



Implementazione e validazione di una catena modellistica per la previsione e reanalisi del moto ondoso nel bacino del Mediterraneo

G. Besio¹, L. Mentaschi¹, F. Cassola², A. Mazzino¹

¹DICCA, Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale, Università di Genova

²DIFI, Dipartimento di Fisica, Università di Genova





SCOPO DEL LAVORO

Sviluppo e implementazione di una catena modellistica operativa per le previsioni a breve termine e la re-analisi del moto ondoso all'interno del bacino del Mediterraneo con particolare attenzione al Tirreno Settentrionale



PARTNERS

Il progetto è stato sviluppato in collaborazione con il centro Meteo dell'ARPAL Liguria e con ISPRA (RON)

IL MODELLO METEOROLOGICO

La forzante del vento è calcolata con il modello WRF caratterizzato da una risoluzione di 10 km su tutto il bacino del Mediterraneo

Una maglia nidificata a risoluzione di 3.3 km è stata sviluppata per l'alto Tirreno

WRF-ARW 3.3 km 10m wind (kt)

Valid: Tue, 21 MAY 2013 00 UTC

T=+ 00

F11

F10

F9

F8

F7

F6

F5

F4

F3

F2

F1

F0

Beaufort scale

55

47

40

33

27

21

16

10

6

3

1

Beaufort scale

F11

F10

F9

F8

F7

F6

F5

F4

F3

F2

F1

F0

Beaufort scale

55

47

40

33

27

21

16

10

6

3

1

Beaufort scale

55

47

40

33

27

21

16

10

6

3

1

Beaufort scale

55

47

40

33

27

21

16

10

6

3

1

Beaufort scale

55

47

40

33

27

21

16

10

6

3

1

Le condizioni iniziali sono prese dai dati di reanalisi del Climate Forecast System Reanalysis (CFSR) a 0.5°



IL MODELLO DEL MOTO ONDOSO

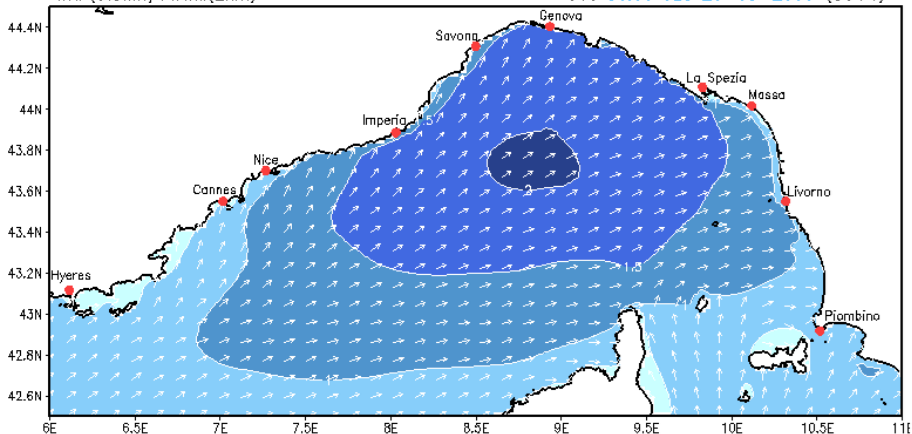
Il modello impiegato per il calcolo all'interno del bacino del Mediterraneo è WaveWatchIII v 3.14 con una risoluzione di 10 km su tutto il bacino del Mediterraneo e con una maglia nidificata con risoluzione di 2 km nell'alto Tirreno



DICCA – University of Genoa

WRF(3,3km)+WWIII(2km)

UTC 01:00 Tue 21-05-2013 (00+1)



