

## **Effetto della durata delle prove di laboratorio sulla misura di tracimazione a tergo di una duna portuale**

**Ilaria Crema**

Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale.

E-mail: [ilaria.crema@dicea.unifi.it](mailto:ilaria.crema@dicea.unifi.it)

Il fenomeno della tracimazione o overtopping è definito come la quantità di acqua che oltrepassa una struttura, per effetto del moto ondoso incidente. In generale questo processo è strettamente correlato alla sezione della struttura portuale (a parete inclinata o verticale); alla larghezza e quota delle berme emerse e sommerse; alla geometria e quota del muro paraonde (assenza o presenza del ricciolo rovescia onde); alla profondità e inclinazione dei fondali antistanti l'opera ed infine ai parametri caratteristici del moto ondoso incidente.

La tracimazione è inoltre un processo estremamente mutevole sia nello spazio che nel tempo, a causa della sua forte variabilità da un'onda all'altra e una parte rilevante di essa spesso è prodotta da una bassissima percentuale di onde presenti in una mareggiata, infatti la portata di overtopping di una singola onda, può superare cento volte quella media di una intera mareggiata.

Il parametro tradizionalmente utilizzato nella fase progettuale e di studio di un'opera portuale è la portata media di tracimazione  $q$ , che esprime il volume d'acqua tracimante nell'unità di tempo e per unità di lunghezza (l/s/m). Una stima accurata di tale parametro risulta quindi essere fondamentale per determinare i rischi a persone, installazioni, o natanti ormeggiati a tergo di una diga, ovvero è indispensabile per la verifica del comportamento dell'opera e per garantirne una progettazione più efficiente.

Le linee guida per i progettisti sugli effetti delle tracimazioni d'onda oltre le dighe, in termini di limiti tollerabili di tracimazione al variare del tipo di rischio sono riassunti in EurOtop (2008).

Durante la fase progettuale e di studio di una diga portuale quindi, l'esigenza di evitare consistenti tracimazioni si traduce nella ricerca della geometria ottimale del muro paraonde, tenendo sempre conto dell'impatto sul paesaggio e delle limitazioni economiche.

La complessità del problema legato alla valutazione della portata di tracimazione dovuta ai molti parametri che influenzano questo fenomeno e alla mancanza di una formula empirica generale in grado di offrire una sua descrizione in modo univoco, implica che, ad oggi il modello fisico in scala ridotta è il più accurato strumento di sostegno offerto ai progettisti per l'ottimizzazione di costi e benefici, soprattutto durante la fase progettuale definitiva di un'opera portuale.

Il presente studio sperimentale è stato condotto presso il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale dell'Università di Firenze, nel canale per onde e correnti del Laboratorio di Idraulica Marittima, che è caratterizzato da una larghezza di 0.80 m, lunghezza di 47 m, ed è dotato di un generatore di moto ondoso controllato da PC tramite software, in grado di generare onde irregolari caratterizzate dalla stessa densità spettrale delle onde da vento.

Lo scopo principale di questo studio è stato quello di verificare l'influenza della durata degli attacchi ondosi simulati, espressi in termini di numero di periodi d'onda, sull'accuratezza della misura di tracimazione a tergo di dighe portuali riprodotte su modello fisico in scala.

Sono stati quindi ricostruiti in canale il profilo batimetrico e la sezione di una diga portuale in scala ridotta

ed è stato riprodotto un attacco ondoso irregolare, che nella realtà sarebbe caratterizzato da un'altezza significativa  $H_s=6\text{m}$  e un periodo di picco  $T_p=11\text{s}$ , mentre per la misura dei volumi di acqua tracimanti, è stato posizionato a tergo della diga un apposito campionatore.

Dati i parametri significativi del moto ondoso  $H_s$  e  $T_p$  e scelto di assumere come forma spettrale quella dello spettro JONSWAP, con tale spettro sono state generate quattro classi di attacchi ondosi. Ciascuna classe contiene 10 attacchi ondosi random di durata, in termini di numero di periodi d'onda, pari a 560 (per la prima classe), 1120 (per la seconda classe), 1680 (per la terza classe) e 2240 onde (per la quarta classe). Per ogni attacco ondoso sono state misurate le portate medie di tracimazione e per ogni classe sono stati calcolati i valori di portata minima  $q_{min}$ , di portata massima  $q_{max}$ , di portata media  $q_{media}$  e l'errore relativo percentuale  $e$  (Tabella 1).

**Tabella 1 - Tracimazione per ciascuna classe.**

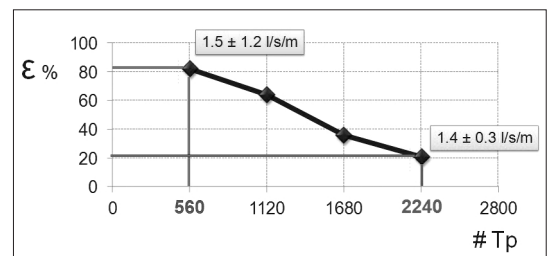
	<i>Durata</i>			
	<i>560*<math>T_p</math></i>	<i>1120*<math>T_p</math></i>	<i>1680*<math>T_p</math></i>	<i>2240*<math>T_p</math></i>
<i><math>q_{min}</math></i>	0.5	0.8	1.1	1.1
<i><math>q_{max}</math></i>	2.9	2.7	2.2	1.7
<i><math>q_{media}</math></i>	1.5	1.5	1.5	1.4
<i>e %</i>	82	64	36	23
<i>Misura</i>	$1.5 \pm 1.2$	$1.5 \pm 1.0$	$1.5 \pm 0.5$	$1.4 \pm 0.3$

Questo studio ha messo in evidenza una forte correlazione tra l'andamento delle portate medie di tracimazione rilevate nelle dieci generazioni random, e la durata di ciascun moto ondoso simulato.

Infatti nel caso di prove di laboratorio di durata 560 periodi d'onda, è possibile notare una marcata variabilità delle portate tra le dieci generazioni random, con un errore relativo pari all'82%, mentre all'aumentare della durata del moto ondoso è possibile rilevare un graduale abbattimento dell'errore relativo, che passa dal 64% per 1120 periodi d'onda al 33% per 1680 onde, fino ad arrivare al 23% per misure condotte su prove lunghe 2240 periodi d'onda.

In Figura 1 è mostrato l'andamento decrescente dell'errore relativo all'aumentare della durata del moto ondoso, ovvero del numero di periodi d'onda. Questo dimostra che condurre prove troppo corte può comportare un errore, che presenta lo stesso ordine di grandezza della misura rilevata.

In conclusione data la complessità del fenomeno della tracimazione dovuta ai molteplici parametri che ne influenzano l'andamento, la necessità nella fase progettuale definitiva di un'opera portuale di una stima accurata della portata media prevista a tergo di essa, e che ad oggi il modello fisico è lo strumento di indagine più appropriato per una sua previsione, è importante tenere presente che la validità stessa del modello fisico è, tra l'altro, strettamente correlata alla scelta della durata delle prove in laboratorio.



**Figura 1 - Andamento dell'errore relativo percentuale sulla misura della portata media di overtopping in funzione della durata del moto ondoso, espressa in numeri di periodi d'onda.**

## Bibliografia

EurOtop 2008 - *Wave Overtopping of Sea Defences and Related Structures: Assessment Manual*.