

Validazione dei modelli di oil spill per mediante Stokes Drifter

FIRESPILL | CRMA | Simone Martini

Stati di avanzamento del programma MADAM | Palmanova | 12 Ottobre 2022

Overview

- **Le fasi della validazione dei nostri modelli**
- **Esperienza del 28/02/2022**
- **Tabelle finali dei test effettuati**
- **Esperienza del 13/09/2022**
- **Considerazioni finali e sviluppi futuri**

METODI PER LA VALIDAZIONE DEI MODELLI DI OIL SPILL

Nonostante alcuni modelli simulino il comportamento dell'inquinante anche in profondità fin ora i metodi di validazione esistenti tengono conto solo dell'olio in superficie.

Le tecniche di validazione sono strettamente dipendenti dai dati a disposizione:

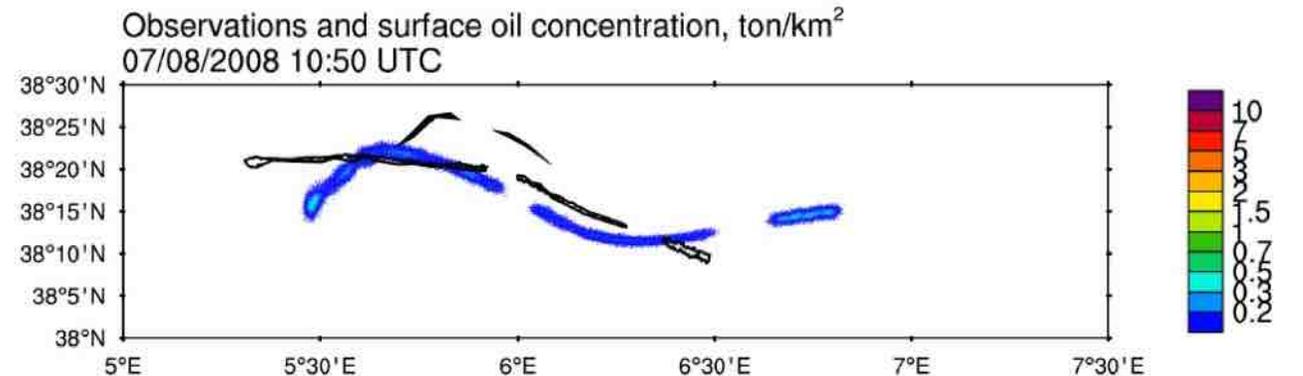
- **Metodi basati su immagini satellitari**
- **Metodi basati su misure di spiaggiamento costiero**
- **Metodi derivanti da quelli di dispersione atmosferica**
- **Misure di performance basate sui dati di Drifter**

METODI PER LA VALIDAZIONE DEI MODELLI DI OIL SPILL

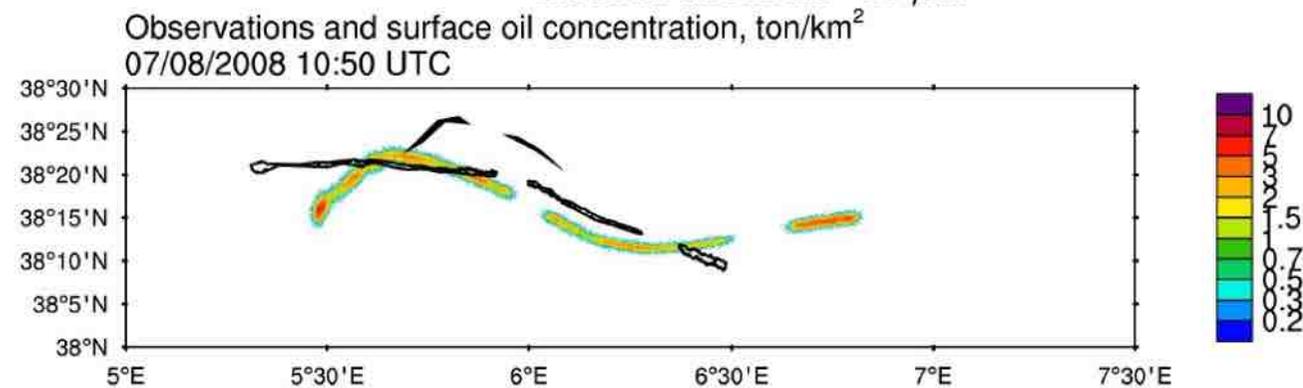
- **Metodi basati su immagini satellitari**

