Committente:

COMUNE DI MONTEROSSO AL MARE

Oggetto:

LAVORI DI RIASSETTO DEL PARAGGIO COSTIERO PROSPICIENTE IL CENTRO STORICO

(fondi Protezione Civile ex O.C.D.P.C. n. 558/18 - eventi del 29-30 ottobre 2018)

STRALCIO FUNZIONALE

PROGETTO VARIANTE

Titolo elaborato:

ATTIVITÀ DI STUDIO E MODELLAZIONE NUMERICA A SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE

(documento redatto da DHI s.r.l.)

Progettista:

INGEPRO Ingegneri Associati

Corso Torino 17/6 sc.A - 16129 Genova
Tel. 010.5740568 - fax : 010.4211059
e-mail: studio@ingepro.eu - PEC: studio@pec.ingepro.eu
C.F. e P. IVA: 02726060995

Revisione	Data	Redatto da:	Verificato da:	Approvato da:	Descrizione
0	10.10.2023	ST	AP	RG	Emissione

Firmato digitalmente da **Riccardo Giammarini**
O = Ordine degli Ingegneri della Provincia di Genova
C = IT

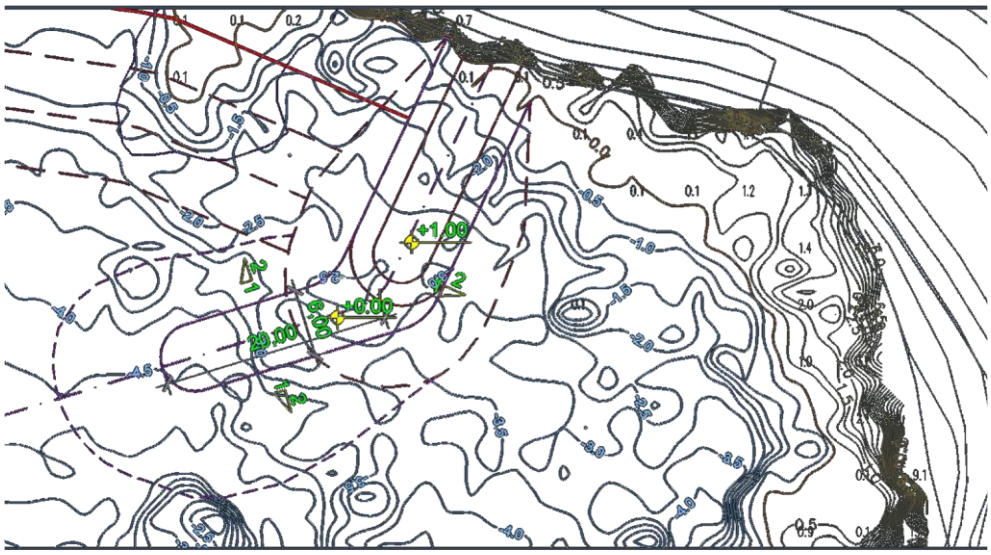
Nome: P004_PV_R02.00_Studio-modellazione numerica

Scala:

Commessa:	Livello prog:	Elaborato:
P004	PV	R02

ATTIVITÀ DI STUDIO E MODELLAZIONE NUMERICA A SUPPORTO DELLA VARIANTE ALLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA DEGLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE E DIFESA DEL LITORALE DI MONTEROSSO AL MARE

Nota tecnica



Comune di Monterosso al Mare

Nota tecnica

Settembre 2023

This report has been prepared under the DHI Business Management System certified by Bureau Veritas to comply with ISO 9001 (Quality Management)

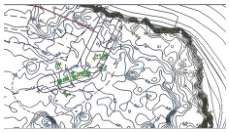


ATTIVITÀ DI STUDIO E MODELLAZIONE NUMERICA A SUPPORTO DELLA VARIANTE ALLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA DEGLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE E DIFESA DEL LITORALE DI MONTEROSSO AL MARE

Nota tecnica

Committente Comune di Monterosso al Mare

Referente del Committente arch. Massimiliano Martina



Proposta di variante al pennello realizzato in ambito di progettazione definitiva/esecutiva

Project manager	Silvia Torretta
Quality supervisor	Andrea Pedroncini
Autore	Silvia Torretta

Codice progetto - elaborato	22803364-02-00102
Data di approvazione	29.09.2023
Emissione	1.0
Classificazione	Open

La presente nota tecnica illustra le attività di analisi e di modellazione numerica predisposte a supporto della **proposta di variante alla progettazione definitiva/esecutiva degli interventi di riqualificazione e difesa del litorale** di Monterosso al Mare (SP), nel tratto prospiciente il centro storico, comprensive dell'ottimizzazione delle opere di protezione dell'abitato, unitamente a interventi di riqualificazione del Molo dei Pescatori e dell'arenile.

In considerazione dell'evoluzione della spiaggia dopo l'esecuzione dell'intervento di progetto, in accordo con l'Amministrazione e i progettisti, si è proceduto con la valutazione di alcune alternative finalizzate a stabilizzare ulteriormente il litorale di Monterosso, mantenendo inalterate la protezione del centro abitato, obiettivo primario dello schema di difesa proposto.

Tra le ipotesi testate con il modello numerico sono state esaminate:

A. la rimozione di circa 30m della scogliera soffolta nella porzione di Ponente e contestuale equivalente allungamento a Levante;

B. un allungamento del pennello in massi ubicato a Levante della spiaggia per un'estensione di 20m, a quota semisommersa.

L'ipotesi A, ovvero la modifica alla scogliera soffolta, è stata valutata soprattutto in riferimento ad eventi di moto ondoso con direzione di provenienza da Mezzogiorno, in considerazione della potenziale minor protezione offerta alla spiaggia. Le simulazioni svolte hanno evidenziato un incremento nei valori di risalita massima del moto ondoso sulla spiaggia fino a 25-30%, rispetto alla configurazione di progetto originale, senza evidenziare significative variazioni nella direzione ed intensità del flusso di corrente tra la scogliera e la linea di riva, principale obiettivo cercato con tale variazione.

In considerazione dei limitati effetti e della maggior esposizione della spiaggia a potenziali penetrazione del moto ondoso per eventi da Sud, si è proceduto con lo studio dell'ipotesi B.

La modifica, per i cui dettagli si rimanda agli specifici elaborati grafici, prevede l'allungamento del pennello in massi ubicato a Levante della spiaggia del Borgo di Monterosso, per una estensione di circa 20m, ruotato di 45° rispetto all'asse dell'opera. La sommità della nuova porzione di pennello è ipotizzata al livello del medio mare.

