

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

### U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

### PROGETTO DEFINITIVO

## RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

### Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)

### RELAZIONI GENERALI

RIPASCIMENTO DEL LITORALE DI SANT'ALESSIO SICULO – RELAZIONE IDRODINAMICA

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RS2S 02 D 09 RG ID0102 003 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	M. Coccato	ottobre 2017	F. Cabas	ottobre 2017	P. Carlesimo	ottobre 2017	ITALFERR S.p.A. U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti Dott. Ing. Angelo Vittozzi Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma N° A20783 A. Vittozzi gennaio 2018
B	Consegna al CSLLPP	M. Coccato	gennaio 2018	F. Cabas	gennaio 2018	P. Carlesimo	gennaio 2018	

n. Elab.:199

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	CALCOLO DELLA CORRENTE LONGITUDINALE GENERATA DAL MOTO ONDOSO .....	4
2.1	DEFINIZIONE DELLE CONDIZIONI DI INPUT .....	4
2.2	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI DELLA CORRENTE LONGITUDINALE .....	9
3	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....	15

## 1 PREMESSA

La presente "Relazione Idrodinamica" è stata redatta nell'ambito del progetto definitivo di un intervento di ripascimento nell'ambito dei lavori della linea ferroviaria Catania-Siracusa, raddoppio Giampilieri-Fiumefreddo.

L'efficacia dei pennelli sulla morfodinamica costiera è stata oggetto di valutazione nello "Studio Morfodinamico" che ha previsto anche l'utilizzo di un modello numerico per simulare l'evoluzione della linea di riva nel medio-lungo termine. La presente relazione approfondisce il tema con la definizione delle caratteristiche della corrente longitudinale dovuta al moto ondoso in relazione al trasporto solido litoraneo.

A tal fine la relazione fa riferimento anche ai risultati degli studi specialistici di ingegneria e geomorfologia litoranea redatti a supporto del progetto e in particolare allo "Studio Meteomarino" e allo "Studio Idrodinamico".

## 2 CALCOLO DELLA CORRENTE LONGITUDINALE GENERATA DAL MOTO ONDO SO

Per l'analisi della corrente longitudinale generata dal moto ondoso è stato applicato il modello di dinamica longitudinale NMLONG sviluppato dal "Coastal Engineering Research Center" (CERC) dell' "US Army Corps of Engineers".

Il modello numerico NMLONG (Kraus e Larson 1991, Larson e Kraus 1991) è in grado di calcolare la propagazione in costa del moto ondoso e la corrente longitudinale ad esso associata, e di stimare il trasporto solido potenziale lungo un profilo trasversale.

NMLONG risolve l'equazione di conservazione del flusso di energia dell'onda, tenendo conto del fenomeno dello shoaling, della rifrazione e del frangimento. La dissipazione dell'energia dell'onda associata al frangimento è calcolata secondo l'approccio di Dally et al. (1985).

L'equazione di conservazione della quantità di moto è risolta numericamente per ottenere le variazioni della superficie libera dell'acqua, e l'equazione che governa la quantità di moto longitudinale fornisce la distribuzione della velocità di corrente di longshore.

### 2.1 DEFINIZIONE DELLE CONDIZIONI DI INPUT

Per lo studio della corrente longitudinale è stata presa a riferimento una sezione rappresentativa del litorale ubicata in corrispondenza del pennello n.4 (cfr. **Figura 2-1**). Lungo la sezione prescelta sono stati tracciati due profili (cfr. **Figura 2-2**): il primo con solo il ripascimento, il secondo con ripascimento e pennello.

