



Ricerca di Sistema elettrico

Validazione del modello di circolazione Marina dello Stretto di Messina mediante dati acquisiti in situ

G. Sannino, A. Carillo, E. Lombardi, T. Ciuffardi

VALIDAZIONE DEL MODELLO DI CIRCOLAZIONE MARINA DELLO STRETTO DI MESSINA MEDIANTE DATI ACQUISITI IN SITU

Gianmaria Sannino, Adriana Carillo, Emanuele Lombardi, Tiziana Ciuffardi (ENEA)

Settembre 2013

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2012

Area: Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente

Progetto: Studi e valutazioni sulla produzione di energia elettrica dalle correnti marine e dal moto ondoso

Obiettivo: Misure di corrente nello Stretto di Messina

Responsabile del Progetto: G. Sannino, ENEA

Indice

SOMMARIO.....	4
1 INTRODUZIONE.....	5
2 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE E RISULTATI	5
2.1 LA CAMPAGNA DI MISURA	5
2.2 IL MODELLO NUMERICO	9
3 CONCLUSIONI	16
4 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	16

Sommario

Nell'ambito dell'analisi delle potenzialità della fonte energetica rinnovabile marina, l'individuazione e la caratterizzazione delle località più interessanti per lo studio, la sperimentazione e successivamente l'installazione di sistemi per lo sfruttamento di tale energia è sicuramente una fase di fondamentale importanza. In questo contesto alcune attività del PAR 2011 hanno riguardato lo studio del potenziale energetico presente nello Stretto di Messina attraverso l'implementazione del modello MITgcm ad alta risoluzione (poche decine di metri) in configurazione non idrostatica. I risultati ottenuti dalla simulazione di controllo sono stati validati confrontandoli con i dati sperimentali disponibili.

Nel corso del presente progetto è stata condotta una campagna di misura volta a caratterizzare la corrente nell'area di massima intensità presente nello Stretto. I dati acquisiti durante la campagna di misura sono stati utilizzati nel presente rapporto tecnico come dati di confronto per la validazione del modello numerico.

Dal confronto è emerso un generale buon accordo tra modello e dati misurati. Tuttavia dal confronto è emersa la necessità di considerare la pressione atmosferica ed il vento come ulteriori forzanti da applicare al modello.

1 Introduzione

Nell'ambito dell'analisi delle potenzialità della fonte energetica rinnovabile marina, l'individuazione e la caratterizzazione delle località più interessanti per lo studio, la sperimentazione e successivamente l'installazione di sistemi per lo sfruttamento di tale energia è sicuramente una fase di fondamentale importanza. In questo contesto, al fine di caratterizzare al meglio il sito dello Stretto di Messina, la cui importanza è dunque chiara anche dalle analisi numeriche prodotte da ENEA nel corso del precedente PAR2011 [1], è necessario eseguire una serie di analisi fondamentali per la caratterizzazione specifica del sito individuato per una possibile installazione di uno strumento di conversione delle correnti di marea. Nel corso del presente progetto è stata realizzata una campagna di misura di correnti in un punto specifico dello Stretto (Rds/2013/087) che ha avuto un duplice scopo. Il primo è stato quello di caratterizzare la corrente che interessa l'area, il secondo quello di validare il modello numerico ENEA. Scopo del presente rapporto è di confrontare i dati acquisiti durante la campagna di misure della corrente in un punto della costa calabra, in prossimità di Punta Pezzo (38° 13' 50" N 15° 37' 49" E), e quelli prodotti dalla simulazione numerica già realizzata per il PAR2011 [1].

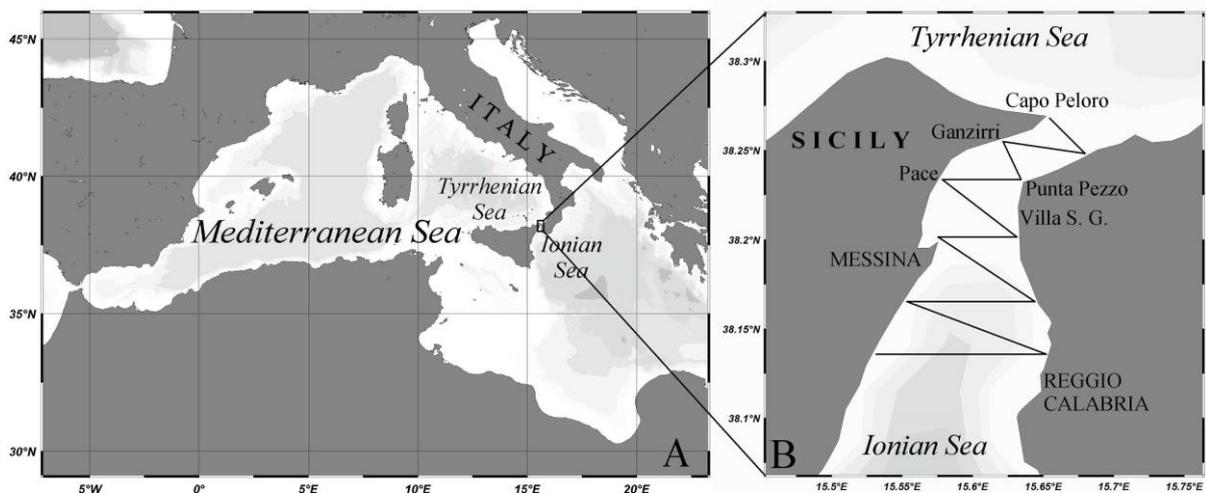


Figura 1. Risoluzione spaziale adottata per il modello MITgcm nella direzione longitudinale.

