

Mappatura del rischio sulle aree costiere dell'effetto combinato dell'innalzamento del livello medio del mare e degli eventi meteorologici straordinari

Seyedreza Hosseini (*), Marco Scaioni (**)

(*) Politecnico di Milano – Dip. di Ingegneria Civile e Ambientale, Piazza L. da Vinci 32, Milano 20133

email: seyedreza.hosseini@polimi.it

(**) Politecnico di Milano – Dip. di Architettura, dell'Ambiente costruito e dell'Ingegneria delle costruzioni

via Ponzio 31, Milano 20133 - email: marco.scaioni@polimi.it

English abstract

In coastal areas, Sea level rise (SLR) and increase in frequency of storms and their intensity are two major impacts expected to result from climate change. Creates maps of potential influences of SLR and extreme events such as storm surges along the coast and provides related information is always of a great importance individually. However considering the combined effects of both has been less inspected. The purpose of this study is to fill this gap and provide a detailed look at coastal flooding impacts to estimate the joint effects of storm surge and SLR through 2100. These maps are beneficial for risk and damage assessment of vulnerable areas and would help decision makers, authorities and owners of properties along coastlines in order to medium and long term planning for infrastructures and land use activities.

Astract esteso

Il cambiamento climatico globale del nostro pianeta, generalmente indicato col termine *climate change*, può avere due effetti principali sulle aree costiere. Il primo di questi è costituito dall'innalzamento medio del livello del mare (*sea level rise* - SLR), mentre il secondo è rappresentato dall'aumento della frequenza e dell'intensità degli eventi meteorologici straordinari quali uragani, tifoni, cicloni e trombe d'aria. Il programma di ricerca americano Global Change Research Program's National Climate Assessment unitamente agli eventi accaduti negli ultimi anni quali, per esempio, gli uragani Katrina e Sandy, rimarkano la necessità di prendere rigorosamente in considerazione entrambi gli effetti nella valutazione del rischio sulle aree costiere legato al cambiamento climatico.

L'insorgere di fenomeni meteorologici straordinari costituisce un fenomeno nel quale l'effetto violento del vento può causare un consistente innalzamento del livello locale del mare, ben al di sopra del livello delle maree. Le onde che possono essere generate come conseguenza di questo processo possono avere una energia considerevole tale da danneggiare infrastrutture e proprietà, ponendo in grave condizioni di rischio le zone costiere e gli insediamenti situati in loro prossimità. Un'area molto ampia è da considerare attualmente a rischio di essere danneggiata dall'insorgenza di uragani e fenomeni simili. Questa area si può allargare lungo il tempo come conseguenza del SLR e per l'aumento di intensità degli eventi meteo straordinari. Dal punto di vista scientifico risulta evidente che il cambiamento climatico può incrementare l'insorgere di uragani per due ragioni. Da un lato, l'aumento della temperatura media dell'atmosfera provoca l'espansione termica degli oceani, e la fusione dei ghiacci delle calotte polari e dei ghiacciai continentali. Quest'ultimo fenomeno incrementa il flusso di acqua che contribuisce ad aumentare la massa degli oceani e quindi ad aumentare il livello medio degli stessi. Come diretta conseguenza di questo, gli effetti degli uragani diventano potenzialmente più pericolosi in quanto causano un ulteriore

aumento del livello delle acque. Il secondo problema è costituito dal fatto che una temperatura dell'oceano più elevata aumenta anche l'intensità di cicloni, uragani e tifoni, facilitandone la formazione.

La creazione di mappe che in modo indipendente descrivono il rischio per le zone costiere del SLR da un lato e dagli eventi meteorologici straordinari dall'altro, costituisce già di per sé un importante supporto per la pianificazione territoriale e la gestione delle emergenze. La mappatura del rischio collegato all'effetto combinato (*rischio costiero combinato*) di entrambi i fattori è invece un aspetto che fino ad oggi è stato poco considerato. Scopo di questo studio è dunque quello di colmare questa lacuna almeno parzialmente e limitatamente ad alcune aree geografiche. Il periodo entro il quale si vuole studiare questo tipo di scenario è compreso tra oggi e l'anno 2100.

Il livello totale delle acque (Z) è qui considerato come la somma del livello medio del mare (*mean sea level* - MSL), il livello delle maree dovute all'effetto di altri corpi celesti, principalmente la luna (*astronomical tidal level* - ATL), l'incremento dovuto agli eventi meteorologici straordinari (*storm surge* - SS) e l'innalzamento predetto del livello medio del mare (*predicted sea level rise* - PSLR). Complessivamente, il livello totale delle acque è dato dalla formula seguente:

$$Z = MSL + ATL + SS + PSLR \quad (1)$$

Situazioni differenti si possono considerare relativamente alle predizioni del SLR da qui al termine del secolo. Queste comprendono sia scenari critici che di carattere più conservativo.

Se da un lato la stima dei contributi che contribuiscono alla formula (1) è di fondamentale importanza per valutare l'impatto complessivo delle acque sulle coste, dall'altro il modello digitale del terreno (*digital elevation model* - DEM) costituisce l'elemento complementare per analizzarne la capacità di penetrazione oltre la linea di costa normale. La creazione di un DEM può essere basata su rilievi specifici (LiDAR, aero-fotogrammetrici, basati su immagini satellitari ad alta/altissima risoluzione), oppure può provenire dall'integrazione di diverse risorse esistenti. In ogni caso l'importanza di saper valutare l'accuratezza di un DEM costituisce una necessaria premessa per poter ottenere risultati significativi e affidabili nelle analisi del rischio costiero. In particolare, tale valutazione risulta ancora più importante quando il DEM viene creato da fonti delle quali non si conoscono con precisione le metodologie impiegate per la creazione e l'accuratezza dei dati originali.

Un certo numero di mappe del rischio costiero combinato dovrebbero essere prodotte in modo da individuare le aree a rischio per poterle esaminare sotto diversi punti di vista. Queste mappe potrebbero consentire di valutare i possibili danni nelle aree vulnerabili, aiutando così gli incaricati della pianificazione e dello sviluppo territoriale, le autorità e i proprietari nelle zone costiere. La pianificazione dello sviluppo infrastrutturale e dell'uso del suolo nel medio e lungo periodo potrebbero dunque ricavare un grosso vantaggio. Alla scala globale, questo lavoro di ricerca può fornire degli importanti indicatori dell'impatto del *climate change* sulle coste, prevenendo o mitigando crisi dal punto di vista economico, della sicurezza e limitando gli effetti negativi sull'ecosistema. La conoscenza anticipata dello stato di rischio permetterebbe infatti di stabilire, dove possibile e sostenibile, le opportune contromisure e rimedi.