

*Incontro Annuale dei Ricercatori di Geotecnica 2002 - IARG 2002
Napoli, 19-21 Giugno 2002*

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE NELL'AREA PORTUALE DI GIOIA TAURO

Johann Facciorusso e Giovanni Vannucchi
Dipartimento di Ingegneria Civile, Università di Firenze
e-mail: johannf@dicea.unifi.it; giovan@dicea.unifi.it

Sommario

Il lavoro presenta i risultati finora ottenuti nell'ambito di uno studio finalizzato alla valutazione del potenziale di liquefazione nell'area portuale di Gioia Tauro effettuata con metodi semplificati basati sui risultati di prove CPT e SPT.

Introduzione

La ricerca, tuttora in corso, è svolta nell'ambito del progetto "Analisi geotecniche e sismiche per l'area dello Stretto di Messina" cui partecipano le Unità di Ricerca delle Università di Catania, Firenze, Messina, Reggio Calabria e del Politecnico di Milano. L'area di studio, che ha un'estensione di 5.7 km², è rappresentata dalla zona portuale e costiera di Gioia Tauro, ed è stata in passato oggetto di numerosi studi e ricerche (ENEL, ISMES, ecc.), in quanto destinata ad ospitare in un primo tempo un centro siderurgico, poi una centrale termoelettrica e infine le infrastrutture portuali attualmente esistenti. La documentazione tecnica esaminata comprende: 54 sondaggi stratigrafici con profondità comprese tra 16.95 m e 91.30 m, i risultati di prove di laboratorio effettuate su numerosi campioni rimaneggiati e indisturbati, 115 prove CPT a punta meccanica, 42 profili di prove SPT in foro di sondaggio (con interasse medio di 1.5 m) e 79 in foro autonomo (con interasse di 1 m). Il territorio in studio ricade nella zona di massima sismicità in Italia, con una magnitudo attesa di 7.3 (con periodo di ritorno di 500 anni) e un'accelerazione massima di 0.45 g. Data la natura dei terreni di fondazione, sabbiosi sciolti sotto falda, l'elevata sismicità della zona e l'occorrenza di liquefazione durante terremoti storici, l'area è a forte rischio. L'obiettivo di questa ricerca è la stesura di carte di rischio di liquefazione con lo scopo di fornire uno strumento utile per le scelte di pianificazione urbanistica, di sviluppo e di difesa di un territorio molto vulnerabile.

Successione stratigrafica

È stata effettuata una prima ricostruzione stratigrafica del sottosuolo, lungo 10 sezioni, estesa a grandi profondità, sulla base delle stratigrafie dei sondaggi, e sono state identificate cinque formazioni principali. Per quanto riguarda la valutazione del potenziale di liquefazione la massima profondità di interesse è di 20 m, per cui le formazioni interessate sono principalmente le prime tre, oltre al terreno di riporto superficiale. Esse sono, in ordine di sovrapposizione dall'alto verso il basso:

?? Rt : terreni di riporto (sabbioso, vegetale);

?? A: depositi eolici rimaneggiati (di spessore circa 3 m);

?? B: ghiaie poligeniche litorali e fluviali, Pleistocene med.-sup. (di spessore circa 10 m);

?? C: sabbie a livelli ghiaiosi, di ambiente litoraneo. La formazione (spessore da 30 a 70 m) è del Pleistocene med.-sup. ed è assai variegata;

Dalla descrizione litologica risulta che i terreni meno suscettibili di liquefazione appartengono alla formazione indicata con B.