2 Descrizione delle attività svolte e risultati

2.1 La campagna di misura

La campagna di misure ha avuto luogo nello stretto di Messina, sito estremamente favorevole allo sviluppo delle tecnologie di sfruttamento delle risorse energetiche da correnti marine, per i livelli abbastanza elevati delle correnti, accompagnati da situazioni meteorologiche favorevoli in buona parte dell'anno. Il punto di installazione è situato in prossimità di Punta Pezzo (Figura 2).

Lo strumento utilizzato per le rilevazioni è un profilometro sonico (ADCP) di denominazione commerciale Sontek Argonaut XR.

Dalle storie temporali delle grandezze misurate è stato possibile ricostruire l'andamento della corrente nelle vicinanze di Punta Pezzo. Nelle Figure 3-6 è riportato l'andamento temporale della corrente nel sito rispettivamente alle profondità di 18m, 14.4m, 10.8m, 7.2m e 1.8m. Dalle figure si può osservare il caratteristico andamento periodico della velocità con la presenza di due picchi giornalieri indicanti il carattere semidiurno delle maree.



Figura 2. Punto di installazione scelto per la campagna di misure (fonte Google Earth)

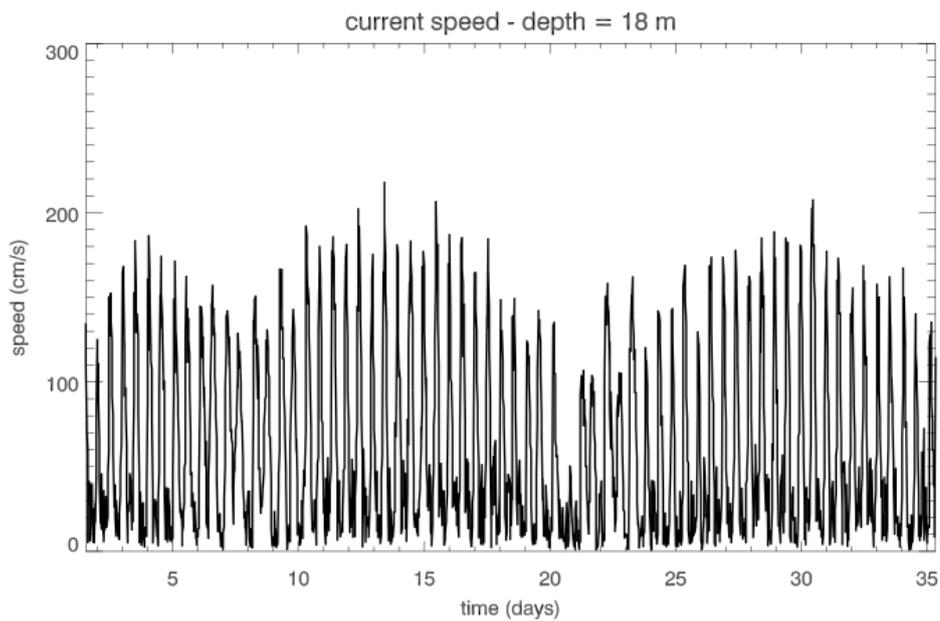


Figura 3. Velocità nel piano orizzontale e direzione della corrente nel sito di installazione a 18 m di profondità.

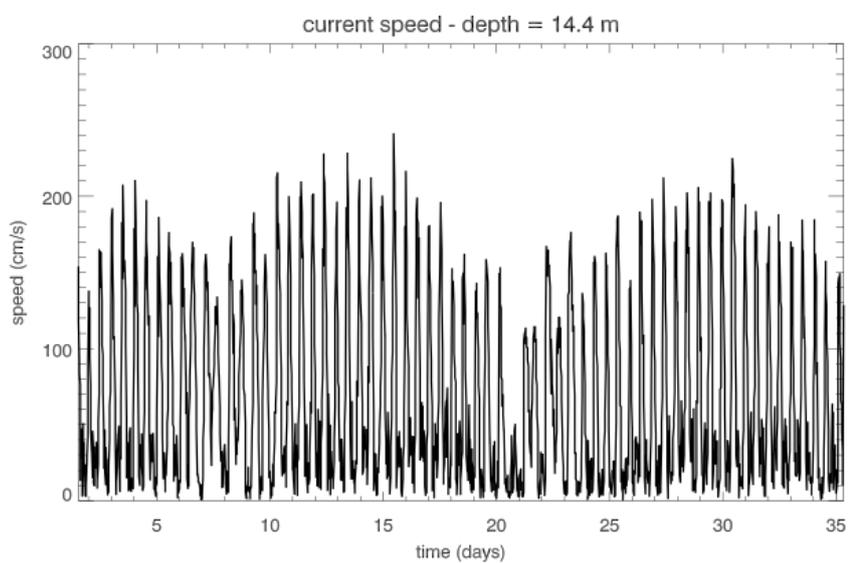


Figura 4. Velocità nel piano orizzontale e direzione della corrente nel sito di installazione a 14.4 m di profondità.