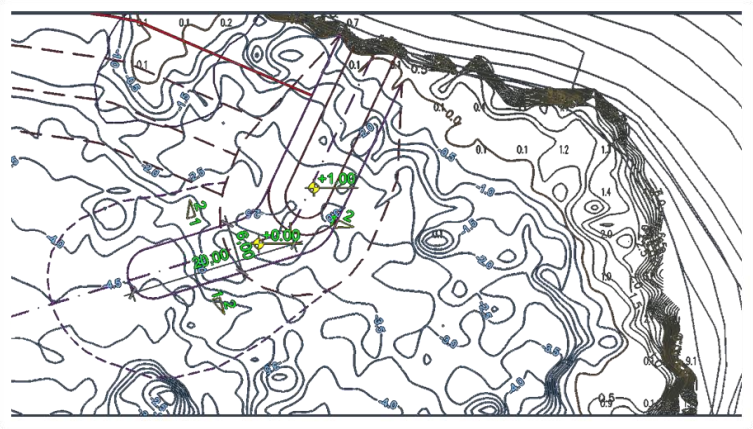


Figura 1 Schema della nuova configurazione del pennello in massi con prolungamento della testata di 20m, ruotato di 45° rispetto all'asse dell'opera

Al fine di valutare gli effetti della modifica proposta, si è proceduto con la simulazione di alcuni scenari rappresentativi di onda inserendo il nuovo schema della struttura. Per agevolare il confronto rispetto all'attuale configurazione dell'opera di difesa si è utilizzato il sistema modellistico integrato onda-corrente implementato nell'ambito della progettazione definitivo-esecutiva (elaborato 22803364-01-00102.docx "*Lavori di riassetto del paraggio costiero prospiciente il centro storico (fondi Protezione Civile ex O.C.D.P.C. n. 558/18 – eventi del 29-30 ottobre 2018. Progetto definitivo/esecutivo. Stralcio funzionale*"[1]) e le medesime condizioni di onda rappresentative (Tabella 1).

Tabella 1 Elenco delle condizioni d'onda selezionate per il modello 2D di dettaglio

Settore	**Hs [m]**	**Tp [s]**	**MWD [°N]**
A	2.2	7.6	170
B	3.5	8.6	200
C	4.9	9.0	230

Le attività modellistiche sono state affrontate utilizzando i software MIKE by DHI, ed in particolare i moduli bidimensionali MIKE 21 SW – *Spectral Waves* e MIKE 21 HD – *Hydrodynamics*, per lo studio rispettivamente dei campi d'onda e dell'idrodinamica locale del litorale in studio.

Le attività di studio sono state predisposte in stretta collaborazione con i tecnici del Comune di Monterosso al Mare e a supporto dei tecnici di InGEpro Ingegneri Associati.

A seguire si riportano le mappe di distribuzione dell'**altezza d'onda** nella configurazione comprensiva della variante e in quella prevista dal progetto. Il confronto evidenzia, come atteso, che il prolungamento del pennello comporta un incremento della porzione di spiaggia protetta (seppure parzialmente) dall'attacco diretto dell'onda, con conseguente abbattimento dell'energia associata. Tale riduzione dell'energia risulta maggiore per direzioni di provenienza del moto ondoso più ruotate verso Sud Est, ed è più evidente per gli eventi caratterizzati da una maggior intensità.

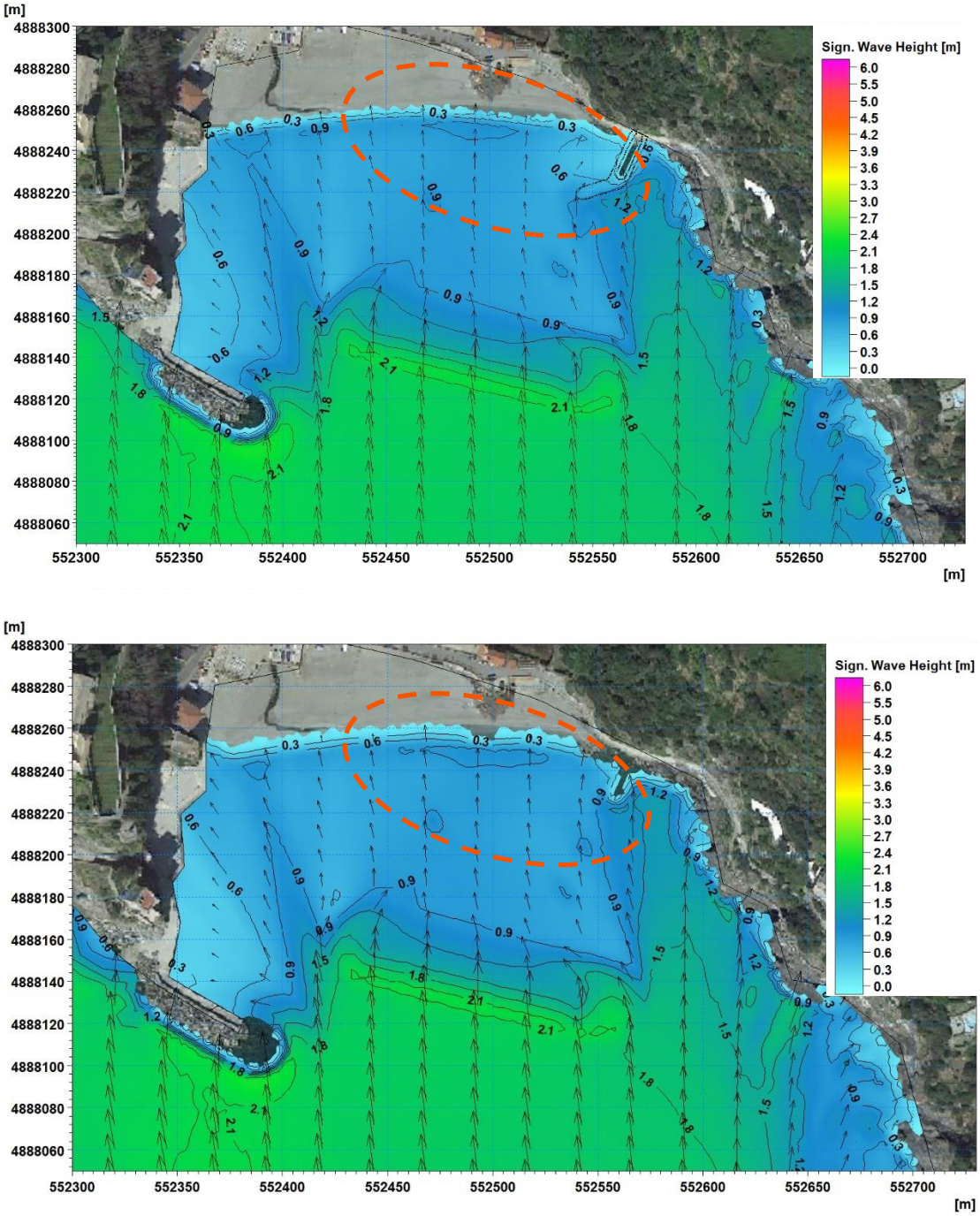


Figura 2 Distribuzione dell'altezza d'onda sulla spiaggia di Monterosso al Mare per la condizione A con Hs=2.2 m, Tp=7.6 s, caratterizzata da MWD=170°N per la nuova configurazione del pennello allungato (in alto) e per la configurazione di progetto originale (in basso)