Una seconda analisi, più approfondita e limitata ai primi 20 m di profondità, è stata effettuata in corrispondenza delle verticali relative alle prove CPT, dove è possibile, sulla base dei valori di q e f_s , determinare un indice I_c con cui classificare il terreno nelle seguenti classi (Robertson, 1990): 1 (terreni fini ad alta sensibilità); 2 (terreni organici – torbe; $I_c > 3.6$); 3 (argille - da argilla limosa ad argilla; $2.95 < I_c < 3.60$); 4 (miscele di limi - da limo argilloso ad argilla limosa; $2.60 < I_c < 2.95$); 5 (miscele di sabbie - da sabbia limosa a limo sabbioso $2.05 < I_c < 2.60$); 6 (sabbie – da sabbia pulita a limosa; $1.31 < I_c < 2.05$); 7 (da sabbia ghiaiosa a sabbia densa; $I_c < 1.31$); 8 (da sabbia molto dura, molto sovraconsolidata o cementata, g a sabbia argillosa); 9 (terreni fini molto duri molto sovraconsolidati o cementati). Sono stati giudicati non suscettibili di liquefazione i terreni appartenenti alle prime 4 classi e quelli nei quali non è stato possibile eseguire la prova CPT a causa dell'elevata resistenza del materiale.

Dai raffronti tra i risultati delle prove CPT e le stratigrafie dei sondaggi vicini, si è visto come i terreni della formazione A si possono considerare appartenenti alla classe 6, i terreni di riporto alle classi 6 e 7, i terreni della formazione C alle classi 5, 6 e 7, mentre i terreni della formazione B non sono stati classificati a causa dell'impossibilità di eseguire la prova CPT, ma per tale motivo sono stati giudicati comunque non suscettibili di liquefazione. In Figura 1 sono riportati i risultati relativi a tale schematizzazione per una delle sezioni investigate (riportata in pianta nella Figura 3).

Stima del potenziale di liquefazione

È stata stimata la capacità di resistenza alla liquefazione (CRR) al variare della profondità da prove CPT (Figura 2), seguendo la procedura di Robertson e Wride (1997), e da prove SPT, secondo la procedura di Seed et al. (1985). Quindi è stata determinata la domanda di resistenza alla liquefazione (CSR) al variare della profondità sulla base del terremoto di progetto considerato, secondo la procedura indicata da Youd e Idriss (2001), e il fattore di sicurezza nei confronti della liquefazione, $FSL = CRR/CSR$. Infine, come indice integrale per ogni verticale di esplorazione, è stato determinato il potenziale di liquefazione con l'equazione di Iwasaki et al. (1978):

$$P_L = \int_0^{20} F(z) w(z) dz \quad (1)$$

in cui $F(z) = 0$ per $FSL > 1$ mentre è $F(z) = 1 - FSL$ per $FSL \leq 1$ e $w(z) = 10^{-2} \frac{z}{20}$

Analisi dei risultati e osservazioni conclusive

A partire dai valori del potenziale di liquefazione calcolati per ogni verticale di prova è stata costruita per interpolazione, utilizzando il programma ArcView, una superficie a

partire dalla quale sono state tracciate le curve di livello equipotenziali che delimitano nell'area le zone ad uguale rischio di liquefazione.

