

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI

"FEDERICO II"



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

Corso di laurea Magistrale in

INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

Classe LM-35 delle Lauree in Ingegneria Civile e Ambientale

TESI DI LAUREA IN INGEGNERIA COSTIERA

APPLICATION OF GROYNES IN COASTAL ENGINEERING

Relatore

**Ch.mo Prof. Ing.
Mariano Buccino**

Candidato

**Salvatore Russo
Matr. M67/354**

Anno Accademico 2017/2018

Abstract

Il presente elaborato di tesi è frutto di una collaborazione tra l'Università degli Studi Federico II di Napoli e la società Hydraulic Research di Wallingford. Gran parte del lavoro compilativo e applicativo è stato infatti svolto nel Regno Unito con la supervisione di Aurora Orsini (Principal Engineer ad HR Wallingford) e del Prof. Ing. Mariano Buccino.

Lo scopo di questo elaborato è quello di:

- 1) Fornire informazioni generali sulle modalità di funzionamento dei pennelli costieri, di comprendere il loro impatto sull'ambiente litoraneo e di delineare dei criteri generali utili per la progettazione.
- 2) Studiare il trasporto solido longitudinale sfruttando un software di modellazione numerica e utilizzare i dati di output ai fini della progettazione di un pennello costiero
- 3) Fornire informazioni dettagliate sulle attività di ispezione/manutenzione adottate generalmente nel Regno Unito e di mostrare le principali cause di degradazione dei pennelli in legno.

1) I pennelli sono delle opere rigide attive disposte quasi sempre ortogonalmente alla linea di riva e che si estendono all'interno della zona intertidale. La caratteristica principale dei pennelli è quella di interrompere o deviare le correnti *longshore* e quindi di interagire con il trasporto solido longitudinale provocando un avanzamento o una stabilizzazione della linea di riva. Non hanno, invece, alcun effetto sul trasporto solido trasversale. È utile, dunque, scegliere questo tipo di soluzione ingegneristica quando si ha un trasporto solido lordo longitudinale notevole e uno netto non particolarmente rilevante. Questo vuol dire che, se il trasporto solido longitudinale si verifica in un'unica direzione (aliquota netta alta), il materiale si accumulerà sempre sullo stesso lato (sopraflutto), mentre sottoflutto si creerà una zona in erosione.

I pennelli possono essere classificati in base:

- Al materiale con cui essi vengono realizzati. Esistono pennelli in legno (*Figura 1*), in roccia, in acciaio, in calcestruzzo, in sacchi di sabbia e talvolta anche con elementi di plastica. Quando due o più materiali vengono combinati si parla di pennelli ibridi.
- Alla permeabilità. I pennelli impermeabili risultano più "impattanti" sull'ambiente in quanto cambiano completamente l'idrodinamica costiera. Si vengono a creare dei vortici e delle *rip current* (correnti di risacca) che possono anche inficiare sulla stabilità della struttura.

- Alla forma. Generalmente sono ortogonali o inclinati rispetto alla linea di riva, a *zig-zag*, a forma di “Y” (Figura 2) o a forma di “T”. Queste ultime 3 forme più particolari servono sostanzialmente a smorzare la *rip-current* che si vengono a formare.



Figura 1. Pennello in legno, Ferring (UK)



Figura 2. Pennello in roccia a forma di “Y”, Clacton (UK)

- 2) Il corpo centrale della tesi ha lo scopo di studiare il trasporto solido longitudinale. In particolare, è stata svolta un’analisi approfondita su come varia la distribuzione trasversale del trasporto solido longitudinale considerando l’effetto delle maree in un arco temporale

di 5 anni. Il sito scelto per tale analisi (*Kinmel Bay*) è situato in Galles, regione britannica con una forte escursione del livello medio mare dovuta alla presenza delle maree (circa 8 m). Dai risultati ottenuti si possono anche dedurre delle considerazioni in termini di *design* della struttura. Nello specifico, la *figura 3* mostra che, non considerando l'effetto della marea (quindi con un livello medio-mare fisso) e scegliendo di installare un pennello lungo 80 m, si riesce a intrappolare poco più di 20000 $m^3/m/anno$. Aumentando la lunghezza del pennello di 100 m, si riesce a trattenere poco più di 25000 $m^3/m/anno$. Quindi, con un ampliamento notevole della struttura, si riesce ad ottenere un incremento della capacità di trattenimento solo del 10%.