0 0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5 8

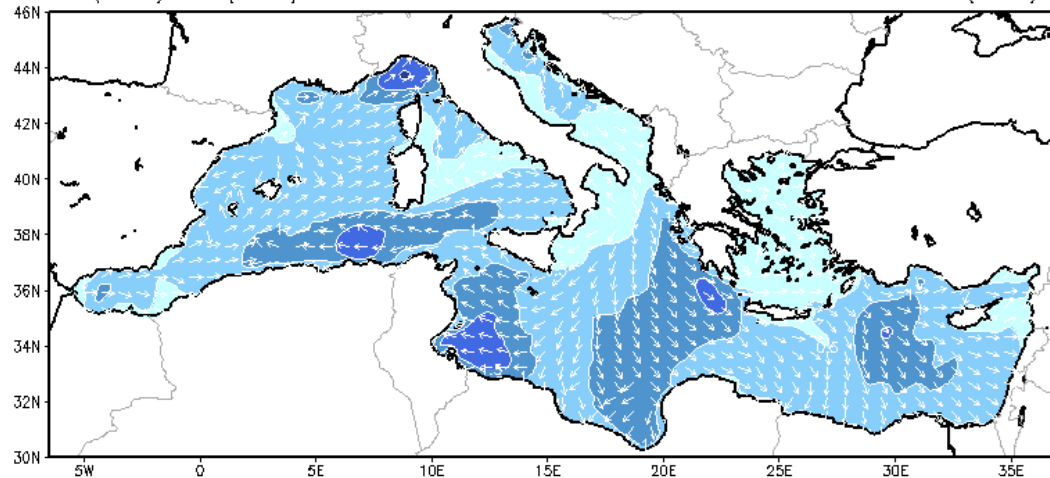
Significant Wave Height [m] and Wave Direction



DICCA – University of Genoa

WRF(10km)+WWIII(10km)

UTC 01:00 Tue 21-05-2013 (00+1)



0 0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5 8

Significant Wave Height [m] and Mean Wave Direction

La catena operativa è attualmente attiva
per previsioni a 72h con un run al giorno

www.dicca.unige.it/meteocean

VALIDAZIONE DEL MOTO ONDOSO

Il modello è stato validato su diversi casi studio corrispondenti a mareggiate verificatesi nell'alto Tirreno

I risultati delle simulazioni numeriche sono stati confrontati con le misurazioni delle boe della Rete Ondametrica Nazionale (ISPRA, RON)

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{1}{\cos \phi} \frac{\partial}{\partial \phi} \dot{\phi} N \cos \theta + \frac{\partial}{\partial \lambda} \dot{\lambda} N + \frac{\partial}{\partial k} \dot{k} N + \frac{\partial}{\partial \theta} \dot{\theta}_g N = \frac{S}{\sigma}$$

$$\dot{\phi} = \frac{c_g \cos \theta + U_\phi}{R},$$

$$\dot{\lambda} = \frac{c_g \sin \theta + U_\lambda}{R \cos \phi},$$

$$\dot{\theta}_g = \dot{\theta} - \frac{c_g \tan \phi \cos \theta}{R},$$

Set up dei termini di generazione secondo Ardhuin et al. (2008)

Confronti tra la parametrizzazione standard ACC350 con altre parametrizzazioni utilizzate in letteratura (Tolman & Chalikov, 1996; Bidlot et al., 2005)

Confronto dei risultati con forzanti di vento ottenute da modelli diversi (WRF e BOLAM)

Analisi di sensitività dei parametri della parametrizzazione ACC350

VALIDAZIONE DEL MOTO ONDOSO

La bontà delle simulazioni è stata valutata utilizzando degli indici di errore comunemente utilizzati in ambito modellistico

