

Sull'uso di materiali leggeri nei modelli fisici costieri a fondo mobile a scala ridotta

Valentina Petruzzelli

Centro Interdipartimentale per la Ricerca Industriale (CIRI), Laboratorio di Ingegneria Idraulica (LIDR),
Università di Bologna, Via del Lazzaretto 15/5 - 40131- Bologna. E-mail: valentin.petruzzelli@unibo.it

Nella pratica sperimentale per ricostruire la morfodinamica di spiaggia mediante modelli fisici a fondo mobile vengono usualmente impiegati sedimenti naturali. Tuttavia, se in modello si utilizzano acqua dolce e sedimenti della stessa natura del prototipo, solo alcuni processi e grandezze, selezionati in base alla loro rilevanza nell'ambito del fenomeno, possono essere ridotti rigorosamente in scala, con il conseguente innesco di effetti scala. Pertanto, nonostante le inevitabili incertezze introdotte nell'interpretazione dei risultati, alcuni autori hanno riconosciuto nell'utilizzo di materiali leggeri una tecnica perseguibile al fine di minimizzare gli effetti scala relativi alla modellazione del trasporto dei sedimenti nella surf-zone.

In quest'ambito, noti i limiti della modellistica fisica legati alle dimensioni ridotte delle strutture sperimentali, congiuntamente alla necessità pratica di realizzare modelli a scale ridotte, lo scopo della presente sperimentazione è stato valutare la possibilità di utilizzare in maniera efficiente materiali leggeri per realizzare modelli fisici a scale più piccole rispetto a quelle considerate fino ad ora affidabili, ossia inferiori ad 1:14 (Hughes and Fowler, 1990; Ranieri, 1994).

Dopo aver effettuato una caratterizzazione geotecnica di differenti materiali granulari di densità compresa tra 1150 kg/m³ e 2650 kg/m³ e diametri variabili tra 0.07 mm e 1.5 mm, gli stessi sono stati selezionati per riprodurre una configurazione degli esperimenti effettuati a partire dal 1986 presso il GWK di Hannover (Germania), ossia un modello in scala prototipo su profilo di spiaggia a pendenza costante (1:4) soggetto ad attacchi ondosi irregolari (Uliczka e Dette, 1987). Nel corso della sperimentazione si è quindi valutata la risposta morfologica di tali materiali granulari in modelli fisici 2-d a piccola scala. Nella fattispecie, gli esperimenti sono stati effettuati in due fasi: la prima presso il Politecnico di Bari (Italia) a scala 1:100, mentre la seconda è stata effettuata presso l'Università Politecnica della Catalogna (Spagna), a scale comprese tra 1:15 e 1:50. Le condizioni idrodinamiche e le geometrie sono state ridotte in scala indistorta in analogia di Froude. La risposta morfologica dei materiali è stata valutata confrontando i profili finali di spiaggia e analizzando l'evoluzione temporale dei volumi mobilitati, della posizione della linea di riva e della pendenza del profilo di spiaggia nella zona sommersa. Inoltre, si sono analizzati gli andamenti degli scostamenti della posizione della linea di riva e del grado di mobilità dei sedimenti, entrambi in funzione del fattore di scala.

Alla luce dell'analisi dei dati, si è potuto osservare che:

- I materiali leggeri di forma sferica o pseudo-sferica, ossia caratterizzati da bassi valori dell'angolo di riposo e d'attrito, esibiscono mobilità molto elevate durante i test a piccola scala, pertanto tali tipologie di materiali non possono essere considerati adatti allo scopo.
- I materiali di granulometria troppo fine non vengono sufficientemente mobilitati nei modelli in scala ridotta, verosimilmente a causa dell'innesco di coesione apparente tra le particelle costituenti la spiaggia emersa, causata dalla elevata risalita capillare di tali materiali.
- I materiali tendenti ad elettrificarsi per attrito o semplicemente per contatto, o che interagiscono con

l'acqua (ad esempio a causa della tensione superficiale), vanno anch'essi considerati non adatti, in quanto la loro risposta morfologica è chiaramente influenzata dal fatto che presentano una verosimile tendenza alla mutua attrazione e/o al galleggiamento di aggregati di particelle.