SAR e immagini satellitari ottiche

- Difficolta di avere immagini dello stesso satellite per il suo passaggio (immagini ASAR e MODIS)
- Non si ha evoluzione continua ma solo immagini ad un preciso istante
- Vien valutata solo qualitativamente la corrispondenza delle immagini



(a) ALGERIA-EXP3 API 22 (oil density 0.92 tons*m⁻³)
Oil slick thickness= 10 μm



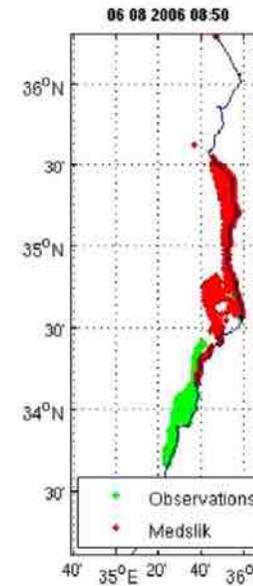
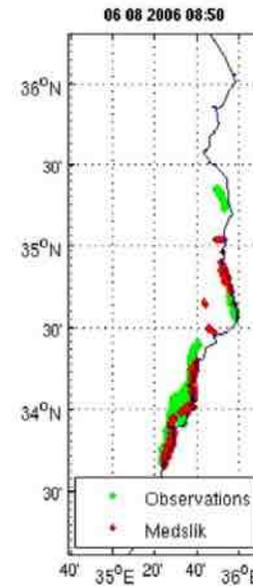
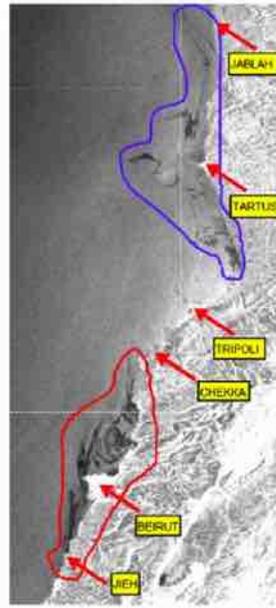
(b) ALGERIA-EXP8 API 45 (oil density 0.804 tons*m⁻³)
Oil slick thickness= 1 μm

M. De Dominicis, N. Pinardi, G. Zodiatis, and R. Archetti, "MEDSLIK-II, a Lagrangian marine surface oil spill model for short-term forecasting - Part 2: Numerical simulations and validations," *Geosci. Model Develop.*, vol. 6, no. 6, pp. 1871–1888, 2013.

METODI PER LA VALIDAZIONE DEI MODELLI DI OIL SPILL

- **Metodi basati su misure di spiaggiamento costiero**

Vengono utilizzati sia immagini satellitari che osservazioni di enti locali dopo eventi per poter dare una misura di quanta costa ha subito uno spiaggiamento di idrocarburi



G. Coppini et al.,
“Hindcast of oil-spill pollution during the Lebanon crisis in the Eastern Mediterranean, July–August 2006,” Mar. Pollut. Bull., vol. 62, no. 1, pp. 140–153, Jan. 2011

Anche in questo caso si possono utilizzare solo dati riguardanti casi già avvenuti nel passato stando attenti alle fonti delle osservazioni

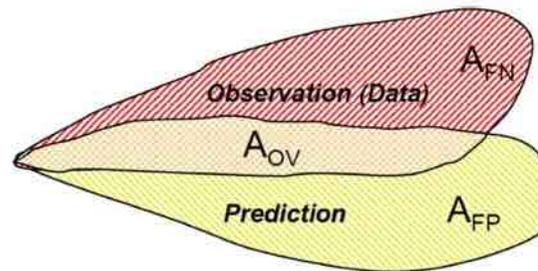
METODI PER LA VALIDAZIONE DEI MODELLI DI OIL SPILL

- **Metodi derivanti da quelli di dispersione atmosferica**
 - Figure of Merit in Space (FMS): coefficiente statistico definito dai rapporti di intersezione fra l'area osservata e quella predetta in un singolo istante di tempo

$$FMS = \frac{A_{PR} \cap A_{OB}}{A_{PR} \cup A_{OB}}$$

- Two-Dimensional Measure of Effectiveness (MOE): calcola l'area di sovrapposizione A_{OV} e la divide separatamente tra aree osservate A_{OB} e predette A_{PR}

$$MOE = (x, y) = \left(\frac{A_{OV}}{A_{OB}}, \frac{A_{OV}}{A_{PR}} \right)$$



S. Warner, N. Platt, and J. F. Heagy, "User-oriented two-dimensional measure of effectiveness for the evaluation of transport and dispersion models," J. Appl. Meteorol., vol. 43, no. 1, pp. 58–73, Jan. 2004.