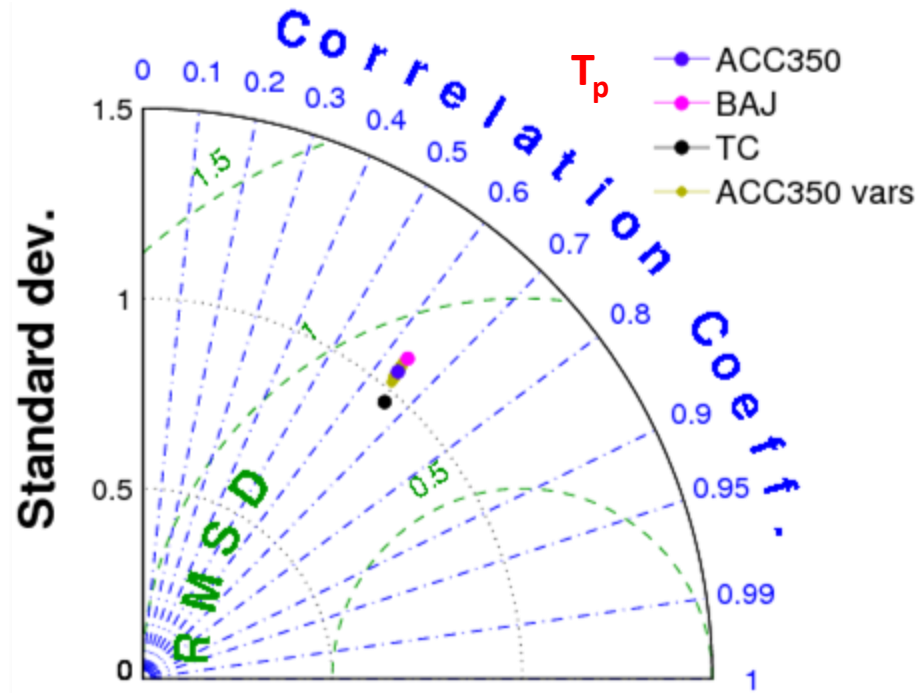
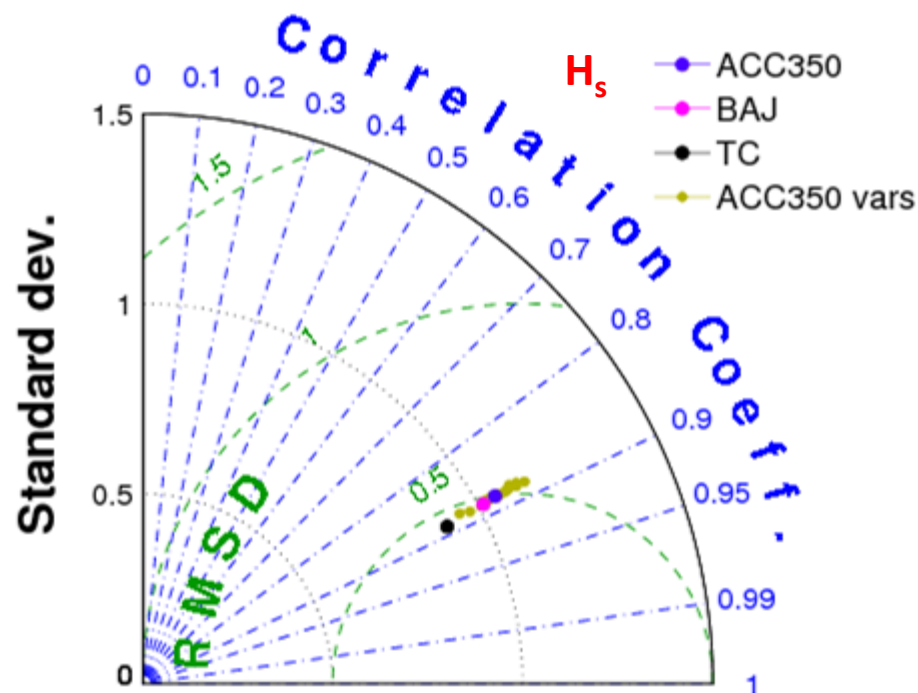
Indicatori Statistici di Errore

$$SI = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (S_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^N O_i^2}}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (S_i - O_i)^2}{N}}$$

