



Via Karl Ludwig Von Bruck, 3  
TRIESTE

**PROG. A.P.T. N° 1717- ESECUZIONE DI UNA CAMPAGNA  
DI INDAGINI GEOGNOSTICHE, DI TIPO INDIRETTO  
MEDIANTE PROSPEZIONI SISMICHE A MARE,  
FINALIZZATA ALLA RICOSTRUZIONE DEL  
SUBSTRATO ROCCIOSO E PROPEDEUTICA  
ALLA PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE  
DEI FUTURI INTERVENTI INFRASTRUTTURALI  
NEL PORTO DI TRIESTE**

*Relazione Tecnica*

*marzo 2010*

## 1.0) PREMESSA

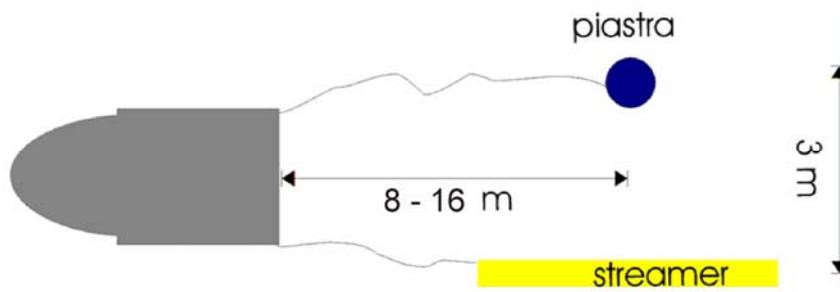
A seguito dell'incarico conferitoci dall'Autorità Portuale di Trieste con Prot. n° 0001938/P dd. 10.02.2010, per quanto all'esecuzione di una campagna di indagini geognostiche, di tipo indiretto mediante prospezioni sismiche a mare, finalizzata alla ricostruzione del substrato roccioso e propedeutica alla progettazione e realizzazione dei futuri interventi infrastrutturali nel Porto di Trieste, sono state eseguite le indagini in corrispondenza delle aree oggetto di ampliamento del Molo V e Molo VI, del Molo VII e di realizzazione del Molo VIII, i cui risultati sono compendati nella presente relazione tecnica e nei relativi elaborati allegati.

## 2.0) INDAGINI ESEGUITE

La metodologia di acquisizione mediante prospezioni geofisiche di tipo sismico a mare è largamente utilizzata nell'esplorazione del sottosuolo, è basata sulla generazione di onde acustiche che si propagano nel fluido e nel sottosuolo e che, in corrispondenza di interfacce caratterizzate da un contrasto di impedenza acustica, vengono riflesse. L'energia riflessa è registrata da sensori sensibili alle variazioni di pressione, denominati idrofoni. Il tipo di sorgente, la configurazione ed il numero dei sensori sono stati definiti in base alla profondità dal fondale marino delle interfacce da rilevare. Le prospezioni eseguite sono state condotte mediante l'utilizzo di idonea imbarcazione per il traino della sorgente di energizzazione sismica e del cavo con gli idrofoni (streamer), così ottenendo un profilo sismico continuo.

L'obiettivo della prospezione sismica a mare in oggetto è consistito nell'identificazione e definizione della profondità dal livello medio mare del tetto del Flysch, ovvero del basamento roccioso, in corrispondenza delle aree oggetto di ampliamento del Molo V e VI, Molo VII e realizzazione del Molo VIII del Porto di Trieste, così come previsto dal Piano Regolatore Portuale in fase di approvazione. La formazione del Flysch triestino è caratterizzata da alternanza di litotipi marnoso-arenacei di origine torbidaica ed è soggiacente a sedimenti di origine marina incoerenti, caratterizzati da limi, argille, sabbie e talora ghiaie.

Il sistema utilizzato nelle indagini eseguite è composto da una sorgente di tipo Boomer ed uno streamer dotato di idrofoni ad alta sensibilità. La sorgente acustica è costituita da una unità di comando ed alimentazione e da una piastra elettrodinamica. L'unità di alimentazione consente di generare impulsi elettrici ad alta tensione (da 2.500 a 4.000V) con un'energia di 150 J ed intervalli di scoppio regolabili tra 1 e 4 secondi. Il trasduttore elettrodinamico è stato montato su un telaio solidale a due galleggianti cilindrici laterali, disposti nel senso di minor attrito di avanzamento, in modo da rimanere sospeso in acqua ad una profondità pressoché costante senza provocare turbolenze, come evidenziato nelle seguenti immagini.