Si ha il problema della sovrapposizione dell'area è possibile che l'area predetta sia simile ma spostata in coordinate rispetto a quella originale

METODI PER LA VALIDAZIONE DEI MODELLI DI OIL SPILL

- **Misure di performance basate sui dati di Drifter**

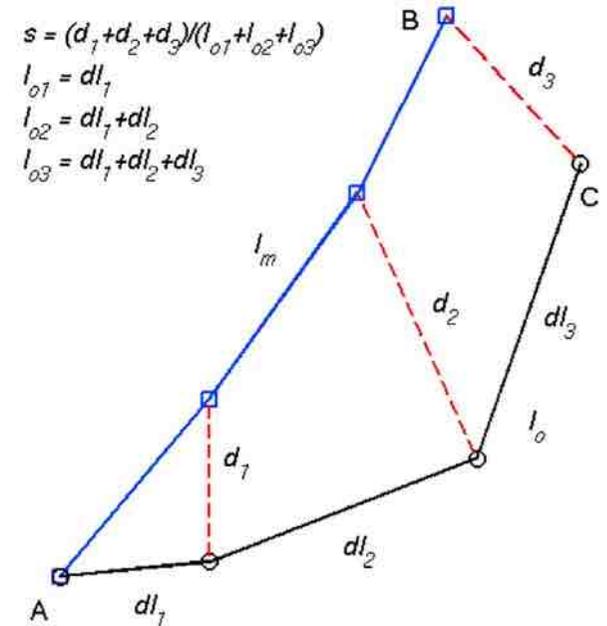
Prendono in considerazione la traiettoria fatta dai drifter e la confrontando con quella in previsione dai modelli.

Il metodo principale è basato su un indice adimensionale chiamato **Skill Score (SS)** che deriva dal calcolo di un altro

indice chiamato **Separation Index (S)** $S = \frac{\sum_{i=1}^N d_i}{\sum_{i=1}^N l_{oi}}$

Lo **Skill Score** è definito da $SS = \begin{cases} 1 - \frac{S}{n}, & (S \leq n) \\ 0, & (S > n) \end{cases}$

dove n è un valore di tolleranza scelto (solitamente $n = 1$ che significa che **l'errore non eccede il massimo dello spostamento cumulativo**)



Y. Liu and R. H. Weisberg, "Evaluation of trajectory modeling in different dynamic regions using normalized cumulative Lagrangian separation," J. Geophys. Res., Oceans, vol. 116, 2011, Art. no. C09013.

METODI PER LA VALIDAZIONE DEI MODELLI DI OIL SPILL

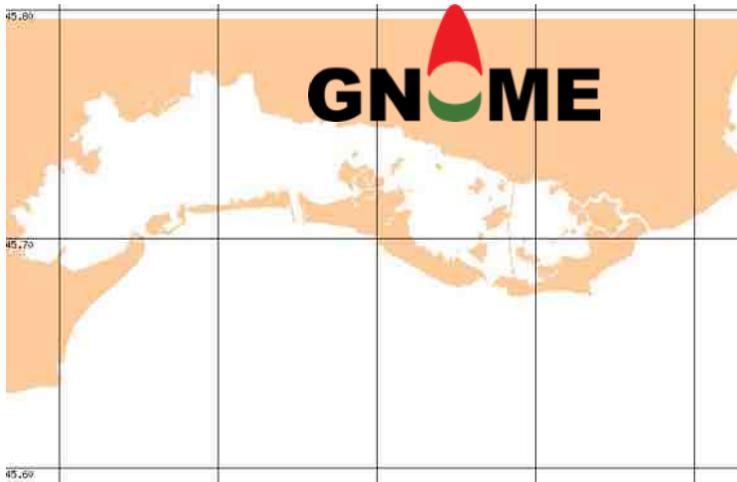
- **Misure di performance basate sui dati di Drifter**

I Drifters ci forniscono **solo lo spostamento di un singolo punto lagrangiano** in mare dovuto al vento e alle correnti e **non tengono conto della diffusione** dell'inquinante disperso né di altri processi chimici come deposizione, emulsione ed evaporazione.