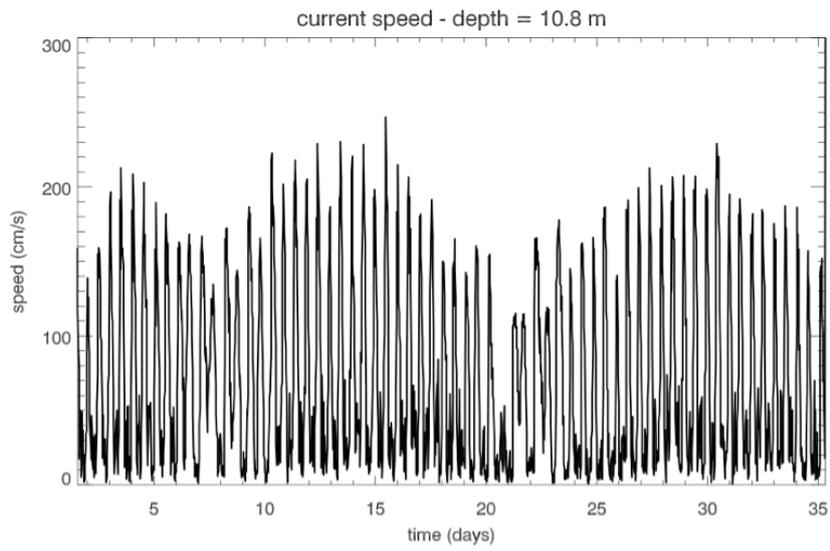


Figura 5. Velocità nel piano orizzontale e direzione della corrente nel sito di installazione a 10.8 m di profondità.

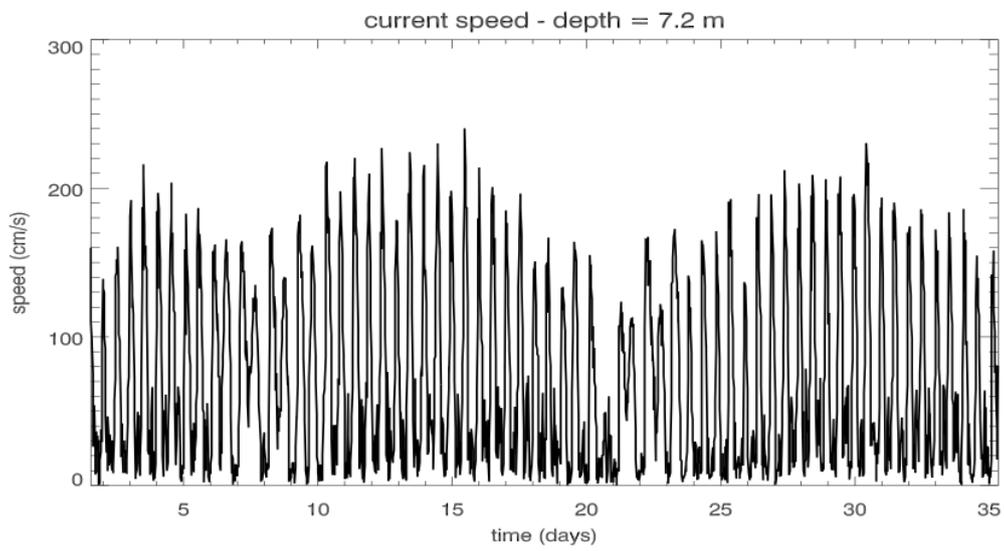


Figura 5. Velocità nel piano orizzontale e direzione della corrente nel sito di installazione a 7.2 m di profondità.

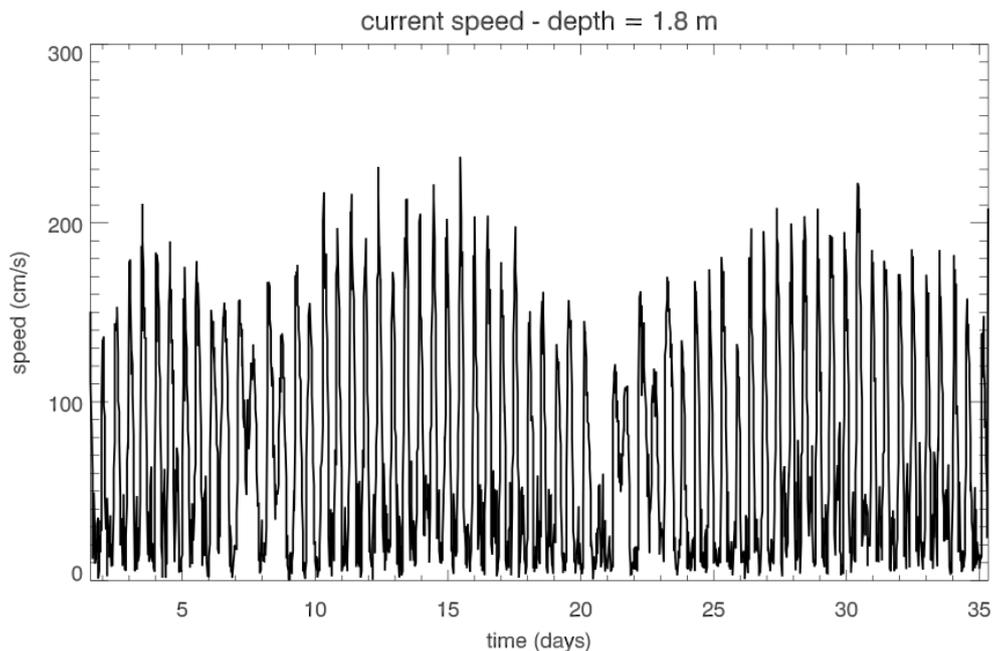


Figura 6. Velocità nel piano orizzontale e direzione della corrente nel sito di installazione a 1.8 m di profondità.

2.2 Il modello numerico

Il modello numerico impiegato per la simulazione è il MITgcm [2], il modello di circolazione generale non idrostatico sviluppato presso il Dipartimento di Scienze della Terra del MIT di Boston (USA).