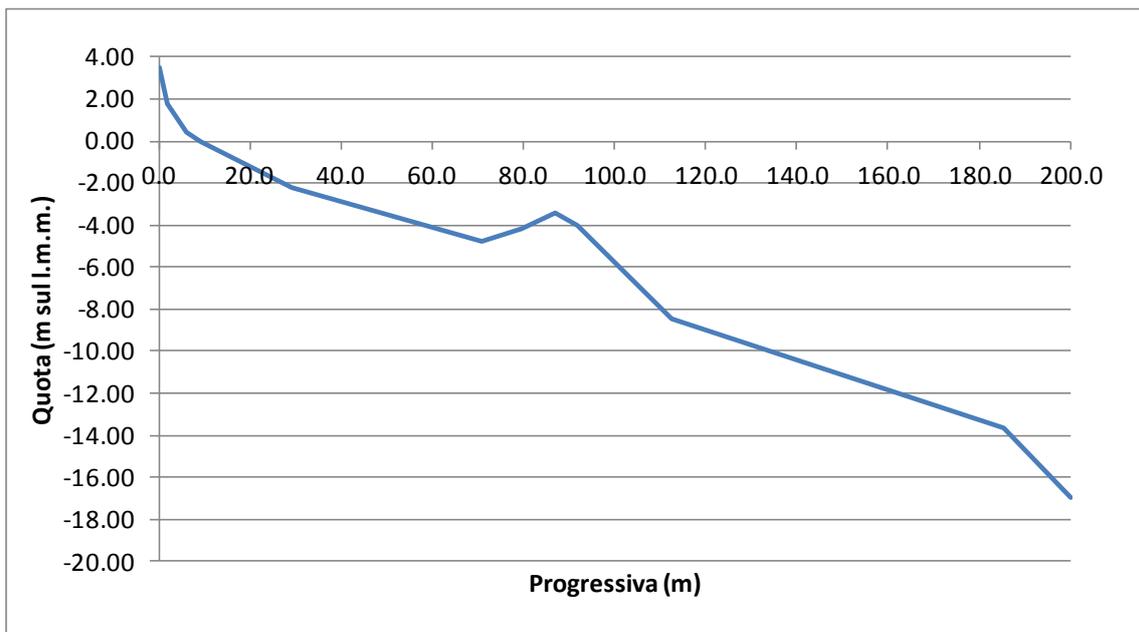
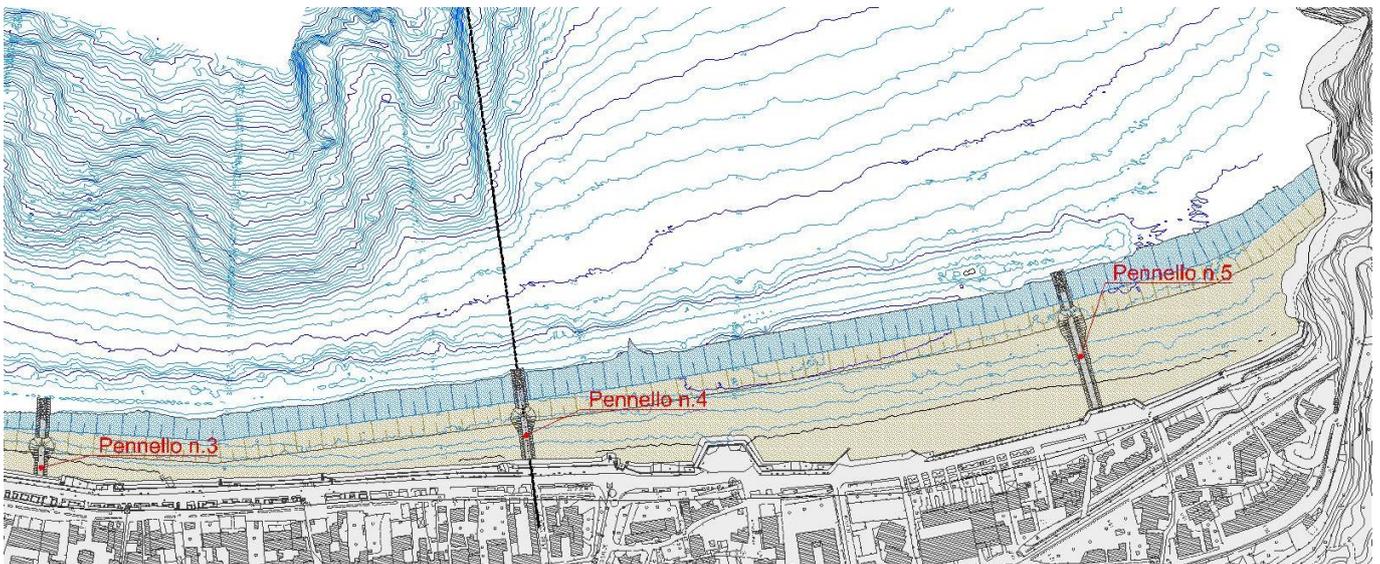
La sezione, del tutto simile a quella del pennello n. 3, è stata scelta in quanto cade in corrispondenza del canyon sottomarino, ovvero in una zona ove il moto ondoso è più aggressivo per via dei fondali molto acclivi. Pertanto, in tale zona la corrente longitudinale raggiunge la massima intensità.

Il calcolo della distribuzione della corrente longitudinale è stato eseguito per diversi stati di mare caratterizzati da valori dell'altezza d'onda significativa crescenti ( $H_s=1.0-2.0-3.0$  m) che ben rappresentano le classi di moto ondoso che potenzialmente sono in grado di mobilitare i sedimenti (cfr. **Tabella 2-1**). Infatti, è lecito ritenere che altezze d'onda inferiori non siano in grado di mobilitare i sedimenti con le caratteristiche granulometriche della spiaggia nativa e del materiale di ripascimento.

Per quanto riguarda l'angolo di attacco del moto ondoso (angolo tra la normale alla linea di riva e la direzione di propagazione delle onde) sono stati simulati tre valori pari a  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  e  $60^\circ$  ritenuti rappresentativi delle forzanti del sito in esame alla luce della propagazione in costa del moto ondoso eseguita nello Studio Idrodinamico. Poiché le simulazioni sono state eseguite in funzione dell'angolo di attacco del moto ondoso, i risultati sono riferiti sia al caso che le onde mobilitino i sedimenti verso sud sia al caso opposto.

Per quanto riguarda la legge di dipendenza tra il periodo di picco  $T_p$  ed i valori di altezza d'onda significativa  $H_s$  al colmo delle mareggiate si è fatto riferimento ai risultati dello Studio Meteomarinario che individua la seguente relazione ricavata da un'interpolazione dei valori osservati (cfr. **Figura 2-4**):