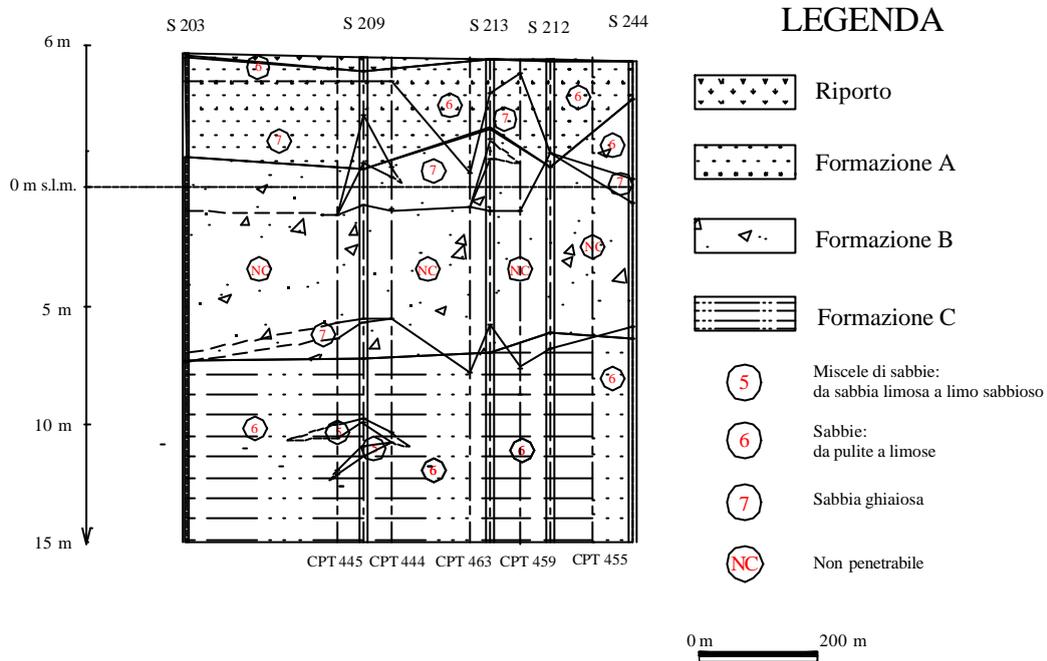


Figura 1. Sezione stratigrafica n.3 e classificazione dei terreni da prove CPT secondo Robertson (1990)

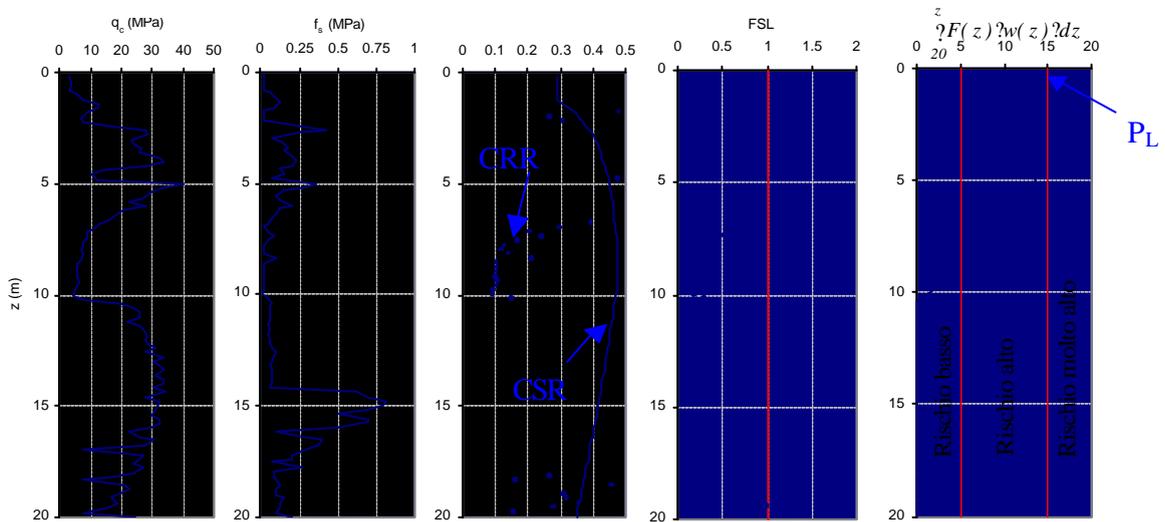


Figura 2 – Procedura seguita per il calcolo del potenziale di liquefazione a partire dai risultati delle prove CPT

Da una prima analisi della carta di microzonazione del rischio di liquefazione, secondo le classi di rischio riportate in Figura 3, si può osservare quanto segue:

?? la maggior parte dell'area oggetto dello studio è caratterizzata da un rischio di liquefazione molto basso o basso;

?? i valori più elevati del potenziale e quindi del rischio di liquefazione sono relativi ad una limitata area in prossimità della confluenza del canale del porto nel mare.