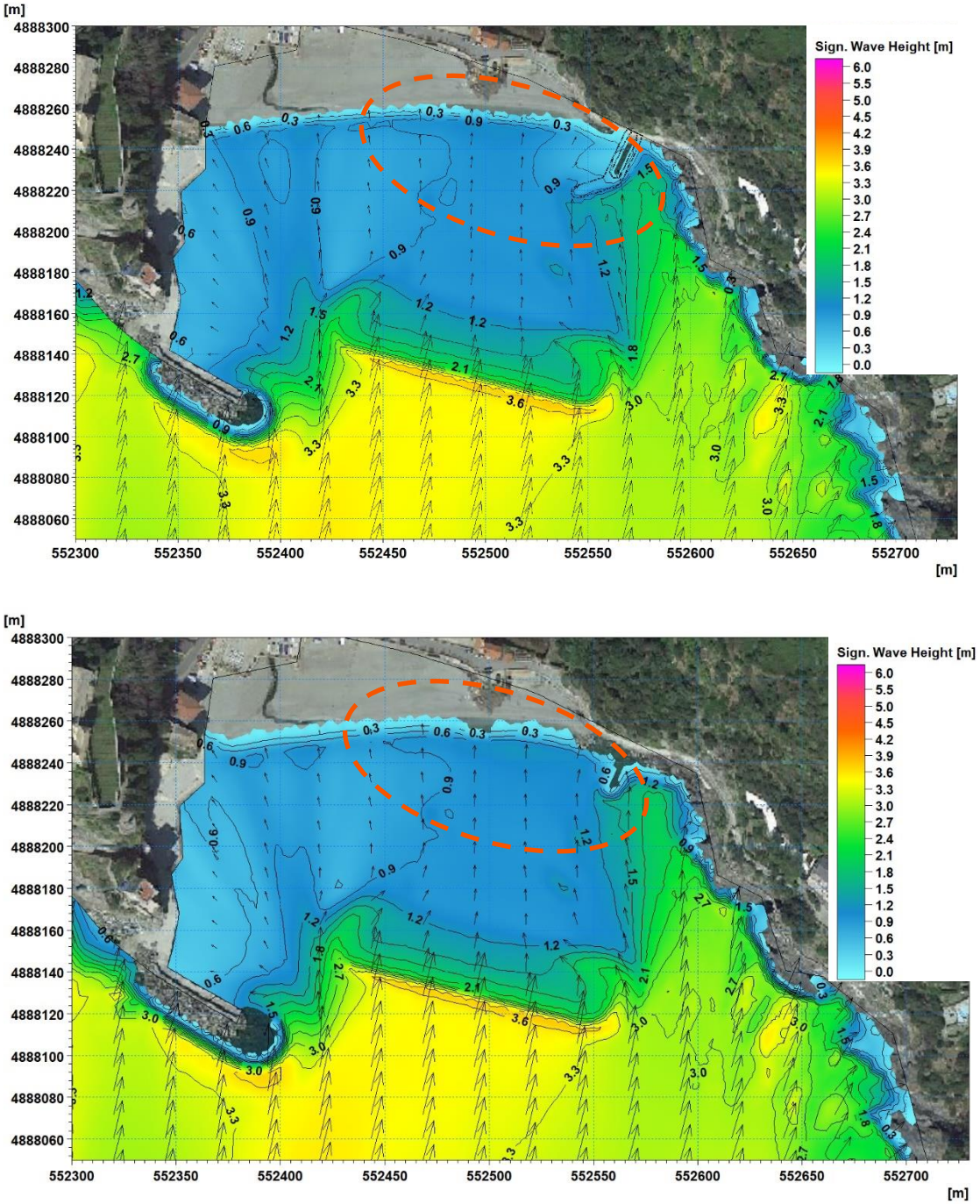


Figura 3 Distribuzione dell'altezza d'onda sulla spiaggia di Monterosso al Mare per la condizione B con Hs=3.5 m, Tp=8.6 s, caratterizzata da MWD=200°N, per la nuova configurazione del pennello allungato (in alto) e per la configurazione di progetto originale (in basso)