$$T_p = 7.12 H_s^{0.23}$$



**Figura 2-1: Ubicazione del pennello n.4 (in alto) e profilo attuale della spiaggia (in basso)**

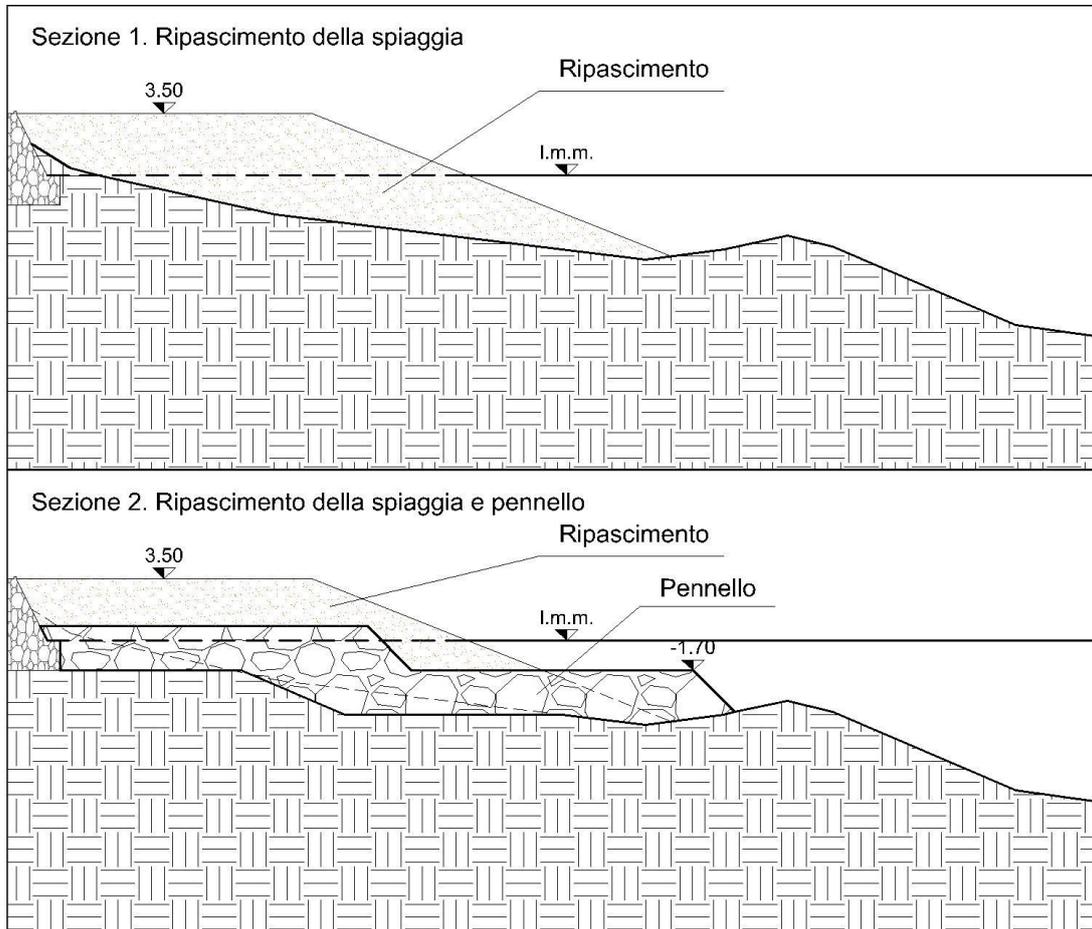


Figura 2-2: Sezioni di calcolo

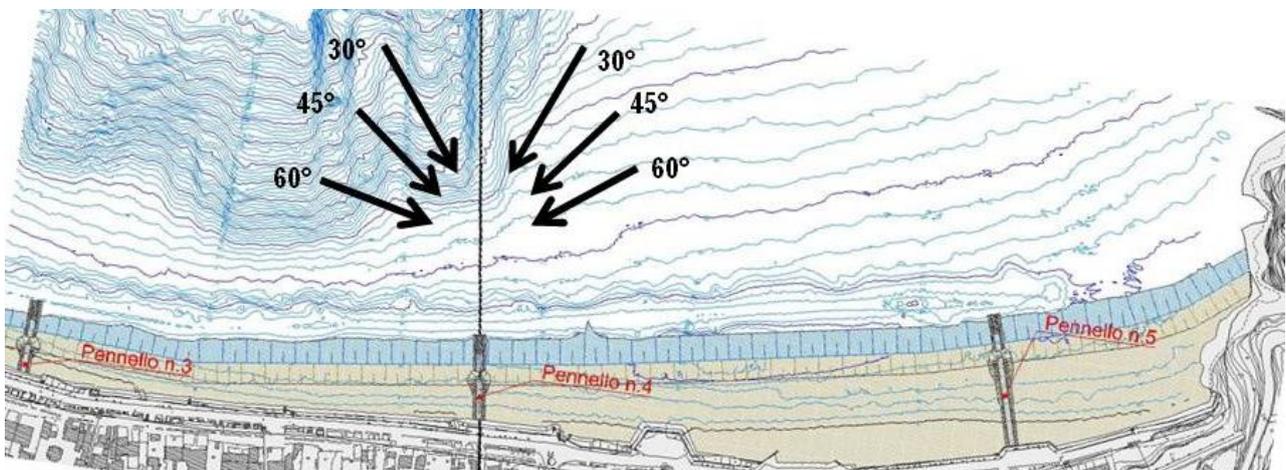


Figura 2-3: Angolo di attacco del moto ondoso per le simulazioni eseguite

dir.	ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)														TOT.
	0	0.25	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	
(°N)	0.25	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	TOT.
10	0.141	0.458	0.401	0.084	0.011	0.002	0.001	//	//	//	//	//	//	//	1.1
20	0.136	0.394	0.278	0.054	0.007	0.001	0.001	//	//	//	//	//	//	//	0.9
30	0.155	0.350	0.187	0.040	0.004	0.001	0.001	//	//	//	//	//	//	//	0.7
40	0.245	0.369	0.163	0.028	0.002	0.001	0.001	//	//	//	//	//	//	//	0.8
50	0.500	0.368	0.126	0.024	0.003	0.001	0.000	0.000	//	//	//	//	//	//	1.0
60	0.734	0.352	0.105	0.022	0.003	0.001	//	//	//	//	//	//	//	//	1.2
70	0.752	0.241	0.123	0.025	0.006	//	//	//	//	//	//	//	//	//	1.1
80	0.705	0.234	0.150	0.039	0.006	0.000	//	//	//	//	//	//	//	//	1.1
90	0.793	0.270	0.223	0.066	0.011	0.003	//	//	//	//	//	//	//	//	1.4
100	1.695	0.627	0.508	0.175	0.056	0.016	0.005	0.002	0.001	0.000	//	0.000	0.000	//	3.1
110	3.003	2.254	2.492	0.698	0.250	0.083	0.035	0.013	0.006	0.002	0.000	//	0.001	0.001	8.8
120	2.190	2.380	2.250	1.027	0.424	0.188	0.083	0.045	0.019	0.009	0.004	//	0.000	//	8.6
130	1.606	1.695	2.189	0.970	0.345	0.142	0.091	0.054	0.016	0.011	0.004	0.001	//	//	7.1
140	1.451	1.688	2.460	1.165	0.373	0.143	0.056	0.026	0.012	0.003	0.002	//	//	//	7.4
150	1.802	2.011	3.175	1.238	0.438	0.121	0.030	0.015	0.009	0.004	0.001	//	//	//	8.8
160	2.602	3.206	3.370	0.732	0.133	0.040	0.018	0.007	0.002	0.001	//	//	//	//	10.1
170	2.742	2.370	1.164	0.224	0.044	0.010	0.003	0.002	0.002	0.000	0.001	0.000	//	//	6.6
180	0.926	0.616	0.509	0.123	0.027	0.002	0.001	//	//	//	//	//	//	//	2.2
190	0.258	0.311	0.254	0.057	0.013	0.003	//	//	//	//	//	//	//	//	0.9
200	0.112	0.200	0.163	0.041	0.012	0.002	//	//	//	//	//	//	//	//	0.5
210	0.094	0.162	0.100	0.025	0.007	0.002	0.001	//	//	//	//	//	//	//	0.4
220	0.081	0.135	0.081	0.019	0.004	0.002	0.000	//	//	//	//	//	//	//	0.3