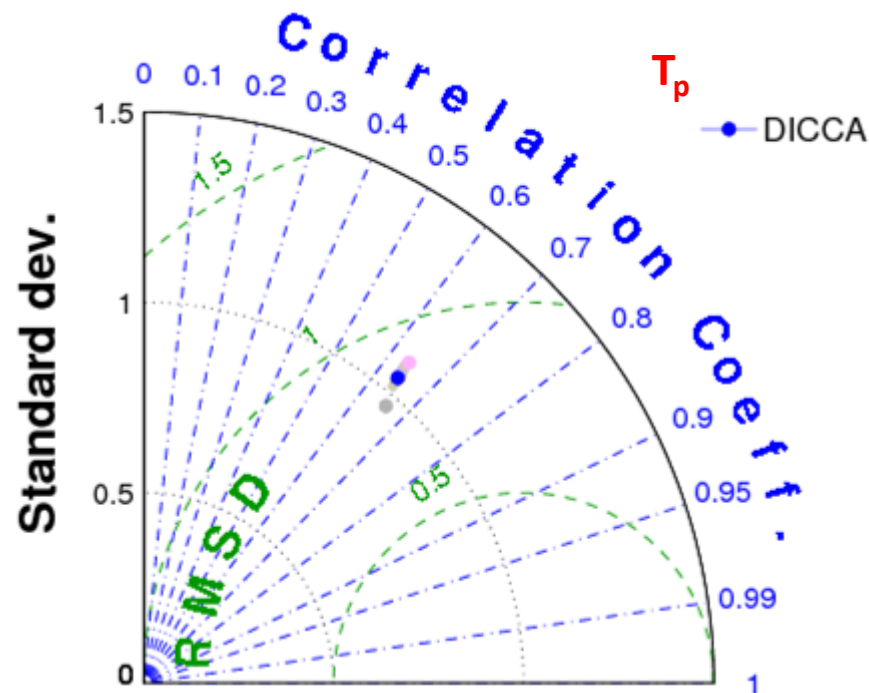
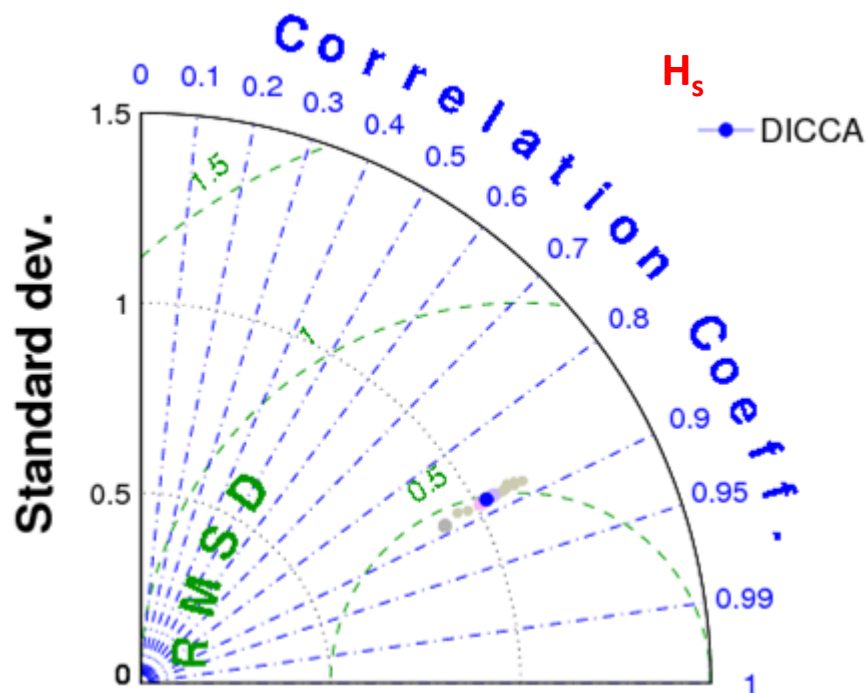
$$CORR = \frac{\text{cov}(S_i, O_i)}{\text{var}(O_i) \text{var}(S_i)}$$

$$BI = \frac{\sum_{i=1}^N (S_i - O_i)}{\sum_{i=1}^N O_i}$$



VALIDAZIONE DEL MOTO ONDOSO

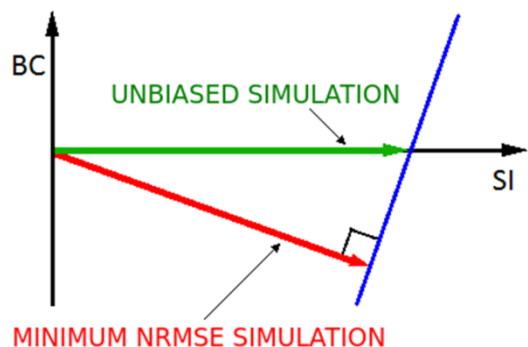
$$S_{in}(k, \theta) = \frac{\rho_a}{\rho_w} \frac{\beta_{\max}}{\kappa^2} e^Z Z^4 \left(\frac{u_*}{C} \right)^2 \cos^{p_{in}}(\theta - \theta_u) \sigma N(k, \theta) + S_{out}(k, \theta)$$



H_s	NBI	NRMSE	Corr
ACC350	0.02089	0.28638	0.88279
BAJ	-0.04604	0.28000	0.88494
TC	-0.11947	0.27982	0.88876
DICCA	0.00343	0.25141	0.88343