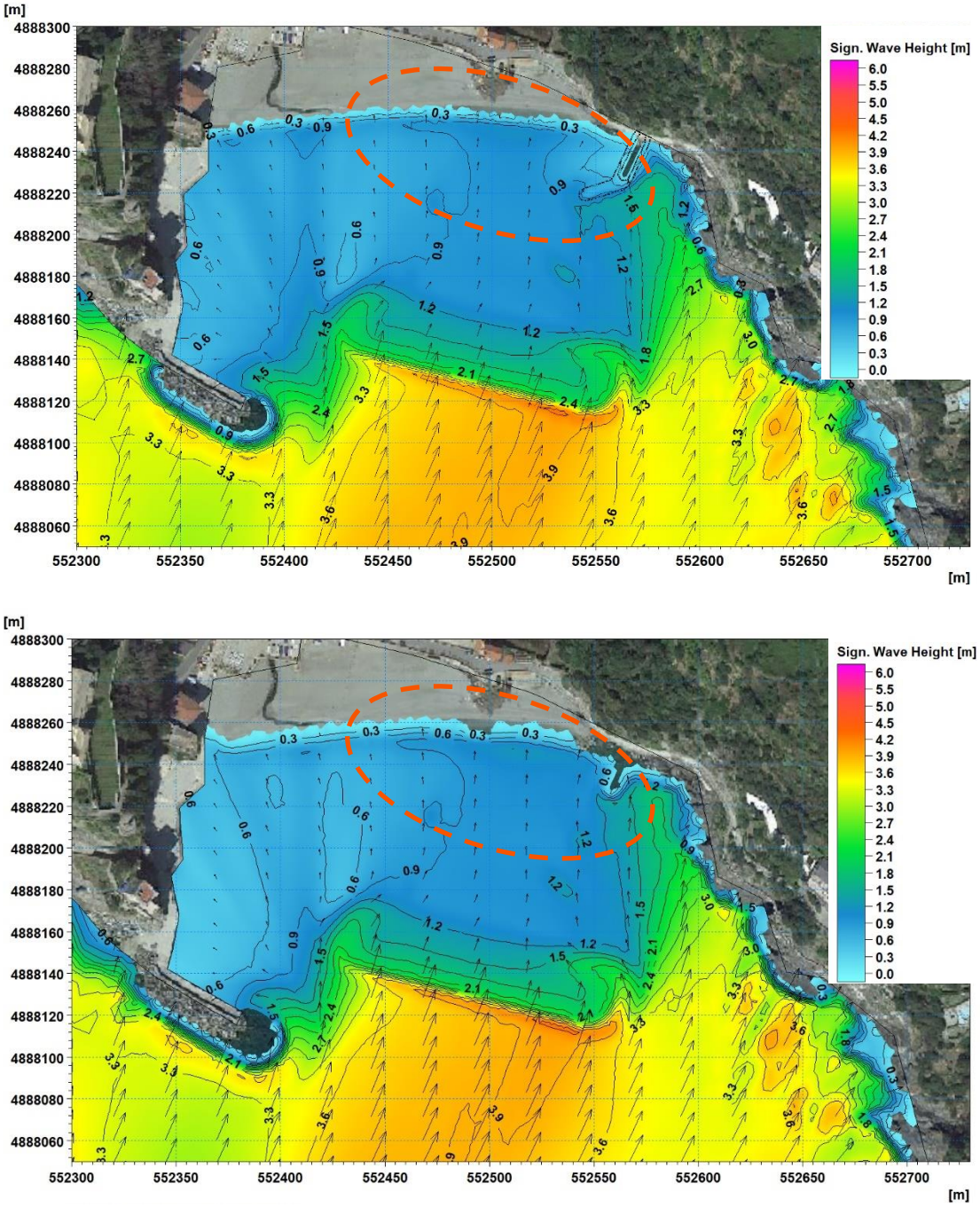


Figura 4 Distribuzione dell'altezza d'onda sulla spiaggia di Monterosso al Mare per la condizione C con Hs=4.9 m, Tp=9.0 s, caratterizzata da MWD=230°N, per la nuova configurazione del pennello allungato (in alto) e per la configurazione di progetto originale (in basso)

Per completare il confronto si è proceduto con l'analisi dell'idrodinamica del sito nelle due configurazioni (progetto originale e progetto modificato). A seguire si riportano le mappe di intensità di corrente, che non evidenziano sostanziali modifiche nella dinamica generale ma mostrano alcune limitate variazioni nella distribuzione dei flussi derivanti dal prolungamento della testata dell'opera.

Come evidente dal confronto tra i risultati della nuova configurazione rispetto a quella di progetto originale, per ognuna delle tre condizioni di onda selezionate si osserva un'accelerazione del flusso in corrispondenza della testata del pennello (posta a quota medio mare) a cui corrisponde una diminuzione delle intensità del flusso diretto da Levante verso Ponente, una volta che lo stesso ha abbandonato il pennello. Il ramo principale della corrente risulta generalmente più distanziato dalla linea di riva rispetto alla configurazione di progetto originale.

Si sottolinea che sia la diminuzione della velocità di corrente, sia l'allontanamento più verso il largo del ramo principale del flusso più spostata rappresentano effetti locali, ma comunque in grado di favorire la riduzione delle dinamiche di movimentazione del materiale Est-Ovest e, conseguentemente, una maggior stabilità dell'arenile.

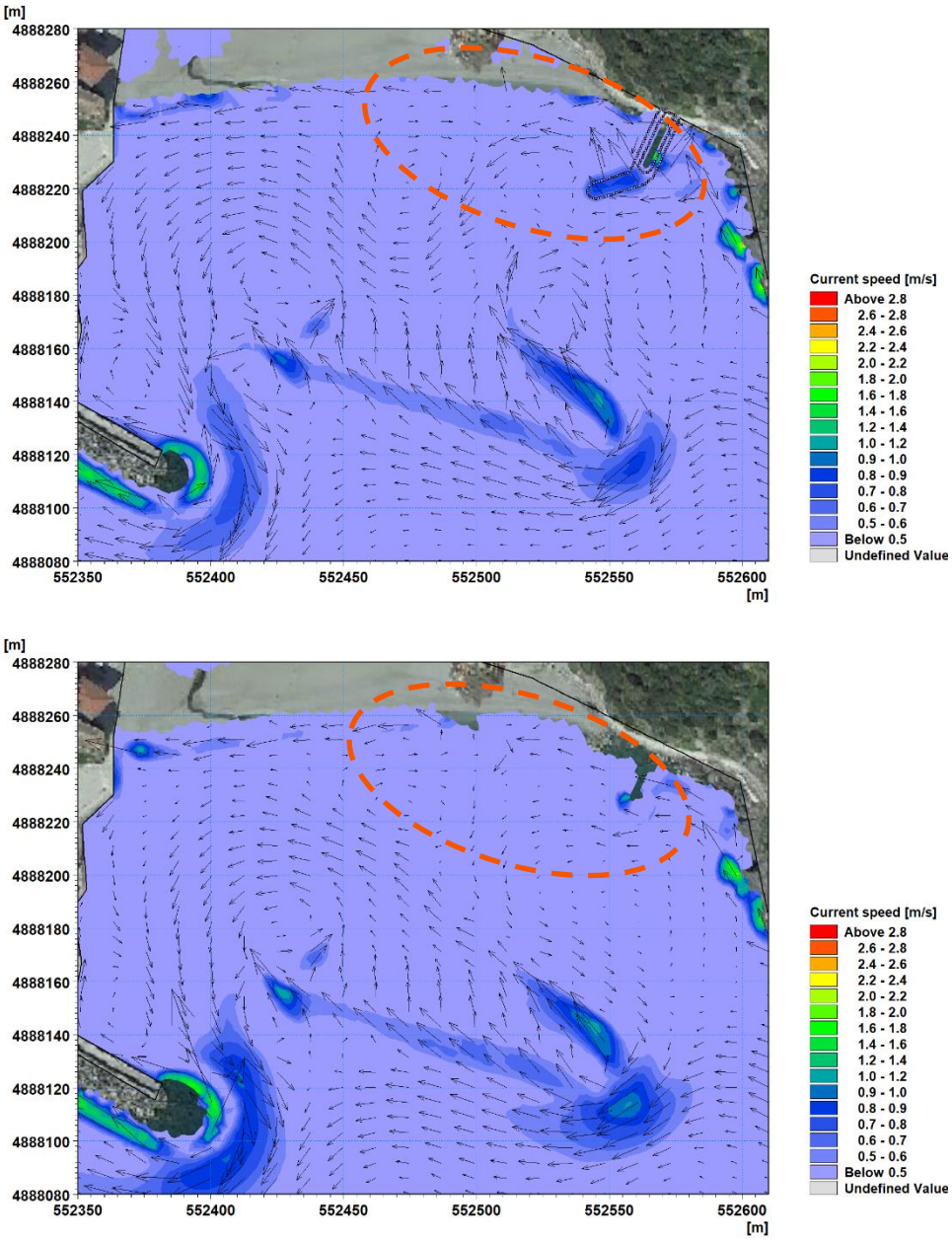


Figura 5 Mappa dell'intensità di corrente per la condizione A con Hs=2.2 m, Tp=7.6 s, caratterizzata da MWD=170°N, per la nuova configurazione del pennello allungato (in alto) e per la configurazione di progetto originale (in basso)