230	0.076	0.137	0.082	0.022	0.004	0.000	0.000	//	//	//	//	//	//	//	0.3
240	0.068	0.137	0.094	0.019	0.003	0.002	0.000	//	//	//	//	//	//	//	0.3
250	0.076	0.156	0.090	0.027	0.005	0.001	//	//	//	//	//	//	//	//	0.4
260	0.090	0.175	0.114	0.031	0.006	0.001	0.000	//	//	//	//	//	//	//	0.4
270	0.114	0.208	0.144	0.051	0.009	0.002	//	//	//	//	//	//	//	//	0.5
280	0.145	0.305	0.233	0.074	0.020	0.008	0.000	//	//	//	//	//	//	//	0.8
290	0.203	0.452	0.412	0.151	0.050	0.018	0.004	0.000	//	//	//	//	//	//	1.3
300	0.242	0.857	0.802	0.358	0.133	0.038	0.009	0.002	0.001	//	//	//	//	//	2.4
310	0.306	1.669	2.117	0.726	0.193	0.047	0.014	0.003	//	//	//	//	//	//	5.1
320	0.263	1.476	2.639	0.744	0.145	0.033	0.014	0.000	//	//	//	//	//	//	5.3
330	0.206	0.976	1.684	0.420	0.078	0.007	0.003	//	//	//	//	//	//	//	3.4
340	0.175	0.732	1.237	0.219	0.036	0.006	0.001	//	//	//	//	//	//	//	2.4
350	0.147	0.591	0.822	0.149	0.035	0.004	//	//	//	//	//	//	//	//	1.7
360	0.126	0.484	0.577	0.109	0.015	0.001	//	//	//	//	//	//	//	//	1.3
TOT.	25.0	29.0	31.5	10.0	2.9	0.9	0.4	0.2	0.1	0.031	0.012	0.001	0.001	0.001	100.0
TOT. CUM.	24.961	54.0	85.5	95.5	98.4	99.3	99.7	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	

**Tabella 2-1: Distribuzione percentuale annuale per classi di Hs e direzione di provenienza degli eventi di moto ondoso al largo di Sant'Alessio Siculo**

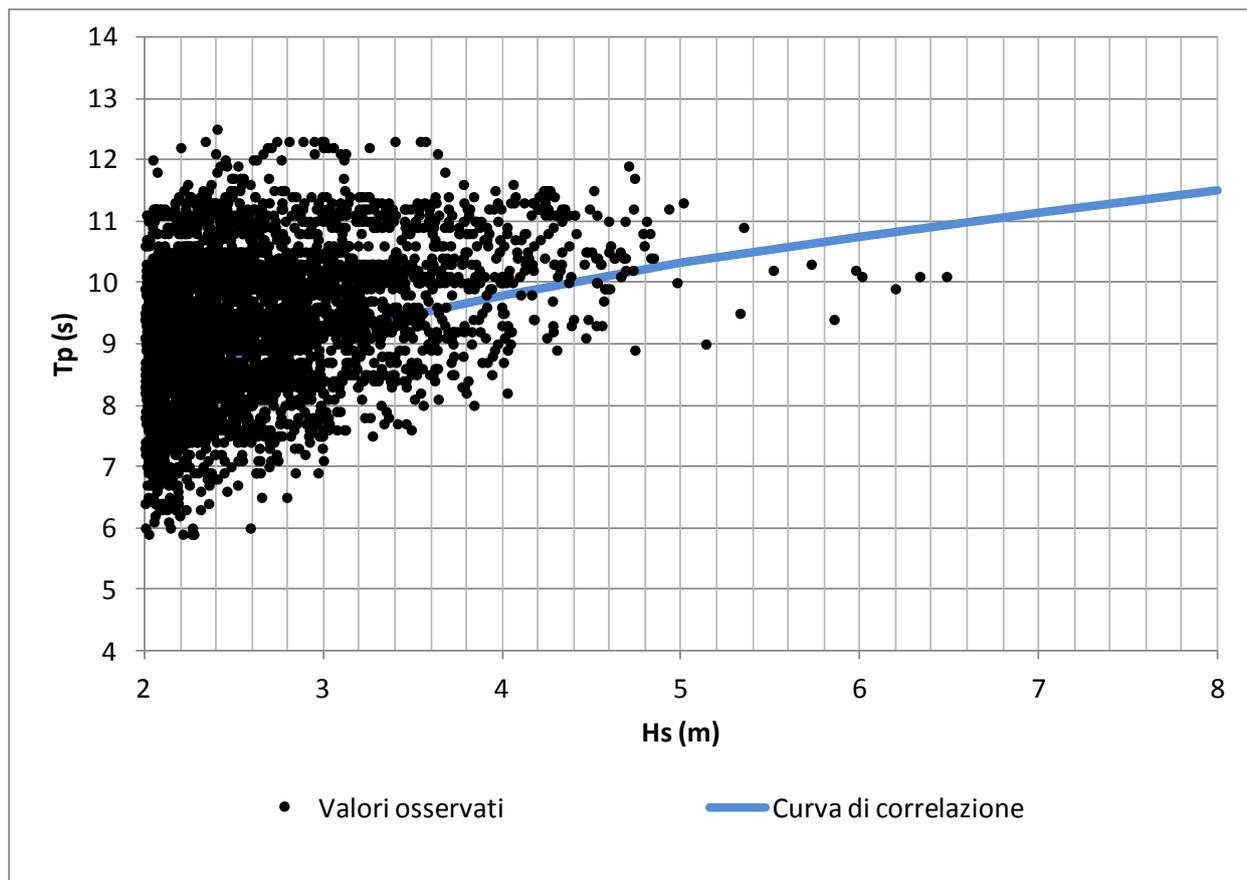


Figura 2-4: Correlazione tra il periodo di picco e l'altezza d'onda significativa per il settore di traversia principale

## 2.2 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI DELLA CORRENTE LONGITUDINALE

il principio di funzionamento dei pennelli si basa sull'intercettazione diretta del trasporto solido longitudinale che si compone del trasporto solido di fondo e di quello in sospensione. La geometria del pennello è tale che il trasporto solido di fondo è sostanzialmente bloccato per tutta la sua lunghezza fino alla barriera sommersa. Per quanto riguarda il trasporto solido in sospensione, le simulazioni eseguite hanno consentito di mettere in evidenza alcuni importanti elementi relativi alla capacità di trasporto dei sedimenti ad opera della velocità della corrente.