*Schema di acquisizione*



*Sorgente boomer al traino*

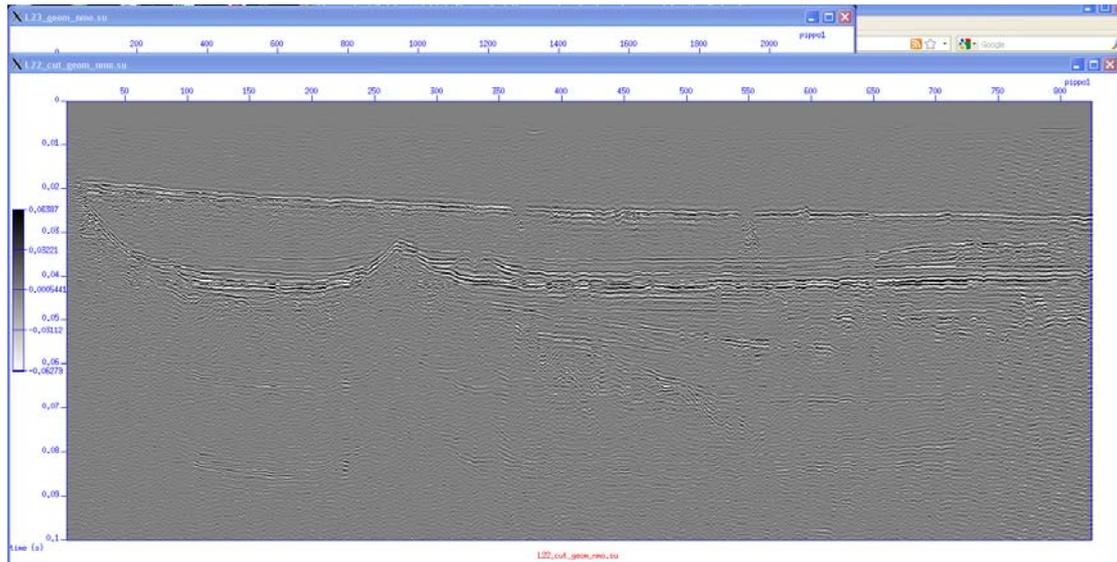
I segnali riflessi provocati dalle interfacce tra mezzi caratterizzati da diversa impedenza acustica, sono rilevati dagli idrofoni contenuti nello streamer. Questi sensori di pressione sono realizzati con cristalli piezoelettrici ed i segnali sono stati campionati a 8÷16 KHz con risoluzione di 24 bit. Il posizionamento degli stendimenti a mare è stato rilevato mediante sistema GPS differenziale, unitamente a sistemi di navigazione per seguire le rotte pianificate ed a ecoscandaglio digitale per la contestuale acquisizione del relativo dato batimetrico

I parametri di acquisizione sono di seguito elencati

<i>Sorgente:</i>	<i>Bomber ECG Geometrics (150 joule)</i>
<i>Sensori:</i>	<i>streamer ECG monocanale (somma di 8 idrofoni)</i>
<i>Acquisitore:</i>	<i>Seismic Source Daq Link III</i>
<i>Passo di campionamento temporale:</i>	<i>0.0625 – 0.125 microsecondi</i>
<i>Passo di campionamento spaziale:</i>	<i>2÷4 m</i>

