale per ricostruire la successione stratigrafica dei terreni fino alla profondità di 30 metri dalla quota del fondale marino. Per tali operazioni è stata utilizzata una sonda oleodinamica a rotazione CMV 200 (vedi Tabella 1); la campionatura continua rimaneggiata, è stata prelevata con carotiere semplice avente diametro \varnothing 101mm, spinto in profondità da aste con filettatura tronco conica del diametro esterno di \varnothing 76mm; l'avanzamento è proceduto a secco e con bassa velocità di rotazione in modo da disturbare quanto meno possibile i terreni.

La stabilizzazione delle pareti dei fori di sondaggio è stata ottenuta ponendo in opera una tubazione metallica di rivestimento del diametro \varnothing 127mm, solo per la posa in opera del rivestimento si è fatto uso di acqua. La campionatura continua prelevata è stata sistemata in apposite cassette catalogatrici in plastica, munite di scomparti divisori e coperchio apribile a cerniera; sui bordi sono state indicate le profondità di prelievo delle carote, mentre dei setti divisori separano le varie manovre dandone indicazioni circa la lunghezza. Le cassette, dopo l'ultimazione del sondaggio, sono state fotografate.

Sondaggio	Profondità (m)	Inclinazione (°)	Campioni Indisturbati (n.)	Rivestimento (m)	Cassette (n.)
S1	34,00	Verticale (90°)	3	16,50	5
S2	36,00	Verticale (90°)	2	18,00	5
S3	36,00	Verticale (90°)	2	22,50	5
S4	32,50	Verticale (90°)	2	16,50	4
Totale	138,50		9	73,50	19

Tabella 1 – Riepilogo sondaggi

1.1 - Campioni indisturbati

Nel corso dei sondaggi sono stati prelevati N.9 Campioni Indisturbati per mezzo di campionatori a pressione spinti dall'alto (tipo Shelby). L'astuccio portacampione (fustella) è costituito da un tubo in acciaio inox avente diametro Ø 88,9 mm e lunghezza compresa tra i 50 ed i 65 cm. La fustella è stata poi opportunamente sigillata con paraffina fusa a caldo ed è stata sollecitamente trasferita al laboratorio per le previste analisi e prove geotecniche. Le profondità di prelievo di tali campioni e le prove eseguite sono riassunte nella seguente tabella:

Campione	Tipo	CFG	LIM	GRN	TD	CID	UU	ED	Profondità
S1C1	Indisturbato	X	X	X		X		X	14,50 ÷ 15,00
S1C2	Indisturbato	X	X	X		X		X	28,00 ÷ 28,50
S1C3	Indisturbato	X	X	X		X		X	33,50 ÷ 34,00
S2C1	Indisturbato	X	X	X	X			X	18,00 ÷ 18,50
S2C2	Indisturbato	X	X	X		X		X	35,00 ÷ 35,50
S3C1	Indisturbato	X	X	X		X		X	15,30 ÷ 15,80
S3C2	Indisturbato	X	X	X		X	X	X	34,70 ÷ 35,20
S4C1	Indisturbato	X	X	X	X			X	18,00 ÷ 18,50
S4C2	Indisturbato	X	X	X			X	X	29,50 ÷ 30,00

Tabella 2 – Riepilogo Prove Eseguite sui Campioni Indisturbati

I corrispondenti parametri geotecnici sono inseriti nella Tabella IV:

Campione	Profondità	γ_{NAT} (kN/m ³)	γ_S (kN/m ³)	c kPa	φ	Definizione A.G.I.
S1C1	14,50 ÷ 15,00	32,1	26,1	16,6 (CD)	26,4	Limo con sabbia
S1C2	28,00 ÷ 28,50	20,8	26,0	18,2 (CD)	25,0	Limo con sabbia argilloso
S1C3	33,50 ÷ 34,00	21,4	25,5	51,7 (UU)	--	Limo argilloso e sabbioso
S2C1	18,00 ÷ 18,50	21,0	26,0	1,7 (CD)	30,9	Sabbia limosa debolmente argillosa
S2C2	35,00 ÷ 35,50	32,9	26,6	22,4 (CD)	24,3	Limo sabbioso e argilloso

Campione	Profondità	γ_{NAT} (kN/m ³)	γ_s (kN/m ³)	c kPa	φ	Definizione A.G.I.
S3C1	15,30 ÷ 15,80	30,5	26,4	17,1 (CD)	25,8	Limo con sabbia debolmente argilloso
S3C2	34,70 ÷ 35,20	20,7	25,6	30,8 (CD) 54,5 (UU)	25,2	Limo argilloso e sabbioso
S4C1	18,00 ÷ 18,50	20,4	25,8	1,4 (CD)	30,6	Sabbia limosa debolmente argillosa
S4C2	29,50 ÷ 30,00	26,3	26,2	13,6 (CD)	26,6	Limo con sabbia debolmente argilloso

Tabella 3 – Riepilogo dei Parametri Geotecnici

2. PROVE PENETROMETRICHE

È noto come un oggetto conico infisso mediante battute o spinte, incontri, durante la penetrazione, una resistenza direttamente proporzionale alla natura del mezzo attraversato. Se il mezzo attraversato è il terreno, questa resistenza dipende dalle caratteristiche *fisico-meccaniche* nelle quali si trova allo stato naturale.

Le variabili in gioco sono quindi molteplici e sovente interdipendenti (*granulometria, peso specifico reale, indice dei vuoti, addensamento o preconsolidazione, forma dei granuli, carico litostatico, coesione ed angolo d'attrito, resistenza al taglio, consistenza*, caratteristiche di *liquidità e plasticità, fase drenata* o non, e ancora molte altre).