Per ottenere un giusto equilibrio tra efficienza computazionale e dettaglio spaziale il modello è stato implementato su una griglia di calcolo orizzontale (Lon/Lat) non uniforme costituita da 300 x 840 punti. La griglia è di tipo curvilineo ortogonale e segue la linea di costa infittendosi nella zona centrale dello Stretto dove si raggiungono le massime velocità di marea. In questa regione la risoluzione della griglia raggiunge i 30 m in direzione X (longitudine) e circa 100 m in direzione Y (latitudine). In Figura 2 e 3 sono mostrate le risoluzioni spaziali della griglia computazionale nelle due direzioni (X, Y).

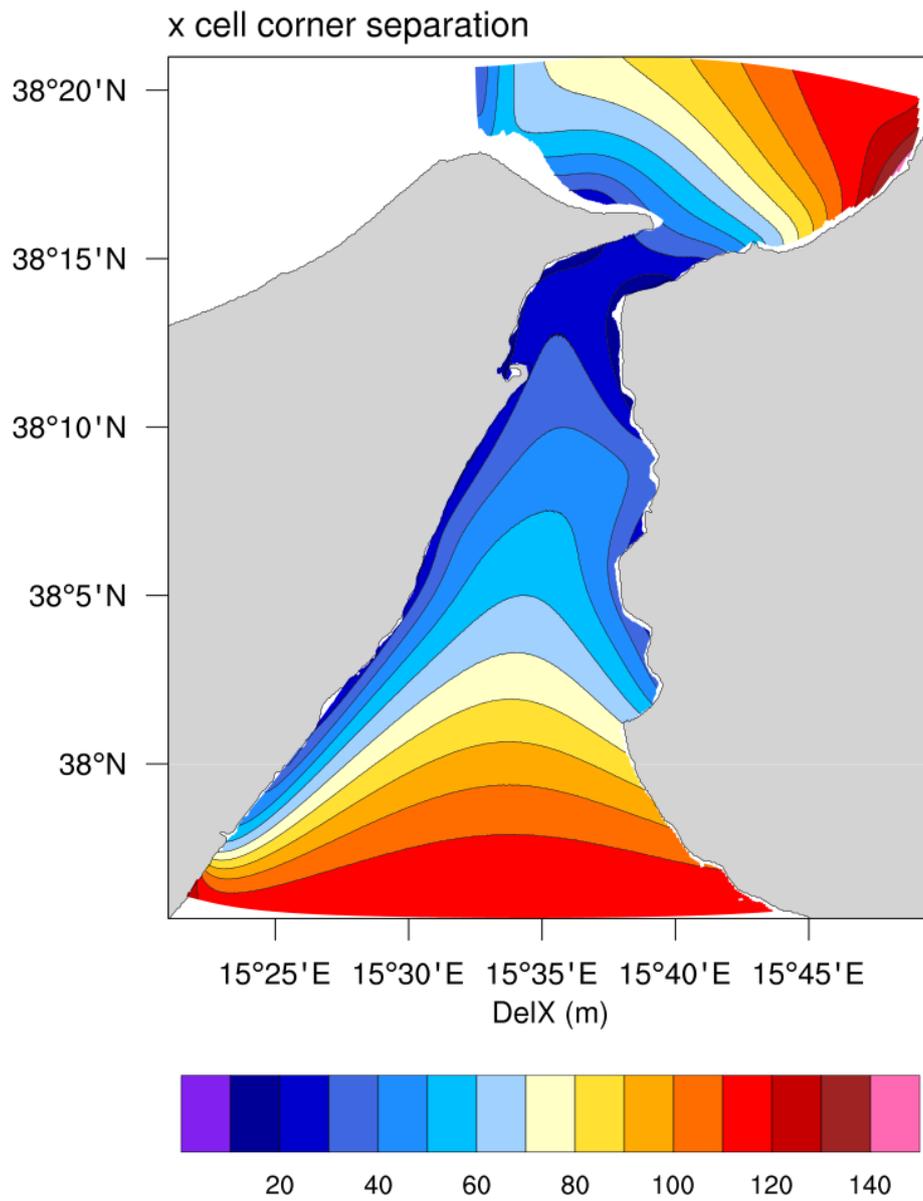


Figura 2. Risoluzione spaziale adottata per il modello MITgcm nella direzione longitudinale.