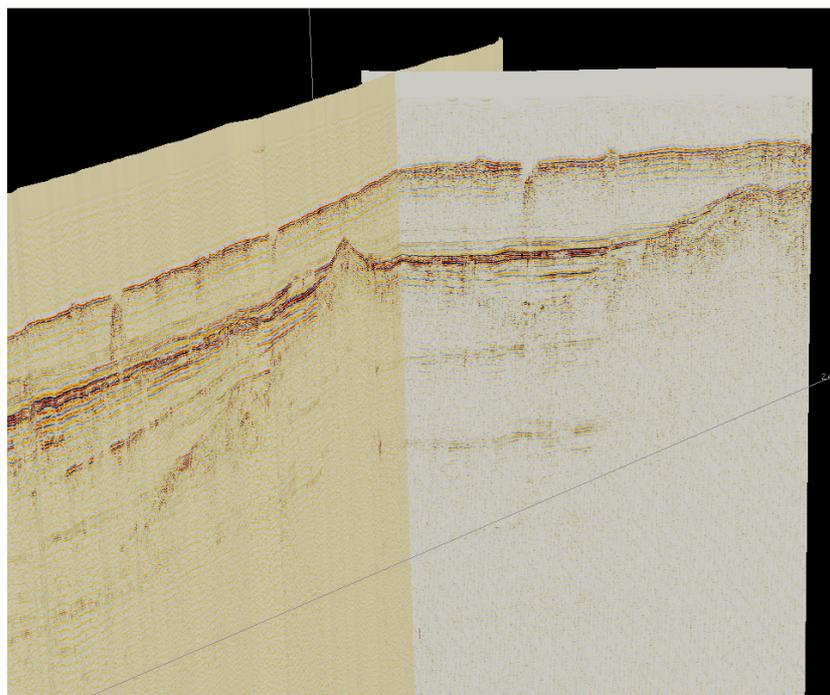
L'acquisizione è stata eseguita lungo una serie di stendimenti tra loro intersecanti, come meglio illustrato negli elaborati allegati. La metodologia di prospezione geofisica ha richiesto la calibrazione e la taratura del dato sismico, mediante acquisizione di alcuni stendimenti in corrispondenza di alcuni sondaggi a mare già eseguiti con litostratigrafia nota, che hanno consentito di definire i parametri di acquisizione sulla base di test condotti prima dell'inizio del rilievo. In particolare, gli stendimenti L11 ed L1 sono stati ubicati in corrispondenza di alcuni sondaggi per consentire la taratura del dato sismico. Il controllo di qualità del dato è stato eseguito durante le fasi di acquisizione, al fine di valutare l'effettivo raggiungimento dell'obiettivo ed il corretto funzionamento della strumentazione.

Sulla base delle prospezioni così eseguite, è stata effettuata l'analisi dei campi d'onda registrati e sono state applicate delle sequenze di elaborazione atte ad aumentare il rapporto tra segnale e disturbo, come meglio evidenziato nella seguente figura.



*Esempio di dato sismico acquisito*

Le successive conversioni tempo/profondità svolte sui dati così elaborati, hanno consentito di identificare le profondità del riflettore, ovvero la profondità del tetto del Flysch dal livello medio mare nelle aree oggetto di rilievo e da tali dati sono state successivamente redatte sia la planimetria georeferenziata, delle isopache di profondità del tetto del basamento roccioso, sia le allegate sezioni geologico-interpretative.



*Visualizzazione 3D dei profili 2D*

### 3.0) CONCLUSIONI

Sulla base di quanto sopra illustrato relativo alle indagini geognostiche mediante prospezioni sismiche a mare eseguite nelle aree in oggetto, si evidenzia che in corrispondenza dell'area interessata dall'ampliamento del Molo V e Molo VI, il tetto del Flysch è stato riconosciuto a profondità massima di circa - 65.0 m dal l.m.m. lungo il limite d'intervento, mentre il basamento roccioso risale gradualmente sino a profondità di circa - 35.0 m dal l.m.m. all'interno del bacino compreso tra i due moli esistenti.

Per quanto, invece, alle aree oggetto di ampliamento del Molo VII, il tetto del Flysch è stato riconosciuto a profondità massima di circa - 76.0 m dal l.m.m. in corrispondenza del limite esterno d'intervento, mentre in corrispondenza della testa del molo esistente, tale profondità si riduce a circa - 45.0 m dal l.m.m..

Infine, nelle aree oggetto di realizzazione del Molo VIII, il tetto del Flysch è stato riconosciuto a profondità massima di circa - 61.0 m dal l.m.m. in corrispondenza del limite esterno d'intervento, mentre in prossimità dell'attuale linea di costa tale valore è stato rilevato pari a circa - 25.0÷30.0 m dal l.m.m., con valori minori presenti lungo il limite meridionale dell'area. Si evidenzia, inoltre, che nelle sue aree intermedie è stata identificata una risalita del tetto del basamento roccioso, probabilmente determinata dalla presenza di una discontinuità tettonica, che mostra il tetto del Flysch a profondità di circa - 40.0 m dal l.m.m..

*Trieste, marzo 2010*