



*Ministero dell' Istruzione,
dell' Università e della Ricerca*



UNIVERSITY OF SALERNO
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

PhD Course in
*Risk and Sustainability in Civil Engineering, Architecture, Environmental and Territory
Protection*
Cycle XXXIII - (2019-2020)

ABSTRACT

**CFD ANALYSIS OF COASTAL FLOOD RISK: OVERTOPPING
RELATED PHENOMENA**

ANGELA DI LEO

Tutor:

PROF. FABIO DENTALE

PhD Coordinator:

PROF. FERNANDO FRATERNALI

Co.Tutor:

PROF. MARIANO BUCCINO

PROF. EUGENIO PUGLIESE CARRATELLI

This PhD thesis aims to present the results of the validation of an innovative numerical procedure for simulating the interaction between wave motion and vertical structures. Wave overflow phenomena are the most frequent causes of risk associated with these types of structures. In fact, in many cases these structures are designed to protect roads, social activity and buildings overlooking the coast.

The potential impact on coastal structure induced by climate change is the main problem of risk associated to coastal flooding induced by wave overtopping processes.

The topic of the research project concerns the use of Computational Fluid Dynamics (CFD) techniques to analyse and support the design of maritime structures used for prevention and mitigation of coastal flooding risk.

The aim of the research is to study the interaction between wave motion and vertical wall structures, with attention to the phenomenon of wave overtopping.

Wave overtopping can be estimated by physical models, empirical methods, or numerical approach. Most empirical methods are based on physical model tests. However, there is a wide range of configurations of structures and wave conditions, and empirical methods often have their own specific conditions of applicability. It is not clear whether the extrapolation of these methods is applicable. In order to extend the applicability of empirical methods, numerical modeling can be used as a complementary tool to predict these phenomena. Numerical models can simulate the overtopping process on a prototype scale, which can avoid scale effects. In addition, you can manage complicated configurations and a wide range of wave conditions.

The focus of the present work is to demonstrate the applicability of numerical CFD techniques for these types of problem by comparing it for various geometrical configurations with other numerical tools, experimental results, formulas from scientific literature and neural network tool. The objective is to reduce the gap with physical experiments and fill the gaps in the related scientific literature, using innovative numerical techniques of computational fluid dynamics.

The case study analysed in this research activity concerns a vertical seawall named Malecòn Traditional (Cuba) with a significant effect of the foreshore on wave transformation and consequently on wave overtopping that was not extensively investigated in the available literature.

The analysis was supported by analogous experiments developed in the hydraulics laboratory at the University of Naples, conducted jointly by Prof. Mariano Buccino and Prof. Louis Cordova with support of C.U.G.RI.

La presente tesi di dottorato intende presentare i risultati della validazione di una procedura numerica innovativa per la simulazione dell'interazione tra il moto ondoso e strutture radenti a parete verticale. I fenomeni di tracimazione ondosa sono le cause più frequenti di rischio associate a queste tipologie di strutture. Infatti, in molti casi queste opere sono preposte alla protezione di strade, lungo mare e edifici prospicienti la costa.

I fenomeni connaturati all'ambiente costiero, indotti dai cambiamenti climatici sono causa di inondazioni che rappresentano una minaccia per gli insediamenti urbani prospicienti la riva, in cui sono messe a rischio abitazioni, infrastrutture e attività economiche.

L'argomento del progetto di ricerca riguarda l'utilizzo di tecniche di fluidodinamica computazionale (CFD) per analizzare e supportare la progettazione di strutture marittime utilizzate per la prevenzione e la mitigazione del rischio di inondazioni costiere.

L'obiettivo della ricerca è quello di studiare l'interazione tra moto ondoso e strutture marittime verticali, con attenzione al fenomeno dell'overtopping delle onde.

Il superamento delle onde può essere stimato mediante modelli fisici, metodi empirici o approccio numerico. La maggior parte dei metodi empirici si basa su test di modelli fisici. Tuttavia, esiste un'ampia gamma di configurazioni di strutture e condizioni d'onda, e i metodi empirici hanno spesso le proprie specifiche condizioni di applicabilità. Non è chiaro se l'estrapolazione di questi metodi sia applicabile. Al fine di estendere l'applicabilità dei metodi empirici, la modellazione numerica può essere utilizzata come strumento complementare per prevedere questi fenomeni. I modelli numerici possono simulare il processo di overtopping su una scala prototipo, che può evitare effetti di scala, inoltre, è possibile gestire configurazioni complicate e un'ampia gamma di condizioni d'onda.

L'obiettivo del presente lavoro è dimostrare l'applicabilità delle tecniche CFD numeriche per questi tipi di problemi confrontando varie configurazioni geometriche con altri strumenti presenti in letteratura, risultati sperimentali, formule dalla letteratura scientifica e le reti neurali. L'obiettivo è ridurre il divario con gli esperimenti fisici e colmare le lacune nella relativa letteratura scientifica, utilizzando tecniche numeriche innovative di fluidodinamica computazionale.

Il caso studio analizzato in questa attività di ricerca riguarda l'analisi di un muro a parete verticale denominato Malecòn Traditional (Cuba) con un effetto significativo della battigia sulla trasformazione delle onde e di conseguenza sull'overtopping delle onde che rappresenta un aspetto importante e non ampiamente investigato nella letteratura scientifica di settore.

L'analisi inoltre è stata supportata da analoghe sperimentazioni sviluppate nel laboratorio di idraulica dell'Università di Napoli, condotte congiuntamente dal Prof. Mariano Buccino e dal Prof. Louis Cordova con il supporto del C.U.G.RI.