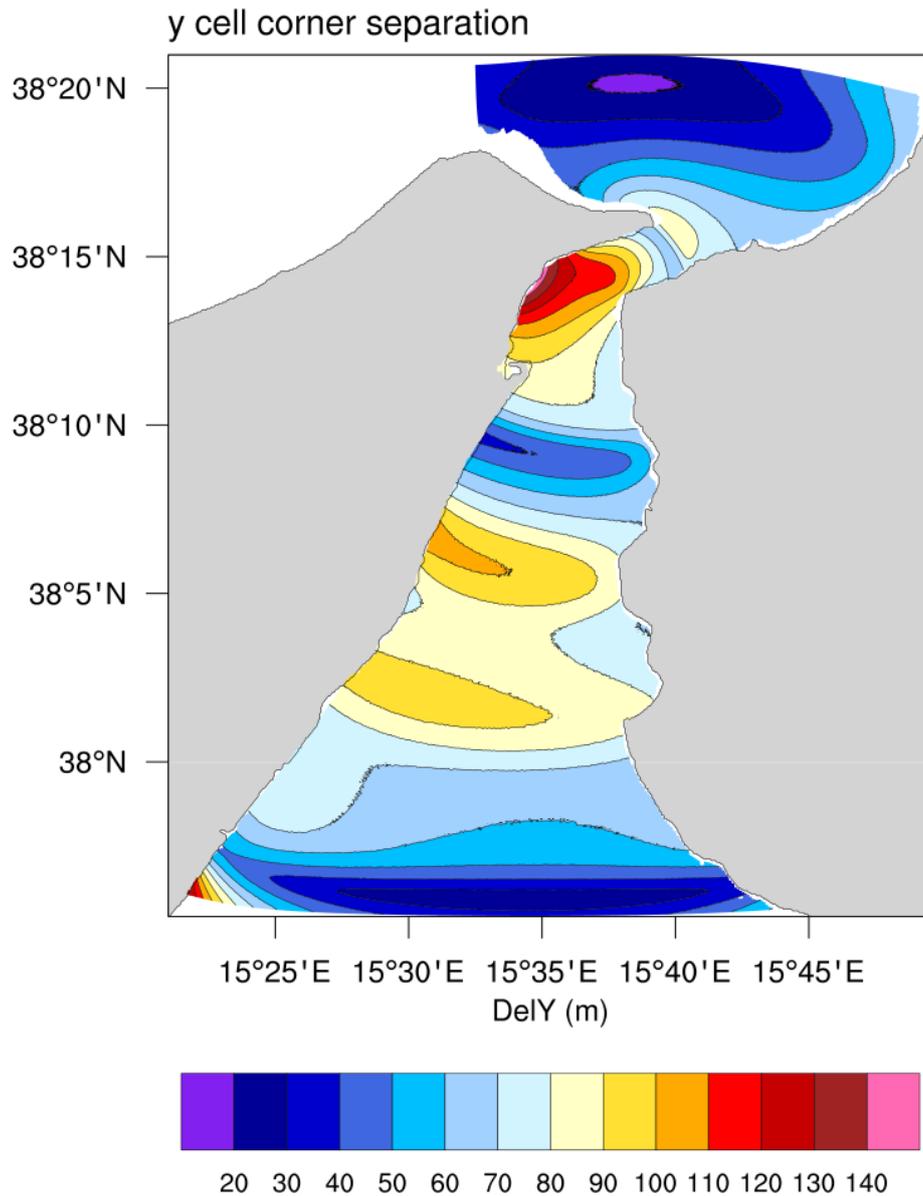


Figura 3. Risoluzione spaziale adottata per il modello MITgcm nella direzione latitudine.

La batimetria utilizzata nel modello è stata estratta in parte dal dataset GEBCO_08 alla risoluzione di 30 arco-secondi di grado. La batimetria GEBCO è stata integrata, attraverso un processo di triangolazione-interpolazione, con i dati delle carte nautiche dall'Istituto Idrografico della M.M. (7066, 7415, 7416, 7417).

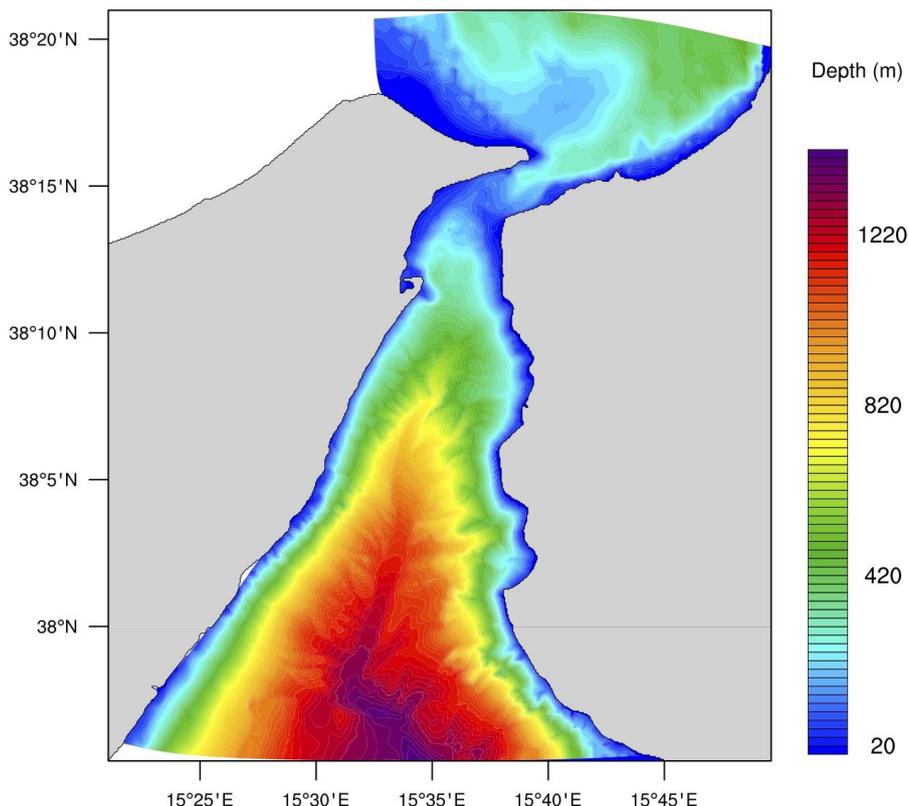


Figura 4. Batimetria ottenuta dall'integrazione dei dato GEBCO e Carte Nautiche.

La batimetria ottenuta dall'integrazione dei due data-set è mostrata in Figura 4.

Il modello considera 55 livelli zeta a celle parziali sulla verticale con risoluzione costante di 7.5 m nei primi 300 metri, e una risoluzione linearmente variabile fino a 180m nella restante porzione della colonna d'acqua (1200 m). I dati batimetrici sono stati interpolati bilinearmente sulla griglia computazionale. La batimetria del modello risultante è mostrata in Figura 5.

Le condizioni iniziali sono state derivate dai dati idrologici (temperatura e salinità) ottenuti dalle simulazioni realizzate per l'intero bacino mediterraneo nel corso del precedente PAR2011 (Report RdS/2011/65). Il forzante mareale è stato introdotto come velocità barotropica. Sono state considerate le principali componenti di marea (M2, S2, K1, O1). Per una descrizione dettagliata dell'inizializzazione e condizioni al contorno del modello si rimanda al report RdS/2011/65 relativo al PAR2011.