L'effetto principale del pennello consiste in una sensibile riduzione (variabile dal 30 al 50%) dei valori massimi della velocità della corrente longitudinale lungo il profilo di calcolo, con particolare riferimento alle altezze d'onda significative di 2.0 e 3.0 m.

Un altro effetto riscontrato consiste nel fatto che i diagrammi dell'andamento delle velocità risultano nel complesso "appiattiti" ad opera del pennello. In altre parole, la fascia interessata dalla corrente risulta incrementata ma al contempo caratterizzata da velocità decisamente inferiori.

La riduzione della velocità della corrente, riscontrata per tutte le simulazioni eseguite (cfr. **Figura 2-5-Figura 2-13**), è tale che anche il trasporto solido in sospensione debba risultare ridotto. Tale riduzione inoltre è tanto maggiore quanto più è grossolana la granulometria dei sedimenti della spiaggia.

Pertanto l'efficacia del pennello risulta amplificata nel caso in esame in cui i sedimenti della spiaggia sono classificabili per lo più nel campo compreso tra le sabbie grosse e le ghiaie. Sedimenti così grossolani sono caratterizzati da una velocità di sedimentazione elevata mediamente compresa tra circa 15 e 70 cm/s, e pertanto affinché siano trasportati in sospensione richiedono velocità elevate della corrente.

In conclusione, la realizzazione dei pennelli avrà un sensibile beneficio sul trasporto solido longitudinale mitigando la deriva dei sedimenti.

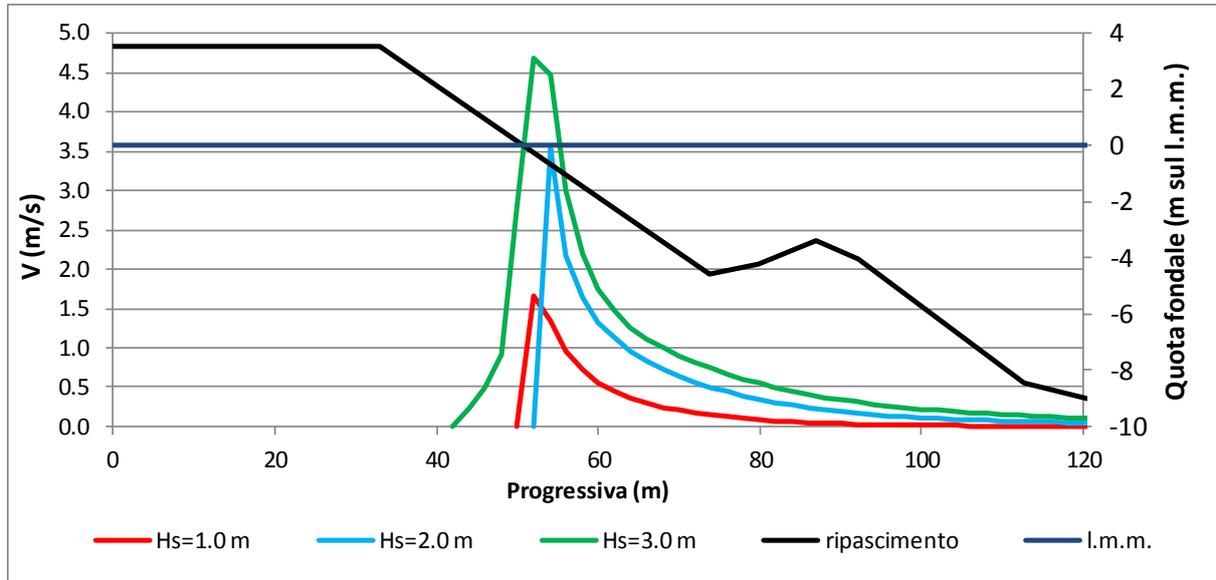


Figura 2-5: Sezione 1. Andamento della componente longitudinale della corrente lungo il profilo di calcolo per un angolo di attacco del moto ondoso di  $30^\circ$