- I materiali porosi vanno invece esclusi per due principali motivi: il primo, appunto, è la loro porosità, in quanto essa comporta un'elevata risalita capillare che genera il medesimo fenomeno già menzionato per i materiali di granulometria fine; d'altra parte, data la loro friabilità, questa tipologia di materiali provoca torbidità dell'acqua nel corso degli attacchi ondosi, generando difficoltà nei rilievi del profilo di spiaggia.
- La velocità di caduta delle particelle non è il solo parametro rilevante ai fini della valutazione dell'efficiente utilizzo di un materiale leggero per la riproduzione del trasporto solido nella surf-zone. Infatti, nella maggior parte dei casi sperimentati la mobilitazione dei materiali leggeri in modello non è risultato essere coerente col valore della velocità di caduta.
- I materiali plastici non vanno esclusi a priori, in quanto, nel caso in cui non presentano una tendenza ad elettrizzarsi, in specifiche condizioni hanno dimostrato una risposta morfologica verosimile a piccola scala, seppur ristretta in una specifica regione del profilo di spiaggia (berma).
- Sono emersi alcuni dubbi sulla effettiva possibilità di utilizzare efficientemente materiali leggeri per riprodurre il trasporto di fondo, in quanto essi non sembrano essere adatti a ricostruire la pendenza e la morfologia della spiaggia nella zona sommersa.
- Nessuno dei materiali leggeri sperimentati ha esibito dinamiche in grado di migliorare il comportamento della sabbia nei modelli fisici a scala ridotta (Hughes and Fowler, 1990; Ranieri, 1994), se non in specifiche condizioni e in zone ristrette del profilo di spiaggia, oppure in termini di mobilità globale.

Alla luce della presente sperimentazione è stato pertanto possibile confermare che le conoscenze sull'uso di materiali leggeri nei modelli fisici a scala ridotta non sono ancora esaustive. Infatti, vi è una evidente necessità di approfondire i problemi associati al loro utilizzo, al fine primario di valutare il loro possibile ed efficiente impiego in quest'ambito o, eventualmente, concludere che tali materiali non sono affatto adatti allo scopo. Infatti, nonostante il suo approccio qualitativo, il presente studio ha messo in luce l'influenza non trascurabile sulla risposta morfologica dei materiali leggeri di caratteristiche intrinseche differenti dalla velocità di caduta (quali, ad esempio, la risalita capillare, la forma e la dimensione delle particelle, l'angolo di riposo e di attrito, la porosità, la friabilità e la capacità di elettrizzarsi). Ragion per cui, sarebbe utile focalizzarsi ed approfondire gli aspetti relativi alla correlazione tra le caratteristiche intrinseche delle particelle e l'interazione tra fluido e sedimenti, specie nella surf-zone, nella auspicabile prospettiva di derivare specifiche leggi di scala per la ricostruzione del trasporto in sospensione dei sedimenti mediante l'utilizzo di materiali leggeri, che tengano conto delle caratteristiche geotecniche dei materiali, piuttosto che considerare la sola velocità di caduta.

Bibliografia

- Hughes S.A. e Fowler J.E. (1990) - *Midscale physical model validation for scour at coastal structures*. Technical Report CERC, US Army Engineer Waterways Experiment Station Vicksburg, Mississippi, USA.
- Ranieri G. (1994) - *Experimental study of erosive beach profiles*. Proceedings of the International Symposium: Waves, Physical and Numerical Modeling, Vancouver, Canada.
- Uliczka K. e Dette H.H. (1987) - *Prototype investigation on time-dependent dune recession and beach erosion*. Proceedings of Coastal Sediments '87, ASCE, Vol. 2, pp. 1430-1444.