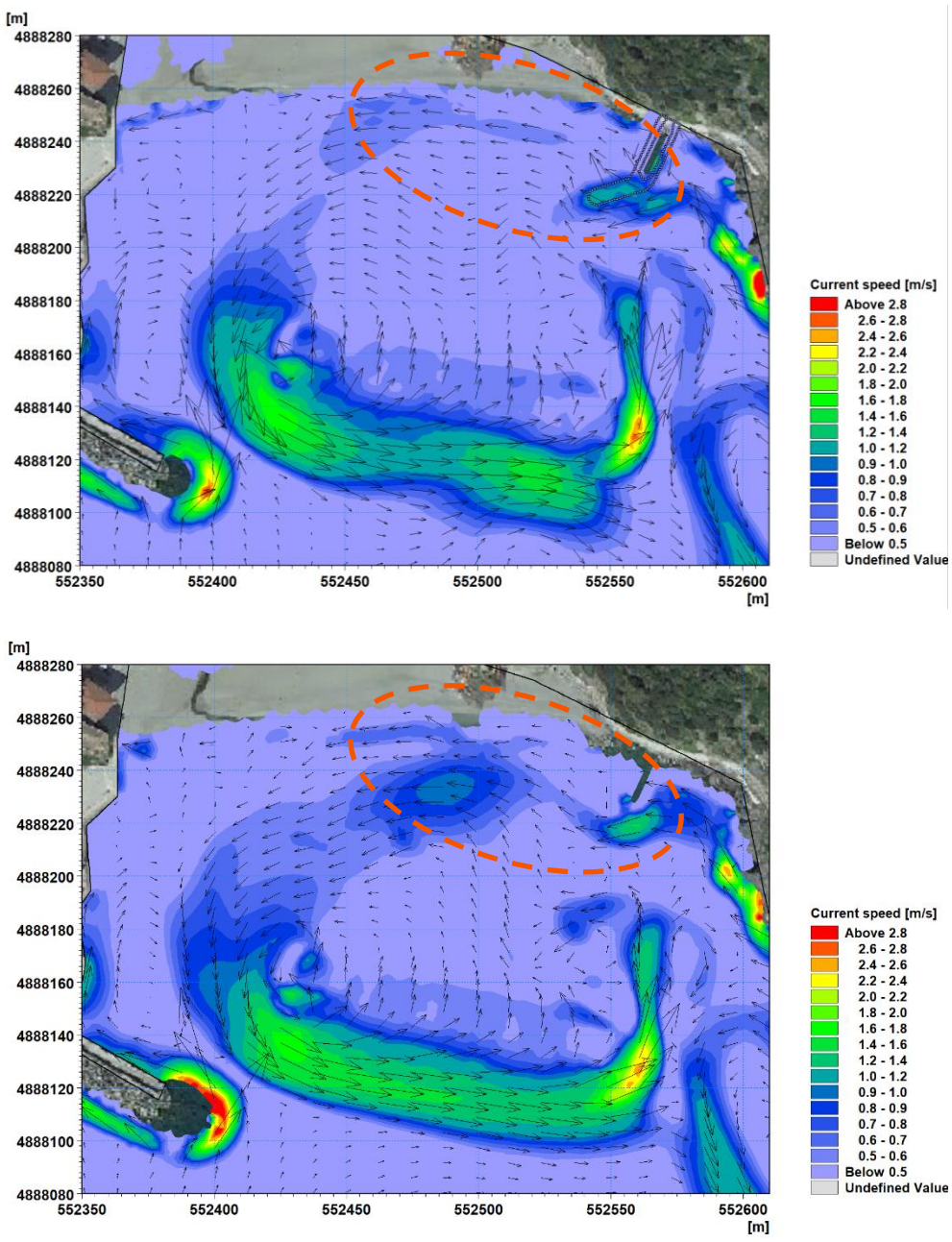


Figura 6 Mappa dell'intensità di corrente per la condizione B con Hs=3.5 m, Tp=8.6 s, caratterizzata da MWD=200°N, per la nuova configurazione del pennello allungato (in alto) e per la configurazione di progetto originale (in basso)

