



**DOTTORATO DI RICERCA IN INGEGNERIA CIVILE PER  
L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO**  
X Ciclo - Nuova Serie (2008-2011)  
**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO**

**LA SIMULAZIONE NUMERICA COME  
STRUMENTO DI ANALISI DEL MOTO  
ONDOSO SULLE BARRIERE SOFFOLTE**

**THE NUMERICAL SIMULATION AS A TOOL TO ANALYSE  
THE WAVE MOTION OVER SUBMERGED BREAKWATER**

**ING. SALVATORE DAVIDE RUSSO**

Relatore:

PROF. ING. EUGENIO PUGLIESE  
CARRATELLI

Coordinatore:

PROF. ING. LEONARDO CASCINI

Correlatore:

ING. FABIO DENTALE

## SOMMARIO

Nell'ambito dell'ingegneria idraulica, in particolare nel campo della fluidodinamica numerica, la tecnica di maggiore impiego, per la risoluzione delle equazioni di Navier-Stokes e loro derivate, è quella euleriana. Tale approccio (equazioni RANS) è risultato infatti molto efficace, soprattutto accoppiato con la tecnica VOF (Volume of Fluid) per il tracciamento della superficie libera, per la rappresentazione dei problemi di meccanica dei fluidi caratterizzati da correnti non-stazionarie aperte all'atmosfera.

Una particolare classe di questi problemi, di interesse nell'ambito dell'idraulica marittima, è rappresentata dalla interazione tra moto ondoso e strutture di difesa delle coste. Un fenomeno di questo tipo risulta fortemente influenzato da svariati parametri quali, ad esempio, le caratteristiche del moto ondoso incidente, la profondità dell'acqua, la topografia del fondo, la tipologia (geometria e porosità) del corpo investito dalla corrente.

Allo stato attuale, l'analisi dell'interazione moto ondoso strutture di protezione (barriere in massi naturali o artificiali) è stata condotta prevalentemente su base sperimentale; solo da pochi anni, con lo sviluppo di processori per calcolatori più sofisticati, si riesce a studiare il fenomeno dal punto di vista numerico.

La bibliografia sulle tematiche esposte è molto vasta; vanno tuttavia ricordate alcune pubblicazioni in cui sono raccolti interessanti esempi di come tali problematiche sono state affrontate sia dal punto di vista fisico che numerico: Karim, et al., 2009; Lara et al., 2008; Lara et al., 2006; Ting et al., 2004; Hur et al., 2003; Huang et al., 2003; Hsu et al., 2002; Losada et al., 1995; van Gent, 1995, Garcia et al., 2003, Vidal et al 2001, Dentale et al. (2008, 2009, 2010), Monaco, 2010.

Nello studio alla base del lavoro di tesi sono state approfondite le tematiche prima esposte mediante simulazioni numeriche (RANS+VOF) al fine di realizzare un'analisi dettagliata del fenomeno di interazione moto ondoso-barriera, con particolare attenzione alla modellazione dei fenomeni riguardanti strutture porose (riflessione, trasmissione e generazione setup a tergo delle strutture).

---

Durante l'attività di ricerca sono state anche seguite sperimentazioni su modello fisico presso il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli studi di Catania.

## ABSTRACT

As a part of hydraulic engineering, in particular in the field of numerical fluid dynamics, for the resolution of the Navier-Stokes equations and their derivatives, the Eulerian technique is the most used. This approach (RANS equations) was in fact very effective, especially coupled with the VOF technique (Volume of Fluid) for tracking the free surface, for the representation of fluid mechanics problems characterized by non-stationary current open to the atmosphere.

A particular class of these problems, of interest in maritime hydraulics, is represented by the interaction between waves and coastal defense structures. A phenomenon of this type is greatly influenced by various parameters such as, for example, the characteristics of the incident wave, the water depth, the bottom topography, the type (geometry and porosity) of the body invested by the current.

At present, the analysis of the interaction between waves and protection structures (natural or artificial rocks made breakwaters) was conducted mainly on an experimental basis, and only since a few years ago, with the development of computers, it is possible to study the phenomenon from the numerical point of view.

The bibliography on this issues is extensive and some publications should be remembered, in which interesting examples of how these issues were addressed by both the physical and numerical point of view are collected: Karim, et al. 2009; Hsu et al., 2008, Lara et al., 2008, Lara et al., 2006, Ting et al. 2004; Hur et al., 2003, Huang et al., 2003, Hsu et al. 2002; Losada et al., 1995, van Gent, 1995, Garcia et al., 2003, Vidal et al 2001, Dentale et al. (2008, 2009, 2010), Monaco, 2010.

In the research study of this thesis the previous exposed issues were first addressed by numerical simulations (RANS+VOF) in order to achieve a detailed analysis of the phenomenon of wave-breakwater interaction, with particular attention to the modeling of phenomena for porous structures (reflection, transmission and generation of setup in the lee side of structures).

---

During the research activities also experiments on physical model were carried out at the Department of Civil and Environmental Engineering, University of Catania.

---

## ABOUT THE AUTHOR

**Salvatore Davide Russo** è nato a Napoli nel 1983. Ha conseguito la laurea di primo livello in Ingegneria Civile per l'Ambiente e il Territorio nel 2005 con una tesi in Costruzioni Idrauliche, nel 2008 la laurea specialistica in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio con una tesi in Idraulica Marittima, entrambe presso l'Università degli Studi di Salerno. Nel Novembre 2008 ha iniziato il corso di Dottorato di Ricerca in Ingegneria Civile per l'Ambiente e il Territorio, presso l'Università degli Studi di Salerno, portando avanti un argomento di ricerca riguardante l'applicazione dei moderni metodi di Fluidodinamica Computazionale allo studio dell'interazione del moto ondoso con le strutture di difesa delle coste.

**Salvatore Davide Russo** was born in Naples in 1983. He studied at the University of Salerno (Italy) receiving his bachelor's degree in Civil Engineering for the Environment and Land Use in 2005 with a thesis in Hydraulic Engineering; in 2008 he got his master's degree in Environmental and Land Use Engineering with a thesis in Maritime Hydraulics. In November 2008 he joined the PhD course in Civil Engineering for the Environment and Land Use, at the University of Salerno, carrying on a research topic concerning the application of modern Computational Fluid Dynamics methods to the study of the wave interaction with coastal defence structures.