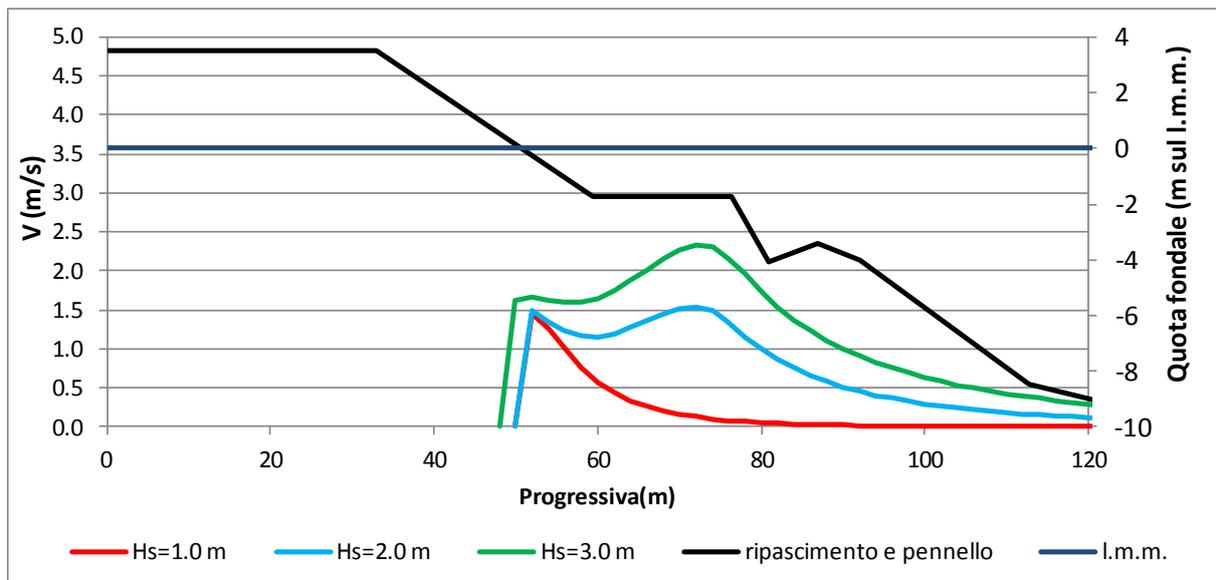


Figura 2-6: Sezione 2. Andamento della componente longitudinale della corrente lungo il profilo di calcolo per un angolo di attacco del moto ondoso di  $30^\circ$

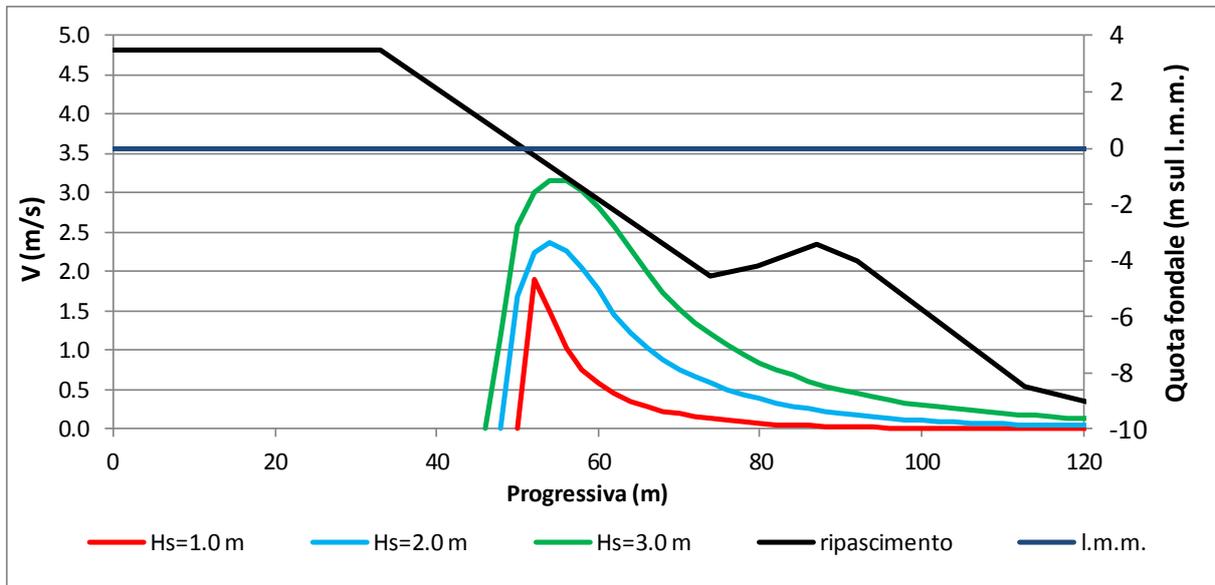


Figura 2-7: Sezione 1. Andamento della componente longitudinale della corrente lungo il profilo di calcolo per un angolo di attacco del moto ondoso di  $45^\circ$

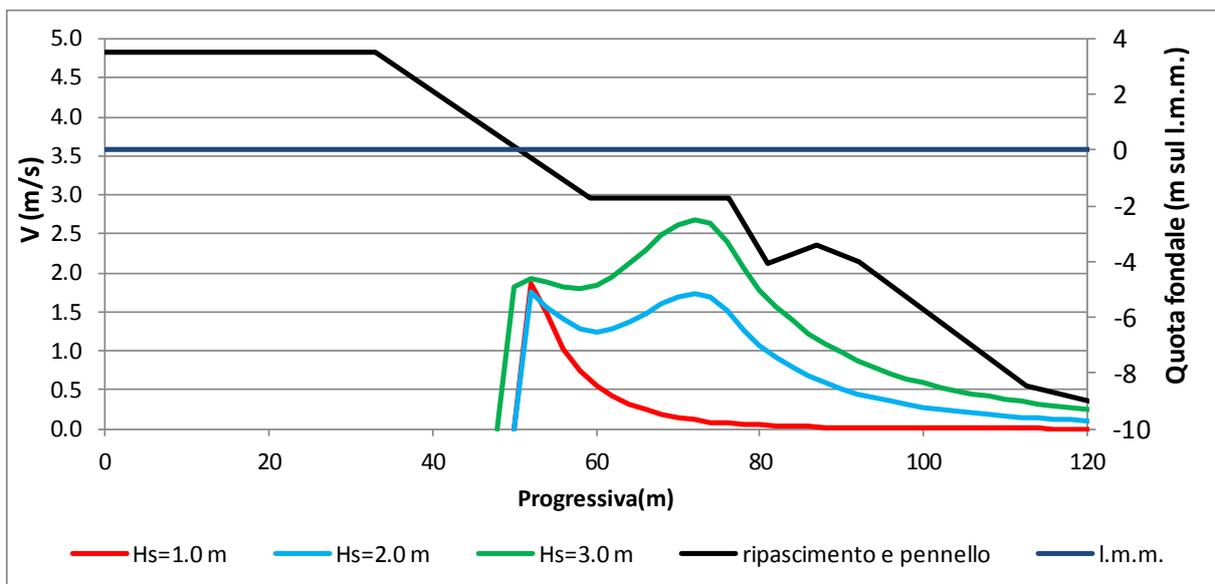


Figura 2-8: Sezione 2. Andamento della componente longitudinale della corrente lungo il profilo di calcolo per un angolo di attacco del moto ondoso di  $45^\circ$

