

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
FEDERICO II



FACOLTA' DI INGEGNERIA
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA
PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO

Curriculum: Difesa del suolo
Dipartimento di Idraulica, Geotecnica ed Ambientale

TESI DI LAUREA

**TRASMISSIONE ONDOSA A TERGO DI BARRIERE SOMMERSE IN
ELEMENTI "REEF BALL"**

ABSTRACT

Relatore

Chiar.mo Prof. Ing. Mario Calabrese

Candidato

Ilaria Del Vita

Matr. 324/178

Correlatore

Chiar.mo Prof. Ing. Mariano Buccino

ANNO ACCADEMICO 2010 / 2011

La costa è da considerarsi una risorsa strategica, per l'Italia, come per molti altri paesi del mondo, in quanto rappresenta, oltre ad un valore di carattere paesaggistico e naturalistico, anche una risorsa economica; basti pensare che un solo metro quadro di litorale sabbioso di alta qualità è in grado di generare flussi finanziari dell'ordine di 10.000 euro per anno. In particolare l'Italia presenta un perimetro costiero di circa 7.500 Km, metà del quale costituito da litorali sabbiosi. Un'alta percentuale di questi ultimi è interessata da fenomeni di erosione costiera, dovuta a cause antropiche e/o naturali, per cui sono necessari interventi di protezione del litorale. E' ormai un fatto che l'unico sistema strutturale per la difesa costiera adoperato in Italia contempla l'impiego di barriere sommerse. Queste opere, tipicamente a gettata di massi naturali, hanno la cresta al disotto del livello medio mare e determinano una mitigazione dei fenomeni erosivi forzando il frangimento delle onde più alte, determinando una violenta dissipazione turbolenta sulla cresta e quindi una laminazione del carico ondoso sulla spiaggia protetta. Inoltre la bassa quota di cresta consente di ridurre l'impatto paesaggistico e di contenere i costi di realizzazione. Nell'elaborato di tesi verrà analizzata una particolare tipologia di masso impiegabile per la realizzazione di scogliere denominata *Reef Ball*. Si tratta di elementi campaniformi in calcestruzzo a PH neutro, cavi internamente e forati sulle pareti laterali, che vengono assemblati a formare strutture sommerse.



Esempio di Reef Ball

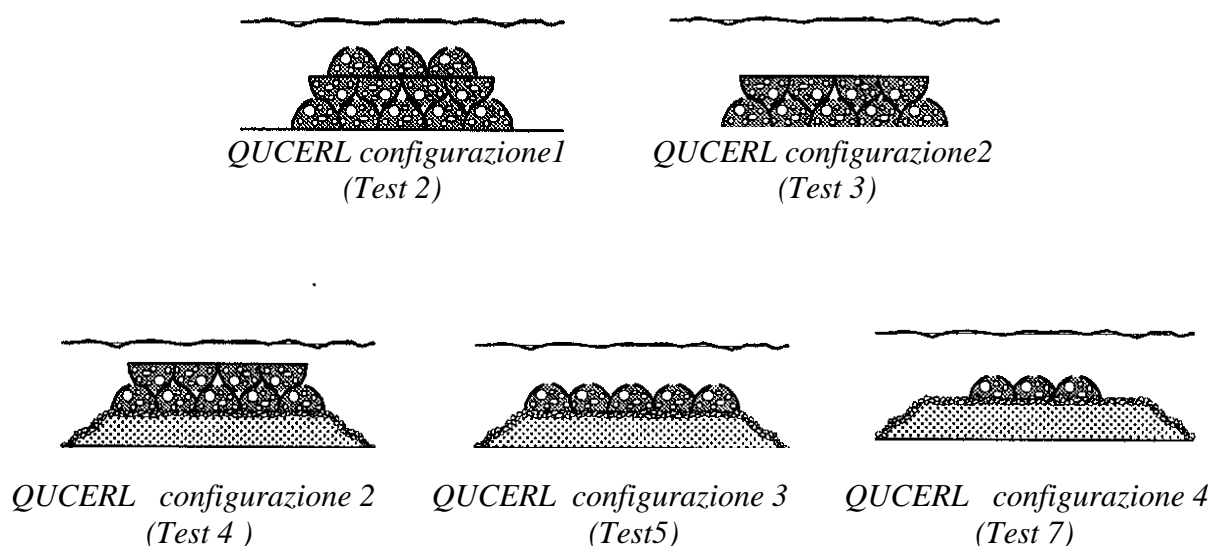
Il vantaggio connesso all'impiego di *Reef Ball* risiede nel fatto che permettono di raggiungere, oltre ad un obiettivo tecnico-funzionale, analogamente a quanto effettuato dalle scogliere tradizionali, anche un obiettivo naturalistico-ecologico. Infatti consentono di ottenere delle scogliere "vive" in quanto è possibile impiantare, in appositi incavi, coralli, spugne, ecc., che ricoprono la superficie dell'unità; inoltre, la particolare forma e le vorticità che si generano, rappresentano una forte forma di attrazione per pesci e microrganismi. Tale caratteristiche consentono ai *Reef Ball* di inserirsi in ambito litoraneo favorendo un miglioramento dell'habitat marino e un incremento della fruibilità ricreativa e balneare del litorale.