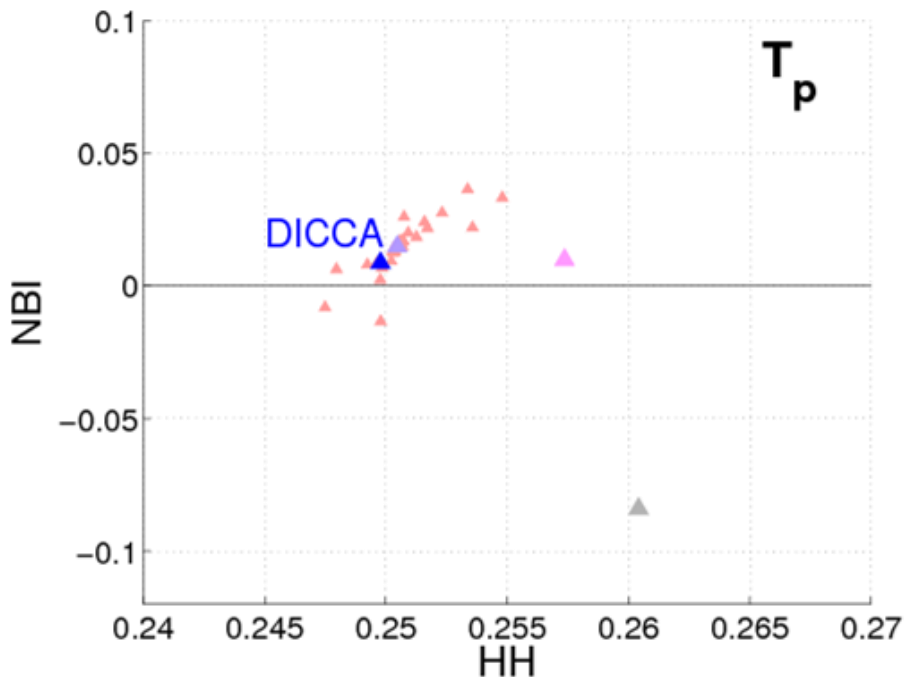
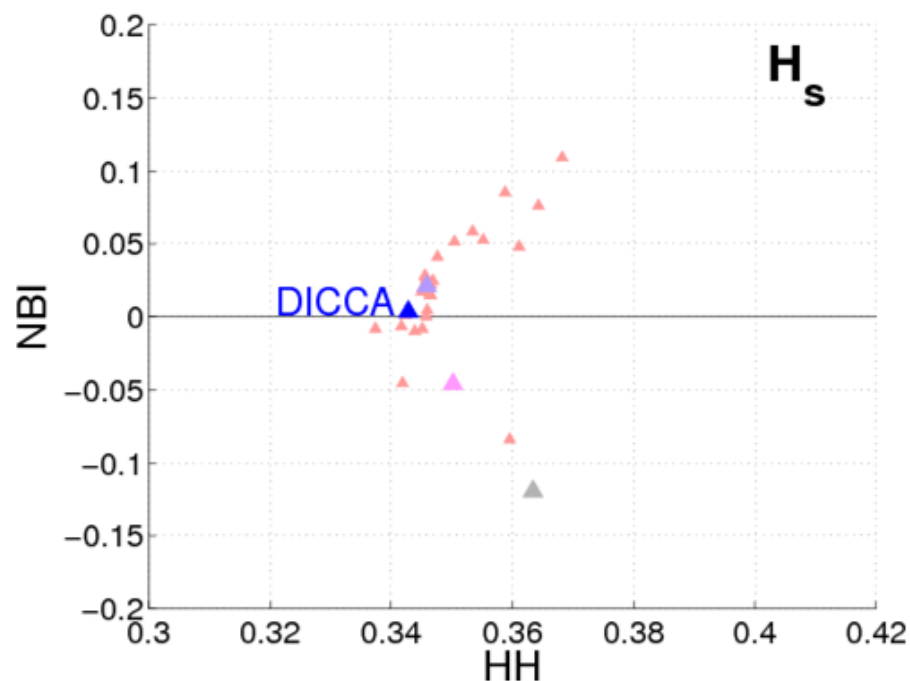
T_p	NBI	NRMSE	Corr
ACC350	0.01488	0.24240	0.64019
BAJ	0.01001	0.24848	0.63865
TC	-0.08398	0.23947	0.65927
DICCA	0.00875	0.24100	0.64067