In Figure 6 e 7 sono riportate l'intensità e la direzione delle correnti di marea a 3.75m di profondità simulate dal modello durante rispettivamente una fase di alta marea e bassa marea. Dalle figure si nota chiaramente come la regione nei pressi di Punta Pezzo sia quella a più alto contenuto energetico. Si nota inoltre che le correnti in prossimità di Punta Pezzo sono orientate ciclicamente da NE a SW e viceversa.

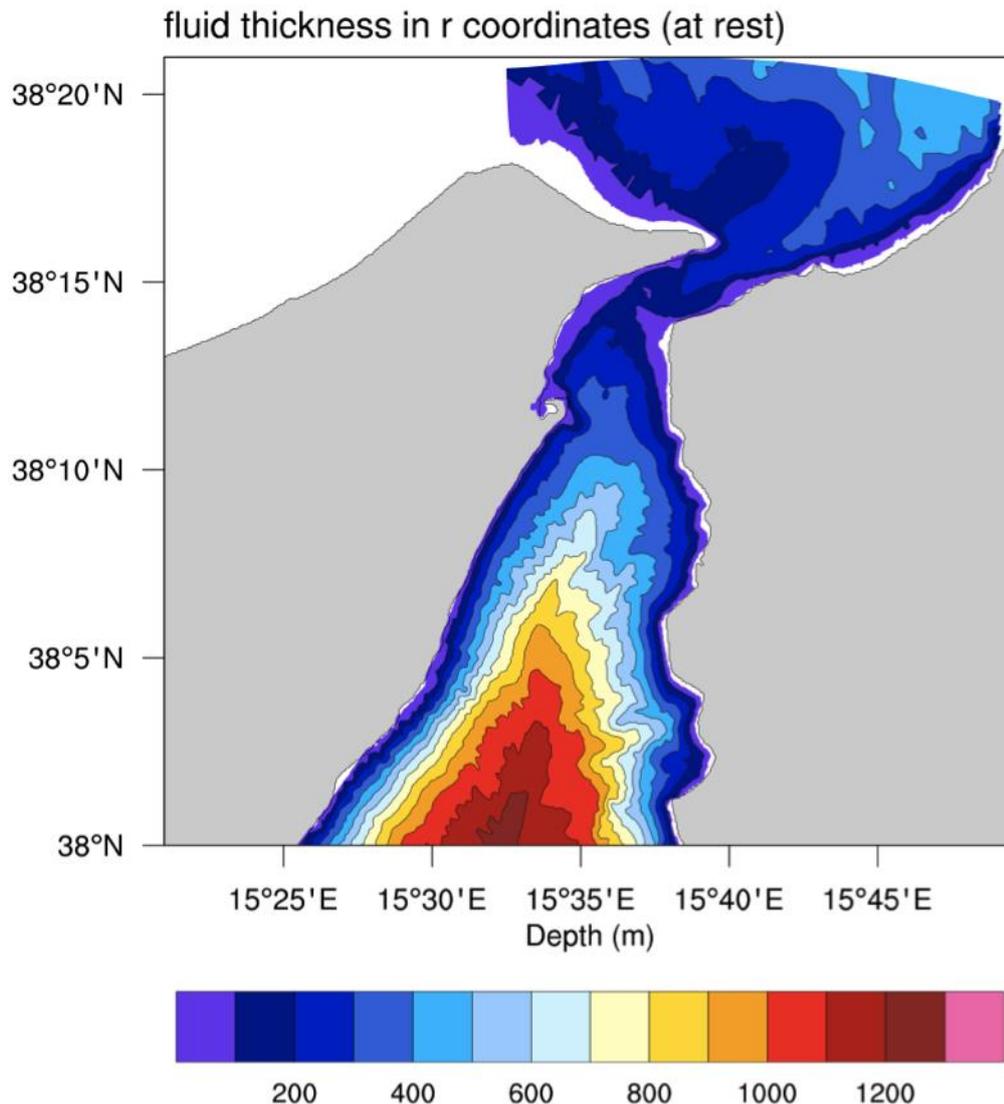


Figura 5. Batimetria interpolata bilinearmente sulla griglia del modello

L'andamento temporale del modulo della velocità simulata dal modello e relativo al punto di griglia corrispondente al punto della campagna di misure è mostrato in Figura 8. Da un primo confronto qualitativo emerge che il modello è in grado di riprodurre l'andamento reale (Figura 5) con un sufficiente grado di approssimazione. I valori massimi della corrente sono in ragionevole accordo con i dati sperimentali. Tuttavia, alcune differenze sono presenti. Il modello mostra dei valori di corrente leggermente più alti rispetto ai dati sperimentali. Inoltre il modello mostra, a differenza dei dati sperimentali, un perfetto carattere semidiurno. Queste differenze sono dovute principalmente alle condizioni al contorno scelte per forzare il modello oceanografico. Il modello, infatti, è forzato solo dalla corrente barotropica di marea. Tuttavia nello Stretto di Messina agisce anche le componenti eolica e pressione atmosferica che sono capaci di modificare localmente l'andamento delle correnti di marea e di mascherare il loro carattere semidiurno. Da questo confronto emerge quindi la necessità di introdurre il vento e la pressione atmosferica come ulteriori condizione al contorno del modello numerico. Per completezza si sottolinea che il confronto tra dati sperimentali e modello è stato condotto per diverse profondità senza trovare differenze sostanziali.