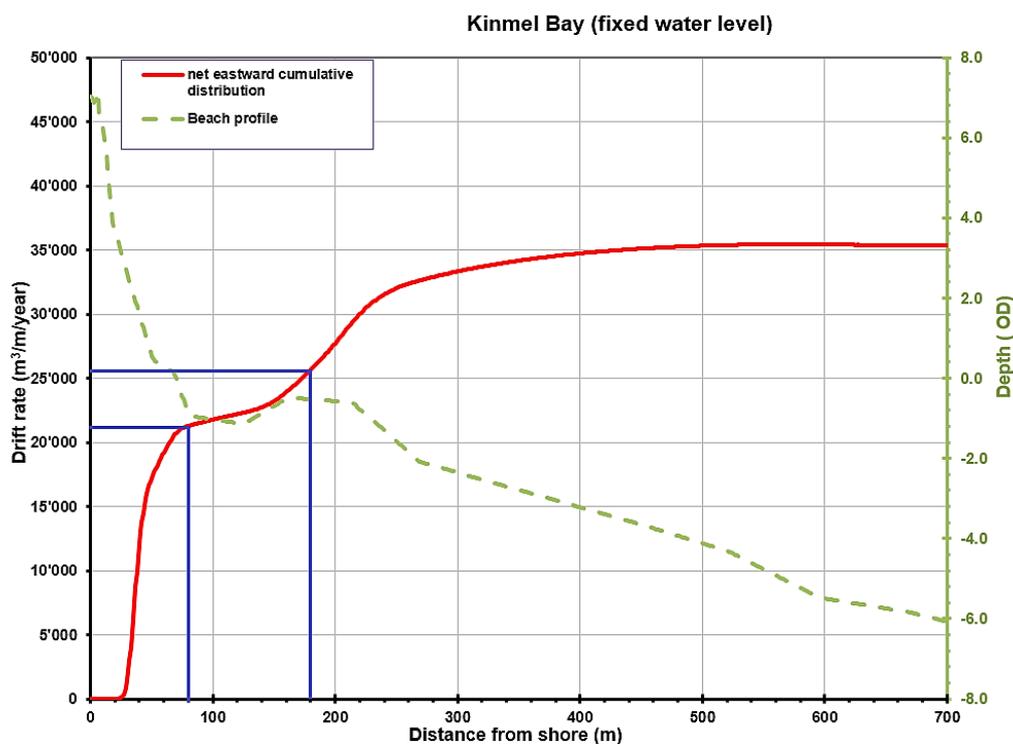


Figure 3. Distribuzione cumulativa netta trasversale del trasporto solido longitudinale a Kinmel Bay usando un livello medio-mare fisso (MHW).

Tenendo conto dell'effetto delle maree, è stata ottenuta una distribuzione cumulativa netta quantitativamente differente (*figura 4*). Scegliendo le stesse dimensioni adottate nell'esempio precedente, si può notare come si riesce a intrappolare solo 12500 $m^3/m/anno$ (per un pennello di 80 m di lunghezza) e 15000 $m^3/m/anno$ (pennello di 180 m).

Si può quindi desumere che in un ambiente dove il contributo delle maree è decisivo, bisogna considerare l'effetto della variazione del livello medio-mare dovuto alla marea stessa. Non facendolo si sovrastima la capacità di trattenere materiale in un sistema di pennelli.