VALIDAZIONE DEL MOTO ONDOSO

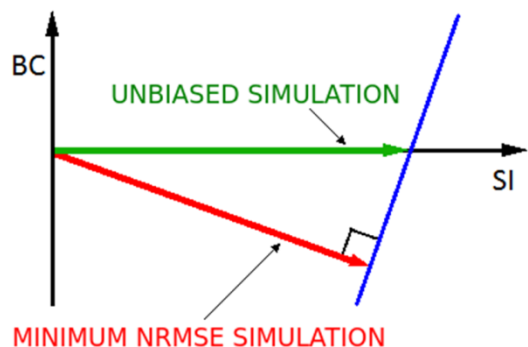


Hanna & Heinolds (1985)

$$HH = \sqrt{\frac{\sum (S_i - O_i)^2}{\sum S_i O_i}} = \sqrt{\frac{\sum (S - O)^2}{\sum SO}}$$



VALIDAZIONE DEL MOTO ONDOSO



Hanna & Heinolds (1985)

$$HH = \sqrt{\frac{\sum (S_i - O_i)^2}{\sum S_i O_i}} = \sqrt{\frac{\sum (S - O)^2}{\sum SO}}$$

H_s	NBI	NRMSE	Corr	HH
ACC350	0.02089	0.28638	0.88279	0.34589
BAJ	-0.04604	0.28000	0.88494	0.35020
TC	-0.11947	0.27982	0.88876	0.36341
DICCA	0.00343	0.25141	0.88343	0.34283