Crescita dei coralli dopo 5 anni dalla messa in opera

Uno degli svantaggi connessi all'impiego di tale tipologia di massa è legato ai problemi di stabilità soprattutto in presenza di fondali sabbiosi. In tal caso la messa in opera viene generalmente effettuata con sistemi di ancoraggio (materassi, coni, spilli ecc..) da selezionare in base alla tipologia di fondale ed anche al movimento a cui vengono sottoposti. Un altro problema è connesso alla carenza di relazioni valide per la stima del coefficiente di trasmissione (rapporto tra l'altezza d'onda trasmessa a tergo della scogliera e quella incidente), parametro fondamentale per l'analisi dell'efficacia dell'intervento. Le uniche

relazioni esistenti, per *Reef Ball*, sono quelle presentate dal dott. Armono, nel'ambito della tesi di dottorato (2003), relative alle particolari configurazioni di *RB* riportate nelle seguenti Figure.



Come è possibile osservare non sono presenti quelle che fanno riferimento alla geometria maggiormente utilizzata nella pratica progettuale ossia quella che prevede elementi posizionati direttamente sul fondo, appoggiati o ancorati .



L'obbiettivo che ci si è preposti nel lavoro di tesi è dunque quello di definire una relazione di previsione del coefficiente di trasmissione affidabile e valida per un numero di configurazioni piuttosto ampio. Per tale motivo, oltre ai dati sperimentali derivanti da test condotti da Armono presso l'università canadese del Queen's University (QUCERL), sono stati analizzati quelli del laboratorio di sperimentazione statunitense del Corp of Engineers Research Center (CERC) in cui i *Reef Ball* appaiono disposti secondo più file, in modo monofilare e con

interassi variabili in senso longitudinale e trasversale a simulare la presenza di un materasso di fondazione. E' importante sottolineare che entrambi questi insiemi di dati fanno riferimento a esperimenti svolti con moto ondoso irregolare.

Il punto di partenza della ricerca è stato l'applicazione della relazione sperimentale proposta da Armono ai dati CERC. La relazione non è risultata idonea ad interpretare correttamente i dati. Per questo, rianalizzando i dati QUCERL mediante la tecnica dell'*Added Variable Plot*, si è modificata la relazione del primo ordine proposta da Armono in luogo di una del secondo ordine che vede tre, invece che quattro, parametri per la previsione del coefficiente di trasmissione. Sebbene l'equazione consenta di mettere insieme tutti i dati, si è riscontrato un'assenza di uniformità della varianza delle misure intorno alle stime, sfavorendo in maniera significativa i dati CERC.

Si è pensato dunque di adoperare un modello di previsione alternativo ed in particolare è stato utilizzato un modello più fisicamente basato ossia il *Conceptual Approach*, sviluppato presso l'Università di Napoli Federico II (2007). Il modello consta di tre equazioni: due soluzioni asintotiche valide rispettivamente per grandi e per piccole sommergenze e una terza ottenuta mediante interpolazione lineare tra le due e valida quindi nella regione centrale. L'equazione che presenta quattro parametri è stata calibrata sull'insieme di dati ottenendo risultati soddisfacenti. In particolare si è ottenuto un incremento di 10 punti dell' R^2 rispetto al modello del secondo ordine, già migliorativo rispetto a quello presentato da Armono, e una riduzione di circa un terzo dell'errore standard nei residui. Inoltre l'aspetto più interessante è rappresentato dal fatto che le varianze delle singole serie appaiono adesso uniformi ed inoltre si ottiene una normalità dei residui. D'altro canto però la calibrazione ha evidenziato una qualche incertezza nell'area intermedia rispetto alle zone estreme in cui valgono le soluzioni asintotiche. Questo potrebbe essere un effetto campionario ma potrebbe anche segnalare una sofferenza di adattamento del modello il quale però in generale mostra una varianza residua molto contenuta e sembra quindi sufficientemente affidabile.

Bibliografia

Armono, H.D.(2003). Hemispherical Shaped Artificial Reefs. Tesi di dottorato presso la Queen's University, Kingston, Ontario, Canada.

Calabrese, M., Buccino, M., e Benassai, E. (2005).Formule per il calcolo del coefficiente di trasmissione a tergo di barriere a cresta bassa: un'analisi critica. Congresso PIANC. Civitavecchia.

Buccino, M., Calabrese, M. (2007). Conceptual Approach for Prediction of Wave Transmission at Low-Crested Breakwaters. *Journal of waterway, port, coastal and ocean engineering*.

Linndquist, D.G., e Pietrafesa, L.J., (1989). Current Vortices and Fish Aggregation: The Current Field and Associated Fishes around a Tugboat Wreck in Onslow Bay, North Carolina. *Bulletin of Marine Science*, Vol. 44, No.2.

Harris, L. (1996). Wave Attenuation by Rigid and Flexible-Membrane Submerged Breakwaters. Doctoral dissertation, Florida Atlantic University.

Harris, L.E., (1995). Engineering Design of Artificial Reefs. *Proceeding of Ocean '95-MTS/IEEE Conference*, Marine Technology Society, Washington, USA.

Harris, L.E., (2007) Designed Reefs for Reef and Coastal Restoration and Erosion Potential Applications for the City of Herzlia, Israel.

Ward, D.L., (2011). Physical Model Study of an Experimental Reef Ball™ Breakwater for Miami Beach, Florida. *Coastal and Hydraulics Laboratory ERDC/LCHL TR-11-X*.