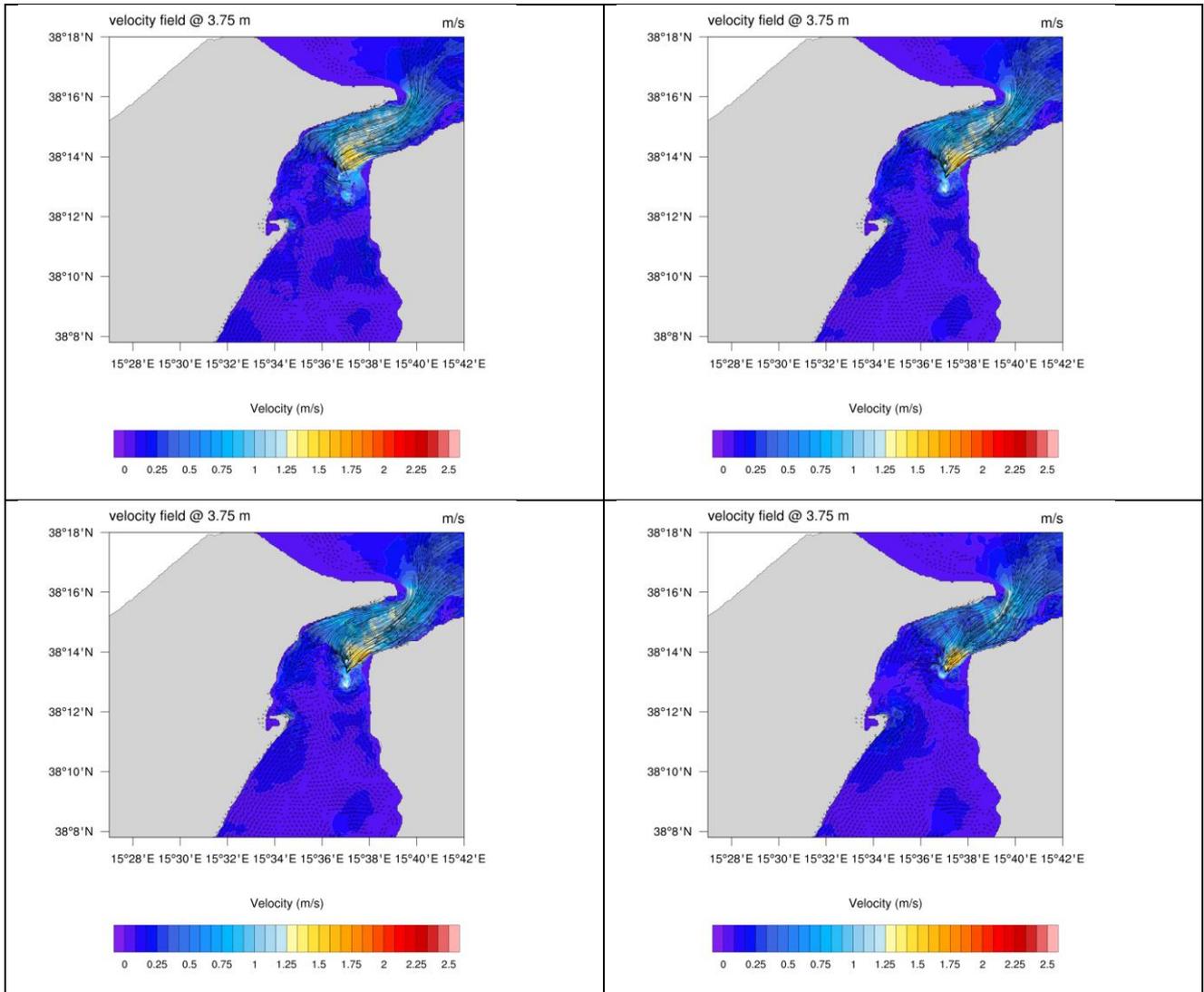


Figura 6. Velocità superficiale (3.75 m) simulata dal modello baroclino MITgcm durante quattro istanti di alta marea nello Stretto.