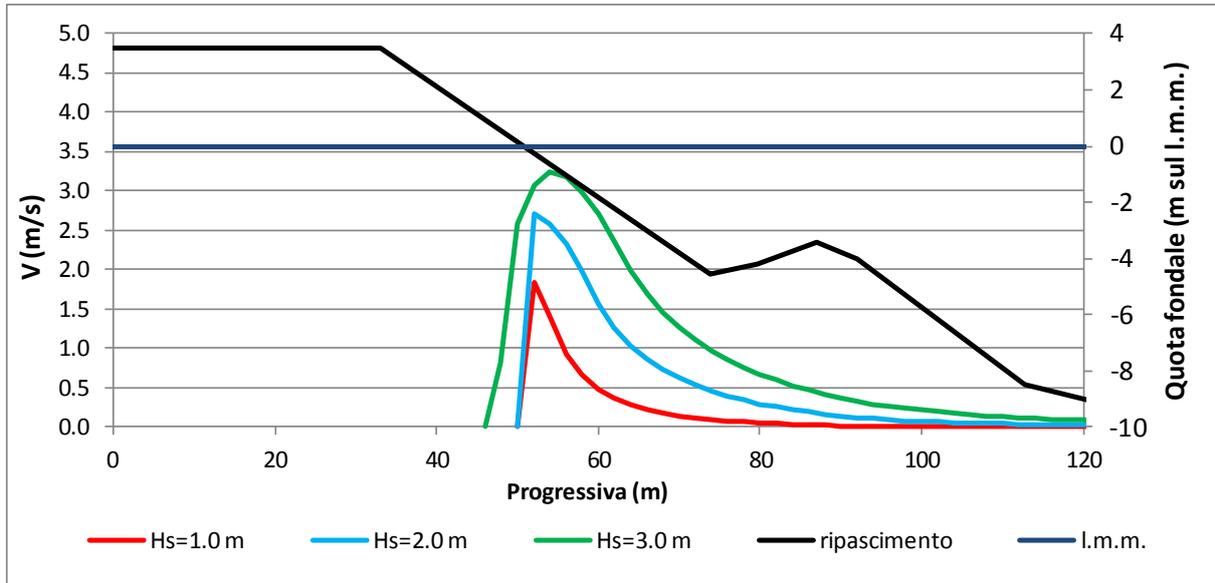


Figura 2-9: Sezione 1. Andamento della componente longitudinale della corrente lungo il profilo di calcolo per un angolo di attacco del moto ondoso di  $60^\circ$

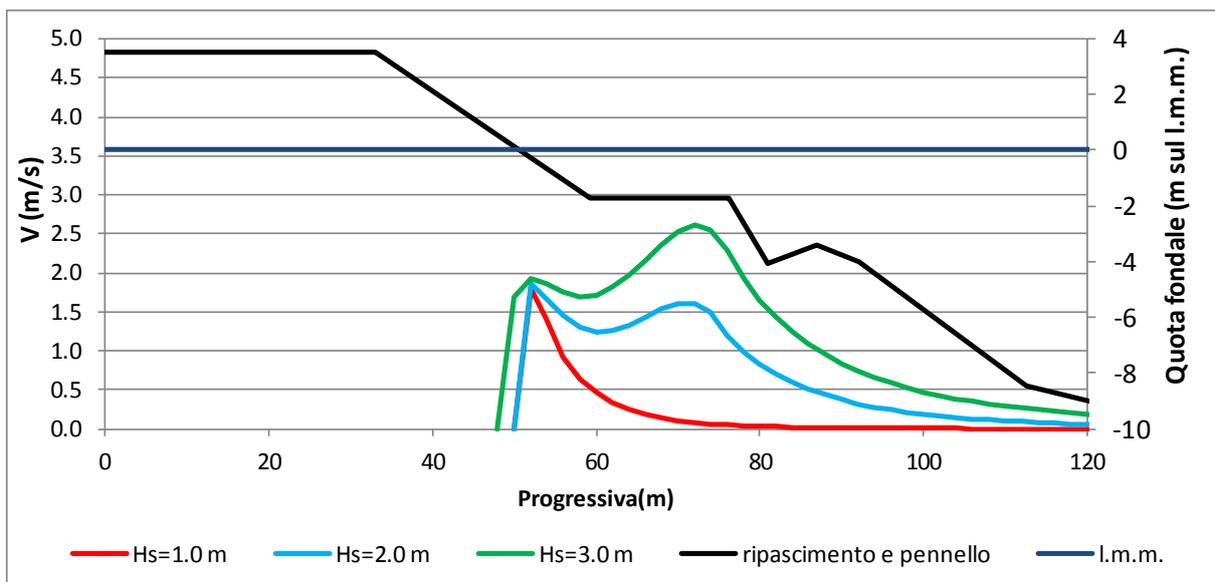


Figura 2-10: Sezione 2. Andamento della componente longitudinale della corrente lungo il profilo di calcolo per un angolo di attacco del moto ondoso di  $60^\circ$