Ciononostante è possibile ritenere, in prima approssimazione, che nei terreni incoerenti prevalga, a parità di altre condizioni, l'effetto dell'addensamento relativo, mentre nei terreni coesivi assumano notevole importanza la coesione e lo stato di *preconsolidazione* (sotto certi aspetti, riconducibili in senso lato, allo stato di umidità naturale).

La ricerca di standard comuni e di normative ad essi riferibili, esigenza presente e mai del tutto soddisfatta nelle prove sperimentali, ha portato a certe unificazioni nel campo delle *prove penetrometriche*.

Queste si sono differenziate, quindi, da una parte in quelle dinamiche, dove la spinta viene realizzata per battute successive e dall'altra, in quelle statiche, dove la spinta sulla punta è continua.

1.1 - CPT (Cone Penetration Test)

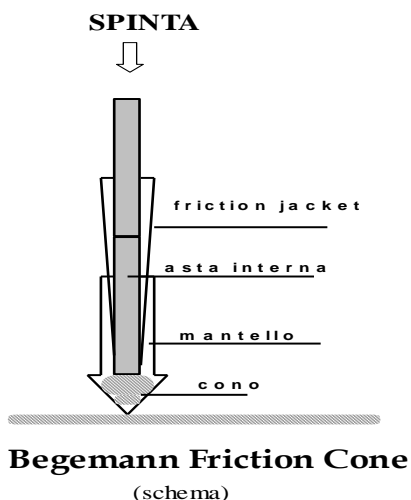
Nella *Tabella I* sono riportate le denominazioni e le profondità raggiunte da ciascuna delle *prove penetrometriche* statiche effettuate. Da un punto di vista generale la *prova penetrometrica* statica consiste nell' infiggere nel terreno delle aste metalliche a velocità costante ($\leq 2 \text{ cm/sec}$).

La parte dello strumento situata all'estremità inferiore delle aste è costituita da una punta, progettata in modo da misurare la *resistenza alla punta* (qc) e l'*attrito laterale* (fs) del terreno che agisce su un manicotto sistemato al di sopra della punta stessa. Essa viene infissa, in una prima fase, di 4cm, poi si spinge manicotto e punta per una profondità di 12cm; la differenza tra il primo ed il secondo valore fornisce l'aderenza laterale del terreno. Successivamente la batteria di aste è fatta avanzare sino al congiungimento della punta e del manicotto, per cui l'avanzamento totale è di 20cm.

Tramite il rapporto $I_f = qc/fs$ (*Indice delle Resistenze*) ed $R_f = (fs/qc)100$ (*Rapporto della Resistenza*) è possibile ricostruire una stratigrafia abbastanza dettagliata del terreno, bisogna però fare molta attenzione alla scelta dei valori in quanto le misure di qc e di fs non sono contemporanee ed inoltre il manicotto di attrito è posto più in alto del cono.

Per l'esecuzione delle prove in oggetto è stato utilizzato un penetrometro statico *Pagani Tipo TG 63/200kN*, equipaggiato con punta meccanica *tipo olandese*, dotato inoltre di tre pistoni equilibratori, oltre che di eliconi per migliorare l' ancoraggio.

La *punta conica* utilizzata (*Tipo Begemann Friction Cone*), ha un angolo di 60° ed un diametro alla base di $3,57 \text{ cm}$, con un' area di base di 10 cm^2 .



Al di sopra del cono è posto un mantello di diametro ridotto rispetto a quello della base del cono stesso, per rendere minima l'eventuale influenza del terreno sul meccanismo di scorrimento. La lunghezza del mantello è il triplo del diametro della base del cono .

Al di sopra del cono e del mantello è quindi posto il "**Friction Jacket**", che ha lo stesso diametro della base del cono ed una lunghezza di **13,4 cm (superficie di 150 cm²)**.

Le aste esterne, cave, rimangono ferme nel corso della prova vera e propria, e servono per far avanzare la punta **penetrometrica** fino alla profondità desiderata.

Il loro diametro esterno è minore di quello della base del cono per una lunghezza minima di **40 cm** al di sopra della base stessa ed il loro diametro interno è costante. Le aste sono lunghe **1m** e sono avvitate l'una all'altra in modo da formare un corpo unico rigido, con un asse continuo e rettilineo.

All'interno delle aste è collocata una serie di aste interne, che servono per spingere nel terreno la **punta penetrometrica**, mentre le aste esterne rimangono ferme, nella fase della prova in cui si misura la resistenza alla punta.

La Prova C.P.T.U. è analoga alla C.P.T., differenza basilare è che tale prova è prevista per essere effettuata in terreni saturi; infatti permette, con l'utilizzo del Piezocono al posto di una normale punta elettrica, di ottenere informazioni circa la pressione dinamica dell'acqua nei pori durante la penetrazione della punta. Da ciò è possibile acquisire informazioni circa

il livello idrostatico della falda nel terreno e valutare le caratteristiche di consolidazione di materiali coesivi teneri.

Il Piezocono è una punta a forma di cono con una parte in materiale poroso; l'importanza di tale prova risulta più evidente se si considera che in terreni argillosi la pressione dei pori può raggiungere anche il 50% della resistenza alla punta.

Nella **Tabella 4** sono riportate le denominazioni e le profondità raggiunte da ciascuna delle *prove penetrometriche* tipo *CPTU* effettuate.

Prova	Unità di Misura	Profondità
CPTU01	m	30,00
CPTU02	m	30,00
Totale	m	60,00

Tabella 4 – Riepilogo dei Prove Penetrometriche

Scafati 31/07/2019

dott. geol. Antonio Paletta