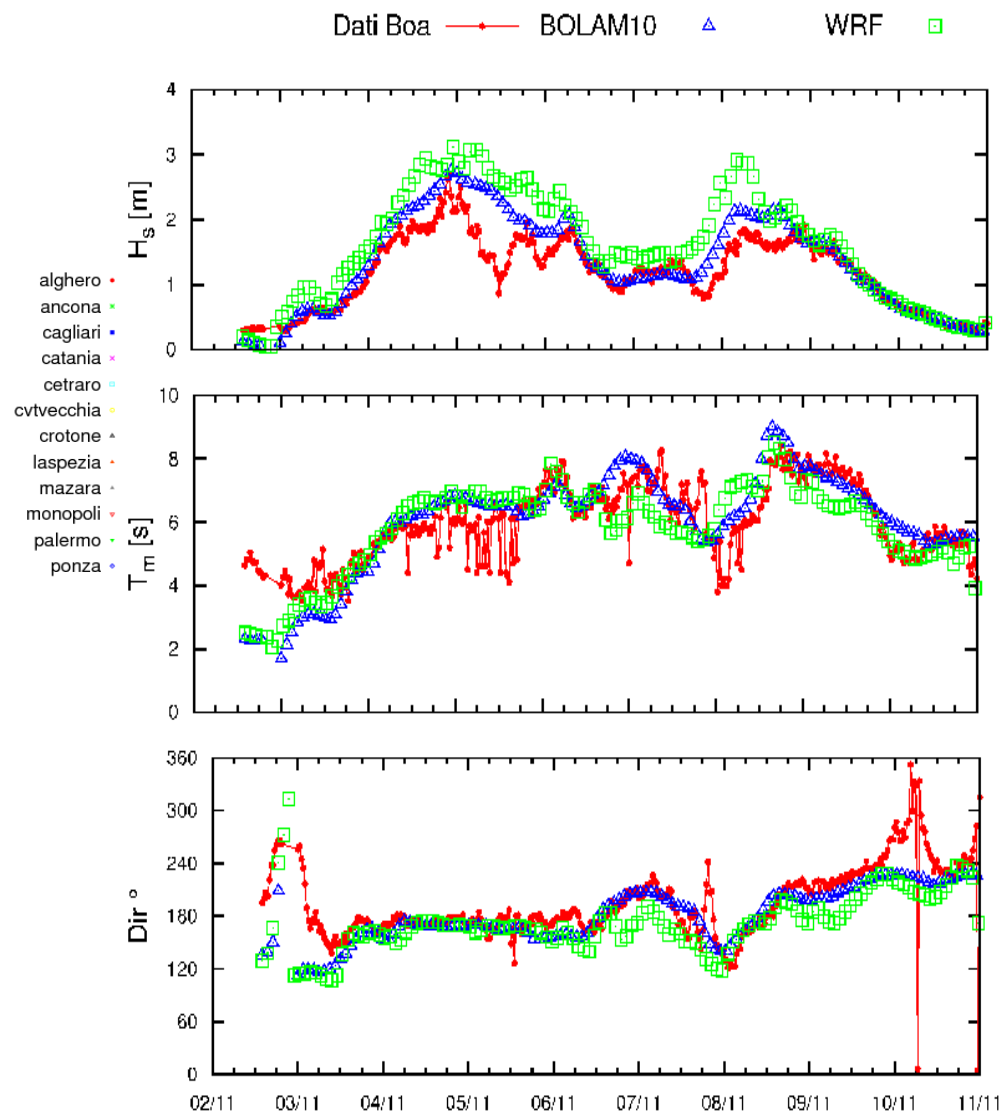
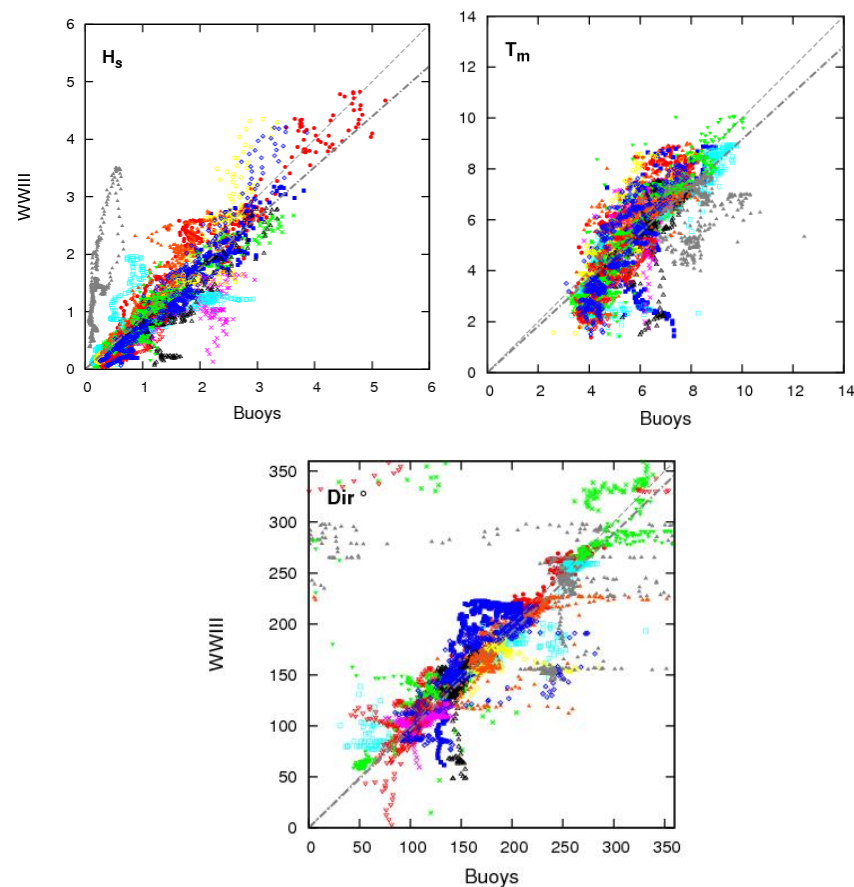
T_p	NBI	NRMSE	Corr	HH
ACC350	0.01488	0.24240	0.64019	0.25047
BAJ	0.01001	0.24848	0.63865	0.25737
TC	-0.08398	0.23947	0.65927	0.26042
DICCA	0.00875	0.24100	0.64067	0.24978



VALIDAZIONE DEL MOTO ONDOSO

Mareggiata del Novembre 2011

Differenti forzanti meteorologiche





CONCLUSIONI

L'ottimizzazione del modello WaveWatchIII all'interno del Mediterraneo fornisce un nuovo set di parametri ottimale per i termini sorgente

Nell'utilizzo degli indicatori statistici di errore è necessario fare attenzione alla combinazione NRMSE e BIAS perchè non sempre il minimo di NRMSE fornisce la simulazione migliore

Per la verifica di modelli numerici è opportuno utilizzare l'indicatore di Hanna & Heinolds (1985), più affidabile rispetto a RNMSE

SVILUPPI FUTURI

Utilizzo della catena modellistica per la re-analisi del clima ondoso al largo della costa ligure (in collaborazione con ARPAL)

Propagazione del moto ondoso sotto costa e verifica dell'accoppiamento WaveWatchIII + SWAN con dati di boe su basse profondità



SVILUPPI FUTURI