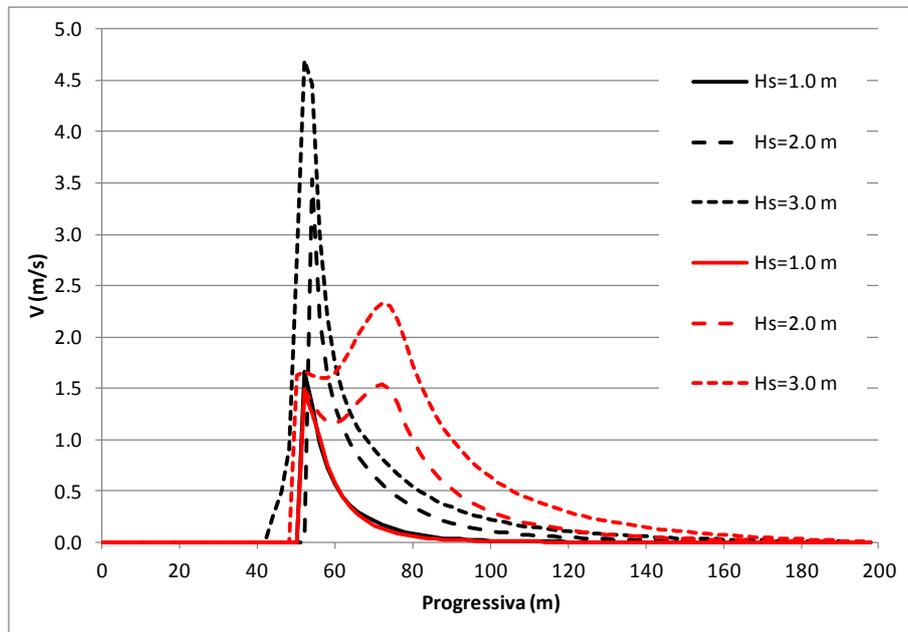


Figura 2-11: Sezioni 1 e 2. Andamento della componente longitudinale della corrente lungo il profilo di calcolo per un angolo di attacco del moto ondoso di  $30^\circ$

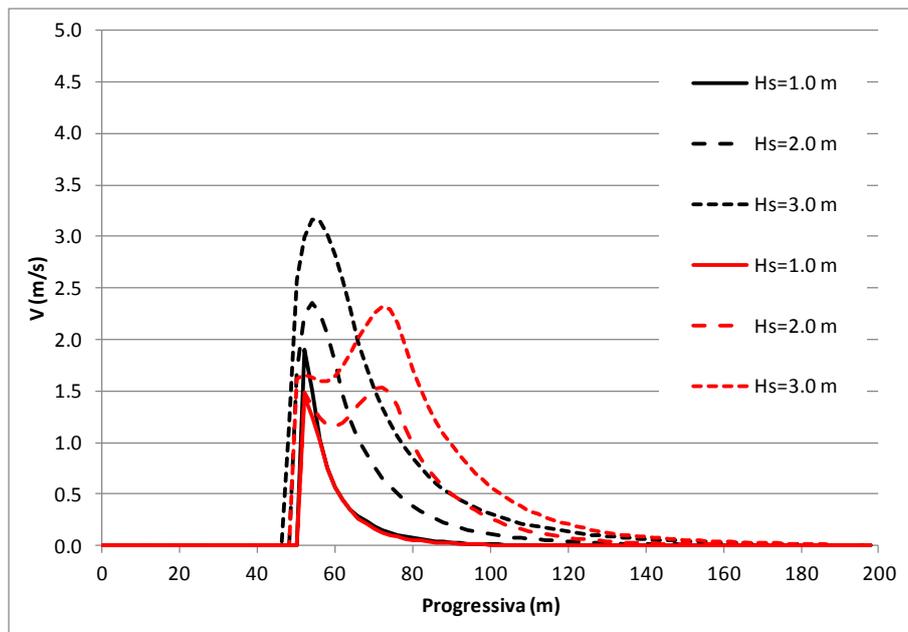
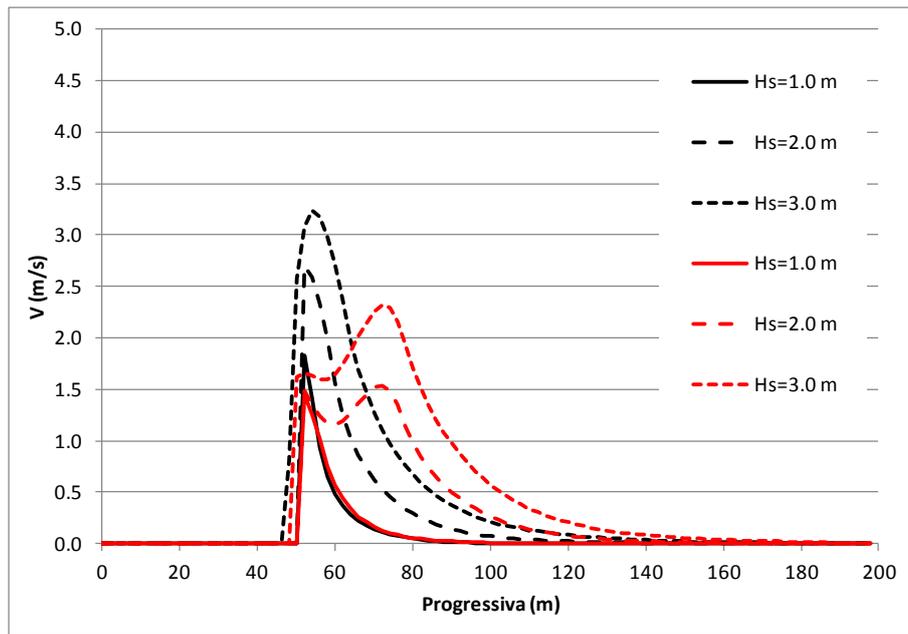


Figura 2-12: Sezioni 1 e 2. Andamento della componente longitudinale della corrente lungo il profilo di calcolo per un angolo di attacco del moto ondoso di  $45^\circ$



**Figura 2-13: Sezioni 1 e 2. Andamento della componente longitudinale della corrente lungo il profilo di calcolo per un angolo di attacco del moto ondoso di 60°**

### 3 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- 1) Dally, W.R., Dean, R.G., and Dalrymple, R.A. (1985). "Wave height variation across beaches of arbitrary profile," Journal of Geophysical Research, 90 (C6), 11,917-11,927
- 2) Kraus, N.C., and Larson, M. (1991). "NMLONG – Numerical model for simulating the longshore current. Report 1: Model development and tests," Technical Report DRP-91-1, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Coastal Engineering Research Center, Vicksburg, MS.
- 3) Kraus, N.C., Larson, M., and Kriebel, D.L. 1991 "Evaluation of beach erosion and accretion predictors" Proceedings of Coastal Sediments '91, ASCE, 572-587
- 4) Larson, M. 1995 "Model for decay of random waves in surf zone" Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, 121(1), 1-12
- 5) Larson, M. 1995 "Model of beach profile change under random waves" Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, 121(1), 1-12