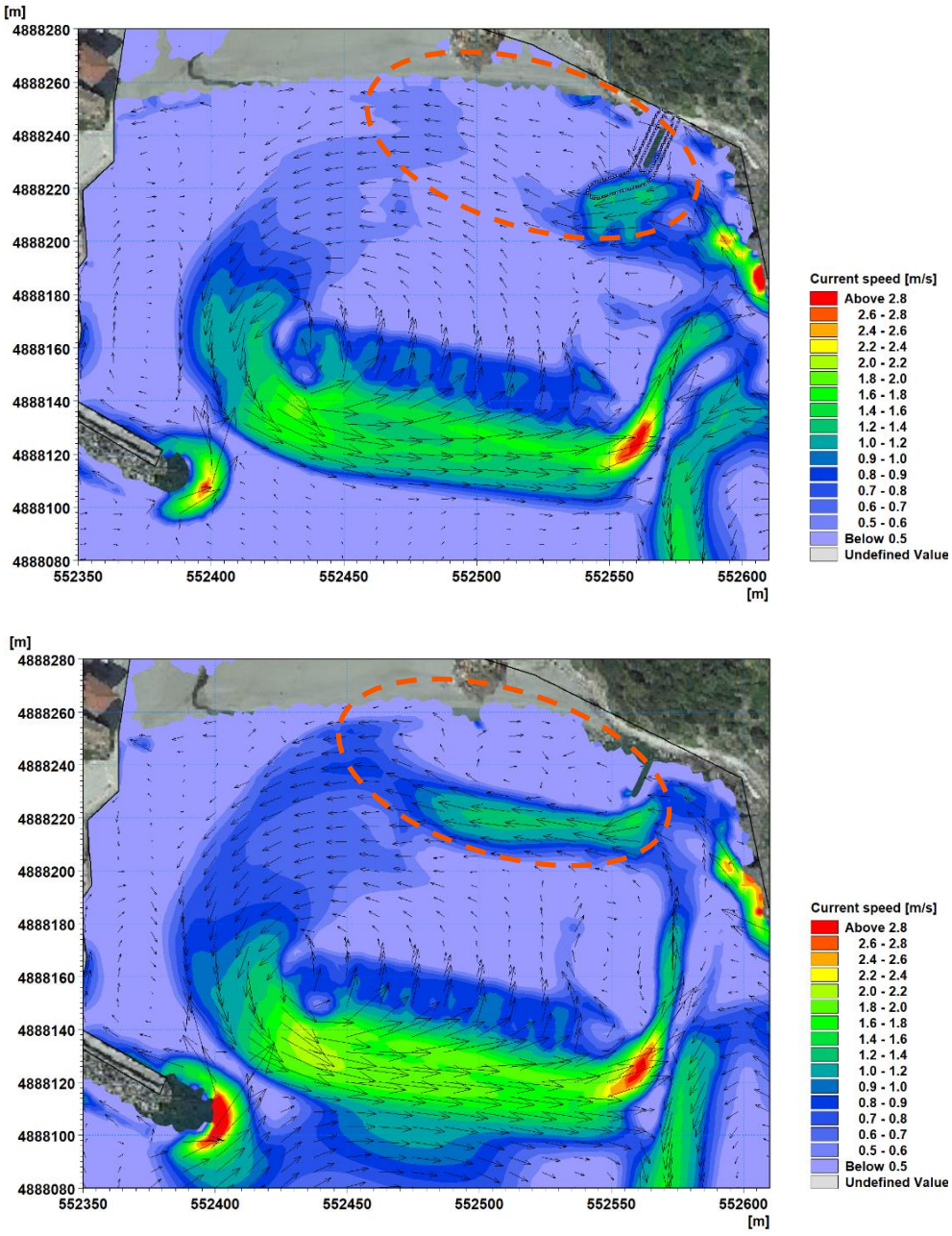


Figura 7 Mappa dell'intensità di corrente per la condizione C con Hs=4.9 m, Tp=9.0 s, caratterizzata da MWD=230°N, per la nuova configurazione del pennello allungato (in alto) e per la configurazione di progetto originale (in basso)

Il confronto tra le due configurazioni è stato predisposto anche per le onde estreme: a seguire si riportano le distribuzioni dell'altezza d'onda significativa e le mappe di intensità di corrente per onde di tempo di ritorno pari a 50 anni provenienti dai settori con maggior frequenza di accadimento, "scenario B" (Hs=5.9m, Tp=10.9s, MWD=200°N) e "scenario C" (Hs=6.9m, Tp=11.1s, MWD=230°N). I risultati mostrano che anche per questi eventi rimangono valide le considerazioni sopra esposte a commento dei risultati di onda e corrente per le condizioni di onda rappresentative (Tabella 1) I valori di altezza d'onda significativa più alti per queste onde rendono più evidenti le variazioni tra le due configurazioni.

Nelle mappe di distribuzione dell'altezza d'onda si osserva un effetto di maggior schermatura nel tratto di spiaggia retrostante il prolungamento della testata del pennello, mentre nei risultati idrodinamici si conferma sia l'indebolimento del flusso di corrente, sia il maggior distaccamento del ramo principale del flusso dalla linea di riva.

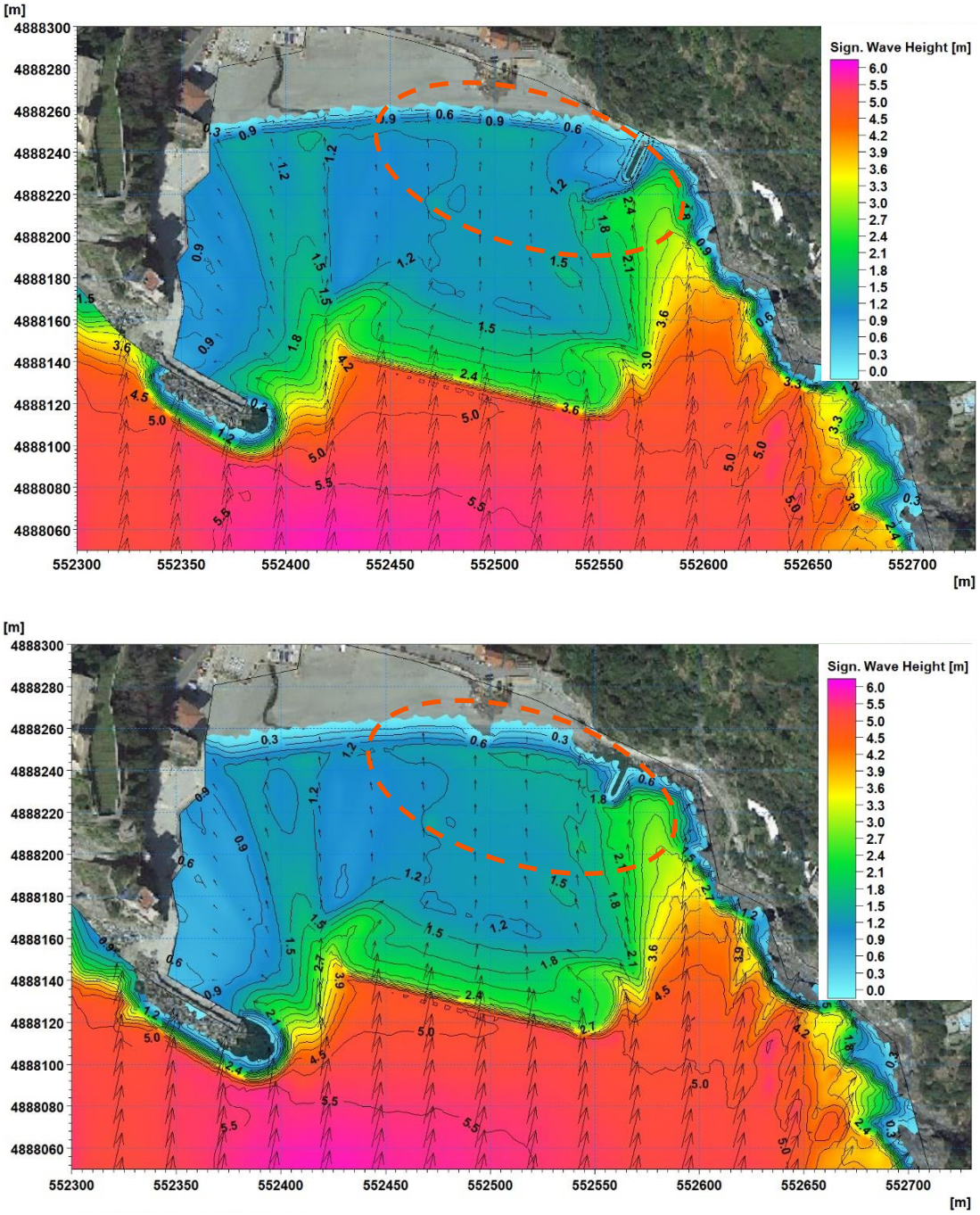


Figura 8 Distribuzione dell'altezza d'onda sull'area oggetto di studio nel litorale di Monterosso al Mare, per la condizione B con Hs=5.9 m, Tp=10.9 s, caratterizzata da MWD=200°N, per la nuova configurazione del pennello allungato (in alto) e per la configurazione di progetto originale (in basso)