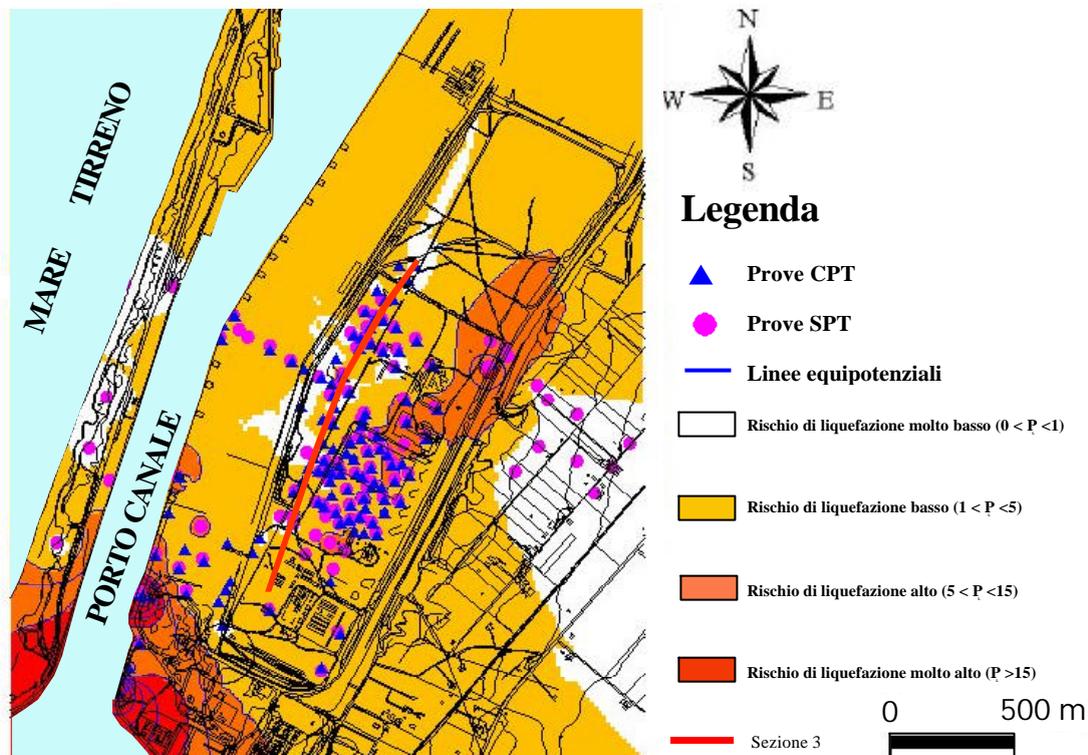


Figura 3. Carta di microzonazione del rischio di liquefazione per l'area portuale di Gioia Tauro

Riferimenti bibliografici

Iwasaki, T., Tatsuoka, F., Tokida, K. e S. Yasuda (1978) "A practical method for assessing soil liquefaction potential based on case studies at various sites in Japan". Proc. 2nd Int. Conf. on Microzonation for Safer Construction - Research and Application, San Francisco, California, Vol. 2, 885-896.

Robertson, P.K. (1990). "Soil classification using CPT". Canadian Geotechnical Journal, Ottawa, Canada, 27(1), pp. 151-158.

Robertson, P.K. and Wride (Fear), C.E. (1997). "Cyclic liquefaction and its evaluation based on SPT and CPT". Final contribution to the Proc. NCEER Workshop on Liquefaction, salt Lake City, USA

Seed, H.B., Tokimatsu, K., Harder, L.F. and R.M. Chung (1985). "The influence of SPT procedures in soil liquefaction resistance evaluations". Journal of Geotechnical Engineering., ASCE, 111(12), 1425-1445.

Youd, T.L. and I.M. Idriss (2001) "Liquefaction resistance of soils. Summary Report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshops on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils". Journ. of Geot. and Envir. Eng., ASCE, Vol. 127, N.4, 297-313.