Sulla base della letteratura esistente, è evidente che lo **Skill Score** ottenuto in base ai dati drifter ci dia un'indicazione quantitativa e non solo qualitativa per la valutazione dei modelli di oil spill. Infatti, i dati satellitari e le osservazioni di spiaggiamento ci forniscono una valutazione solo qualitativa e alquanto interpretativa delle prestazioni del modello.

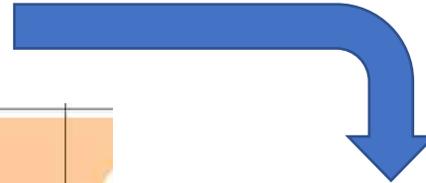
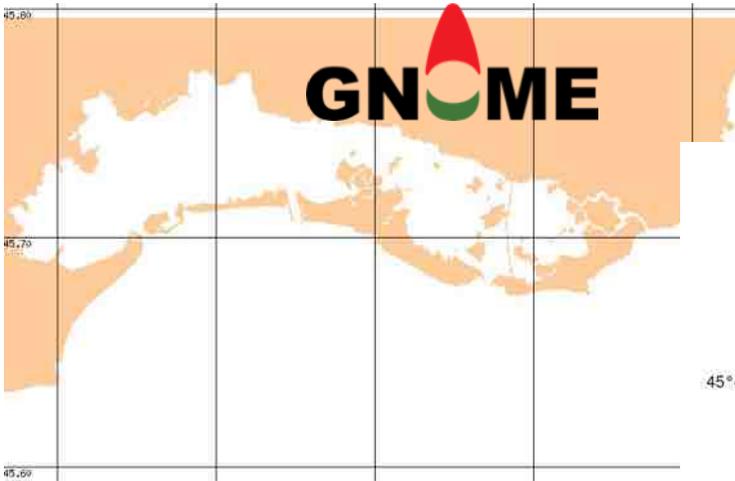
Le fasi della validazione dei modelli