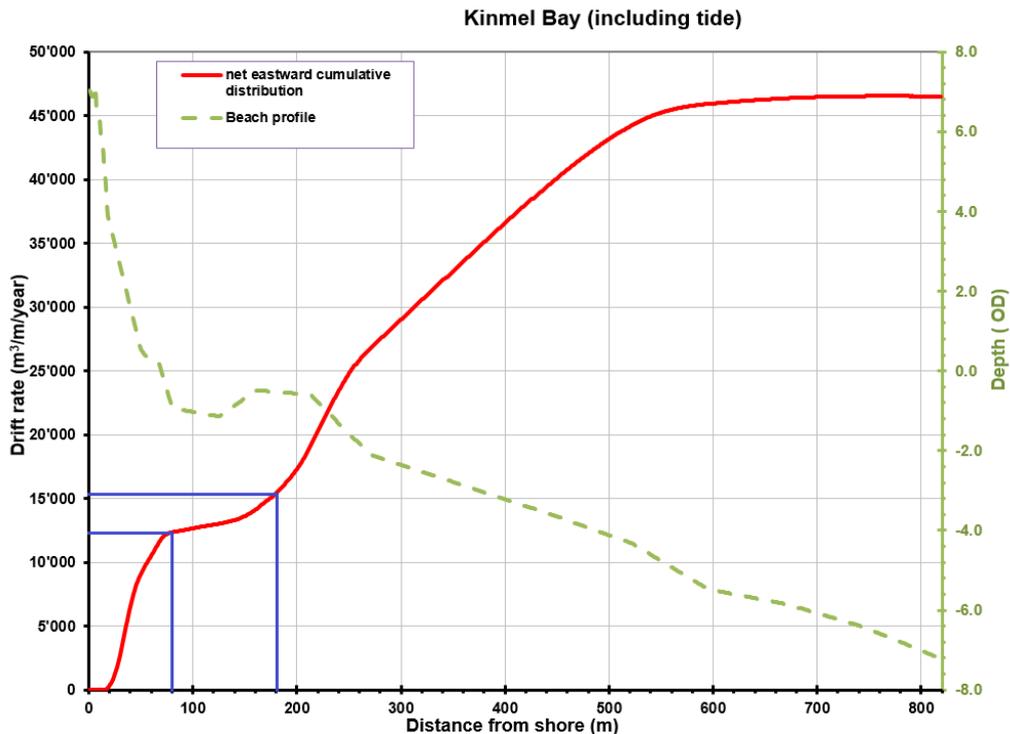


Figure 4. Distribuzione cumulative netta trasversale del trasporto solido longitudinale a Kinmel Bay tenendo conto dell'effetto della marea

3) L'attività di ispezione viene effettuata per rilevare se ci sono problemi di degradazione del materiale con cui viene costruito il pennello o se addirittura ci sono potenziali rischi di collasso strutturale.

Le ispezioni vengono stabilite in anticipo in modo da poter pianificare anzitempo anche le attività di manutenzione. Generalmente, vengono effettuate nei mesi invernali in quanto le attività ricreative sono rare, i livelli delle spiagge sono più bassi e quindi permettono di rilevare problemi in sezioni non esposte negli altri periodi dell'anno. Tuttavia, sono consigliate ispezioni dettagliate anche dopo violente mareggiate.

Durante l'ispezione svolta nell'ottobre 2018 lungo la costa del West Sussex, con la supervisione degli ingegneri dell'Arun District Council, sono stati rilevati i seguenti problemi:

- Abrasione dei pali principali (figura 5). Questo fenomeno si verifica, di solito, nella parte di palo che non viene riparata dalle tavole ed è dovuta alla forte azione degli agenti meteomarinari. In questi casi viene realizzato un apposito sistema di protezione del palo per limitare questo problema.

- Attacchi biologici da parte dei *gribbles* (famiglia delle *Limnoriidae*). Questi animaletti, simili alle larve di tarlo, si stabilizzano nelle sezioni meno esposte dei pennelli in legno e creano un *network* di gallerie che indebolisce notevolmente la resistenza del legno.
- Danni causati dall'uomo.
- Corrosione degli elementi in acciaio (viti, bulloni, piastre di giunzione, etc.)
- "Effetto cuneo". Esso viene esercitato dai ciottoli che si incastrano tra le tavole orizzontali dei pennelli in legno. Con il trascorrere del tempo gli spazi vuoti si espandono, permettendo il passaggio di materiale fine e riducendo l'efficienza del pennello.
- Mancanza di tavole soprattutto nelle parti del pennello rivolte verso largo.



Figura 5. *Abrasione del palo principale*