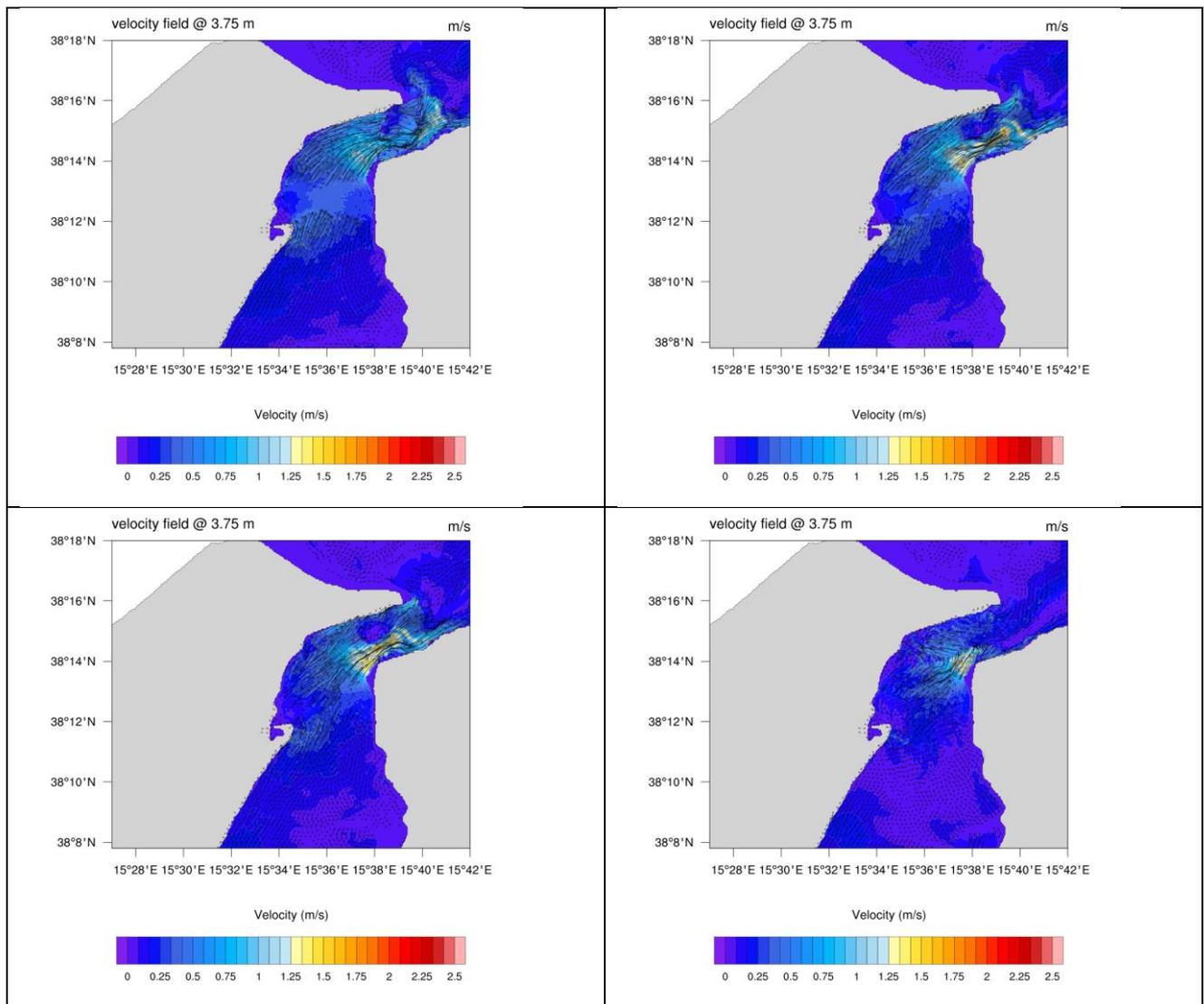


Figura 7: Velocità superficiale (3.75 m) simulata dal modello baroclinico MITgcm durante quattro istanti di bassa marea nello Stretto.

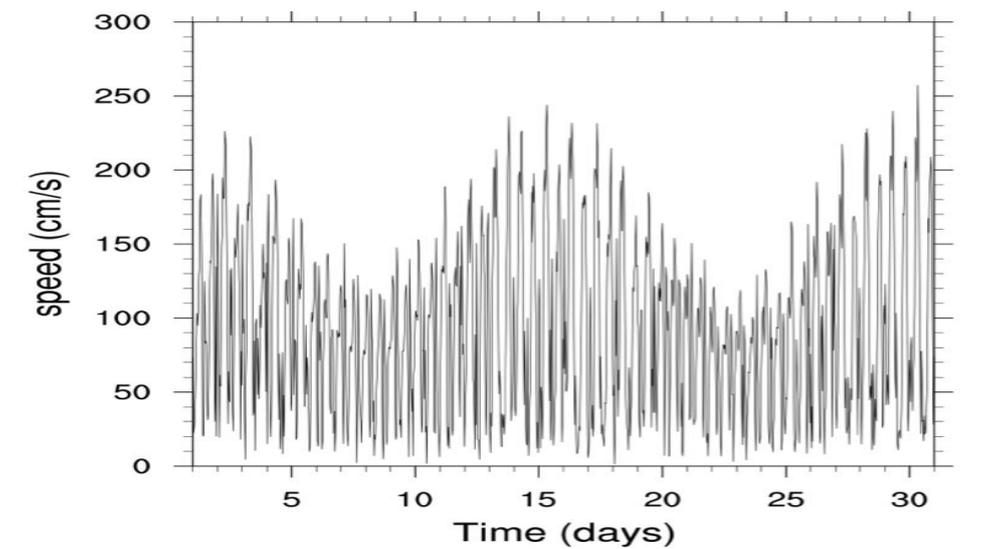


Figura 8: Velocità nel piano orizzontale della corrente di marea simulata dal modello numerico MITgcm durante un ciclo completo di marea. L'andamento temporale si riferisce al punto di griglia più vicino al punto considerato per la campagna di misure e a una profondità di 7m.

3 Conclusioni

In questo rapporto è stato presentato il confronto tra dati misurati di correnti di marea e simulati da un modello numerico tridimensionale. Le correnti di marea sono state misurate nello Stretto di Messina nelle vicinanze di Punta Pezzo, uno dei punti a massima intensità di corrente presente sul versante calabro dello stretto. Per la misura in-situ è stato utilizzato un profilatore sonico (ADCP) con il quale sono state acquisite le velocità delle correnti a diverse profondità. Il modello numerico utilizzato è stato il MITgcm implementato nella sua forma non-idrostatica e ad una risoluzione spaziale di poche decine di metri. Dal confronto è emerso un generale buon accordo tra i dati misurati e quelli simulati. Tuttavia, dal confronto è emerso che il modello tende a sovrastimare leggermente le correnti. La sovrastima è da imputare alla mancanza dei forzanti superficiali atmosferici: pressione atmosferica e vento.

4 Riferimenti bibliografici

1. A. Bargagli, G. Sannino, "Modello di circolazione dello stretto di Messina" - Report RdS/2012/171 – 2011
2. Marshall, J., Adcroft, A., Hill, C., Perelman, L., Heisey, C., 1997. A finite-volume, incompressible Navier–Stokes model for, studies of the ocean on parallel computers. *J. Geophys. Res.* 102 (C3), 5753–5766.