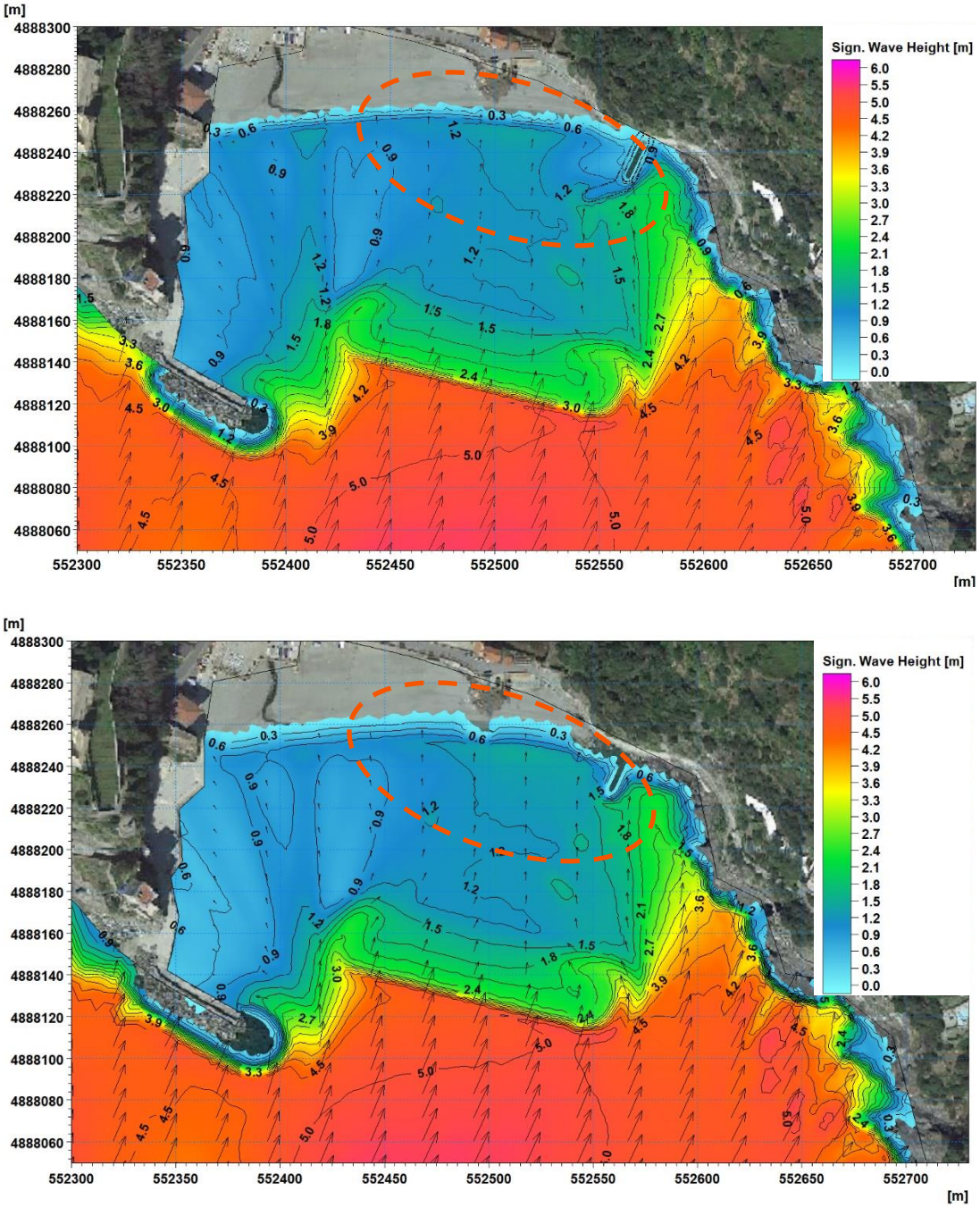


Figura 9 Distribuzione dell'altezza d'onda sull'area oggetto di studio nel litorale di Monterosso al Mare, per la condizione C con Hs=6.9 m, Tp=11.1 s, caratterizzata da MWD=230°N, per la nuova configurazione del pennello allungato (in alto) e per la configurazione di progetto originale (in basso)

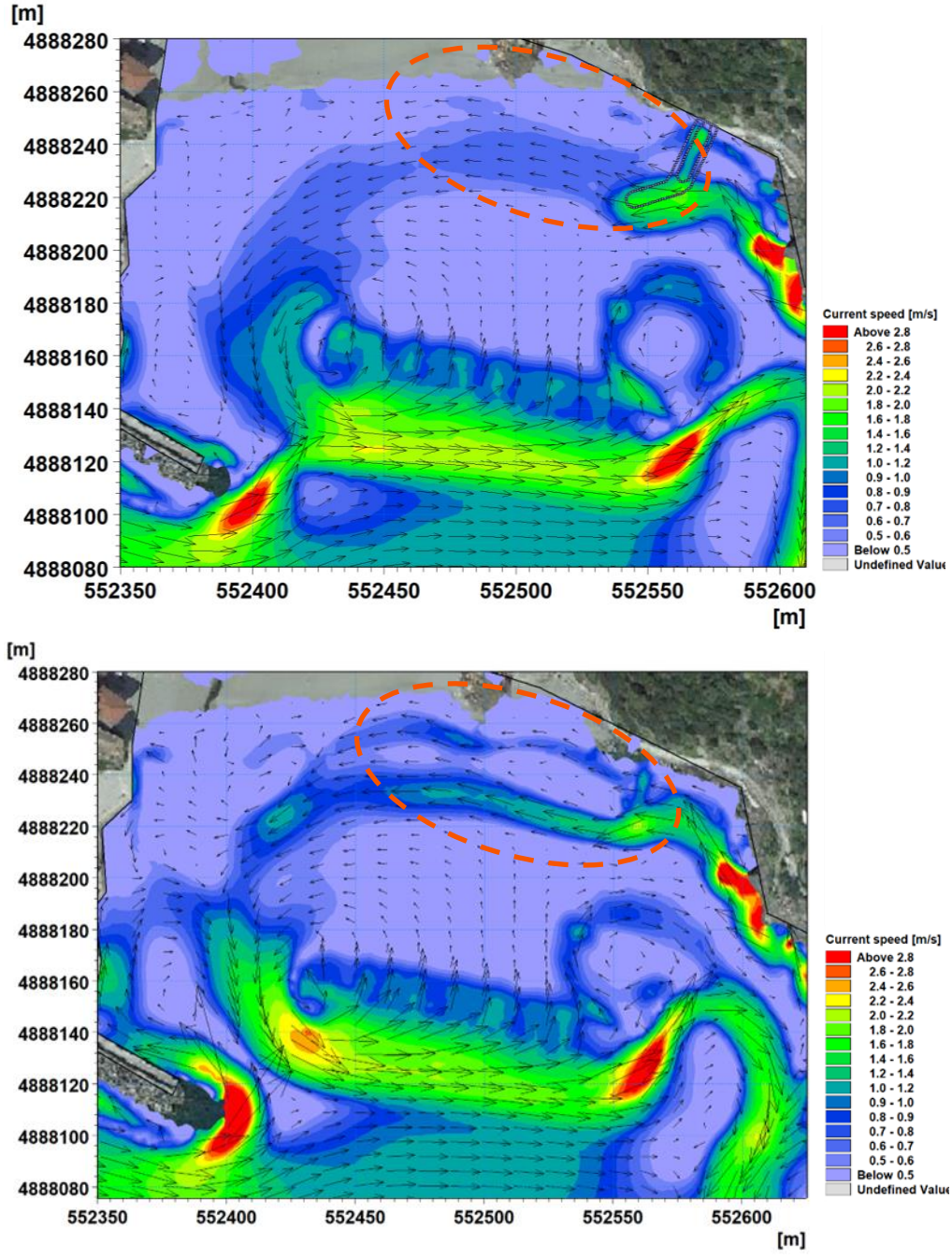


Figura 10 Mappa dell'intensità di corrente per la condizione B con Hs=5.9 m, Tp=11.1 s, caratterizzata da MWD=230°N, per la nuova configurazione del pennello allungato (in alto) e per la configurazione di progetto originale (in basso)

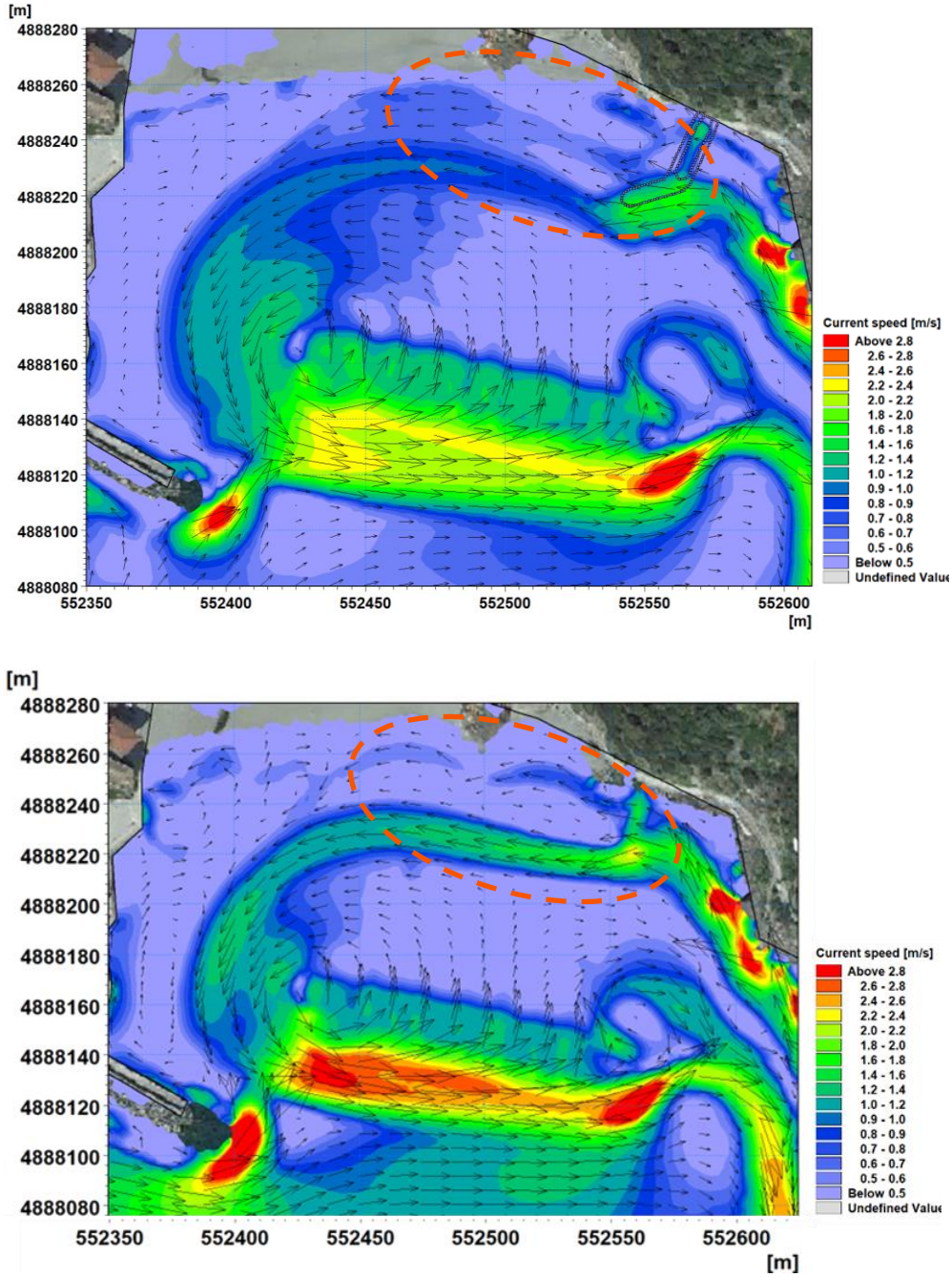


Figura 11 Mappa dell'intensità di corrente per la condizione C con Hs=6.9 m, Tp=11.1 s, caratterizzata da MWD=230°N, per la nuova configurazione del pennello allungato (in alto) e per la configurazione di progetto originale (in basso)