PREVISIONE

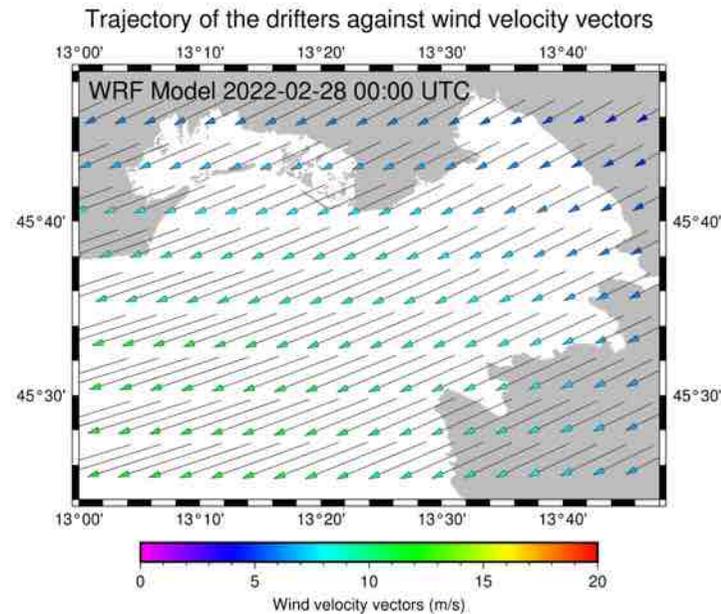


Le fasi della validazione dei modelli

PREVISIONE

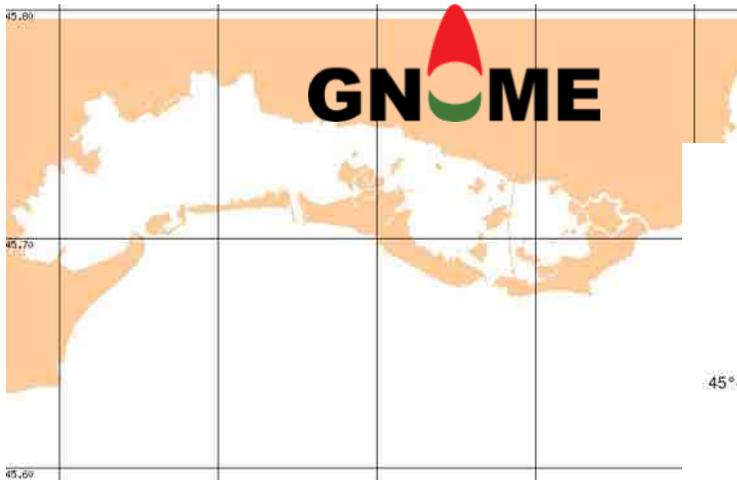


RILASCIO

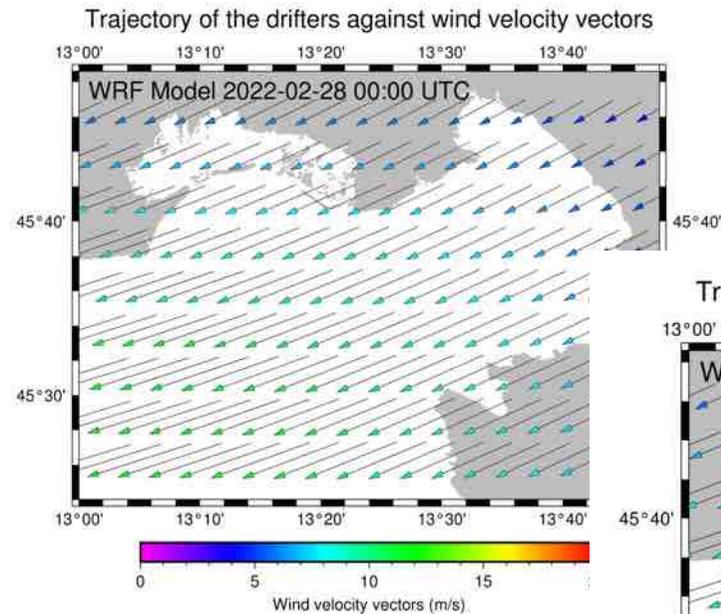


Le fasi della validazione dei modelli

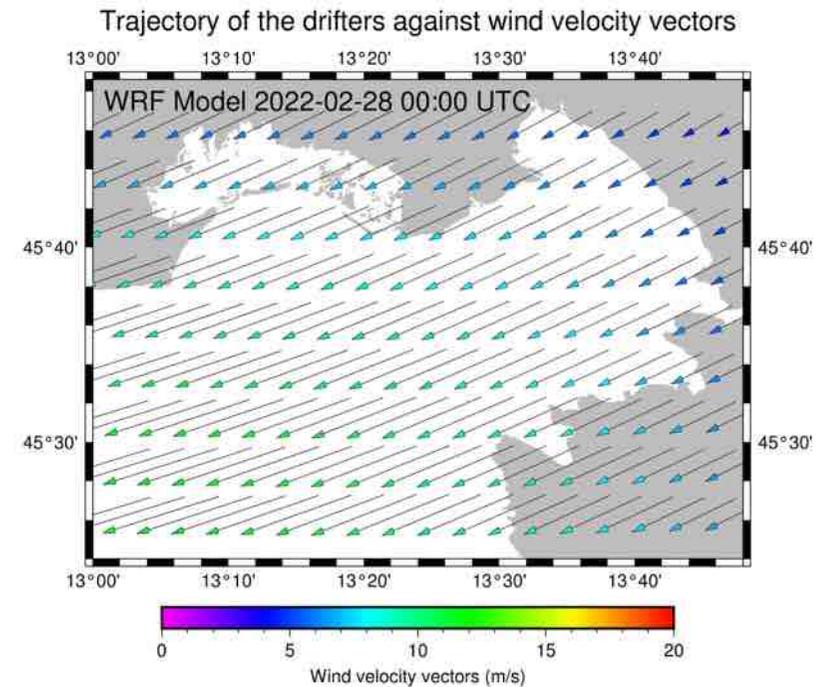
PREVISIONE



RILASCIO

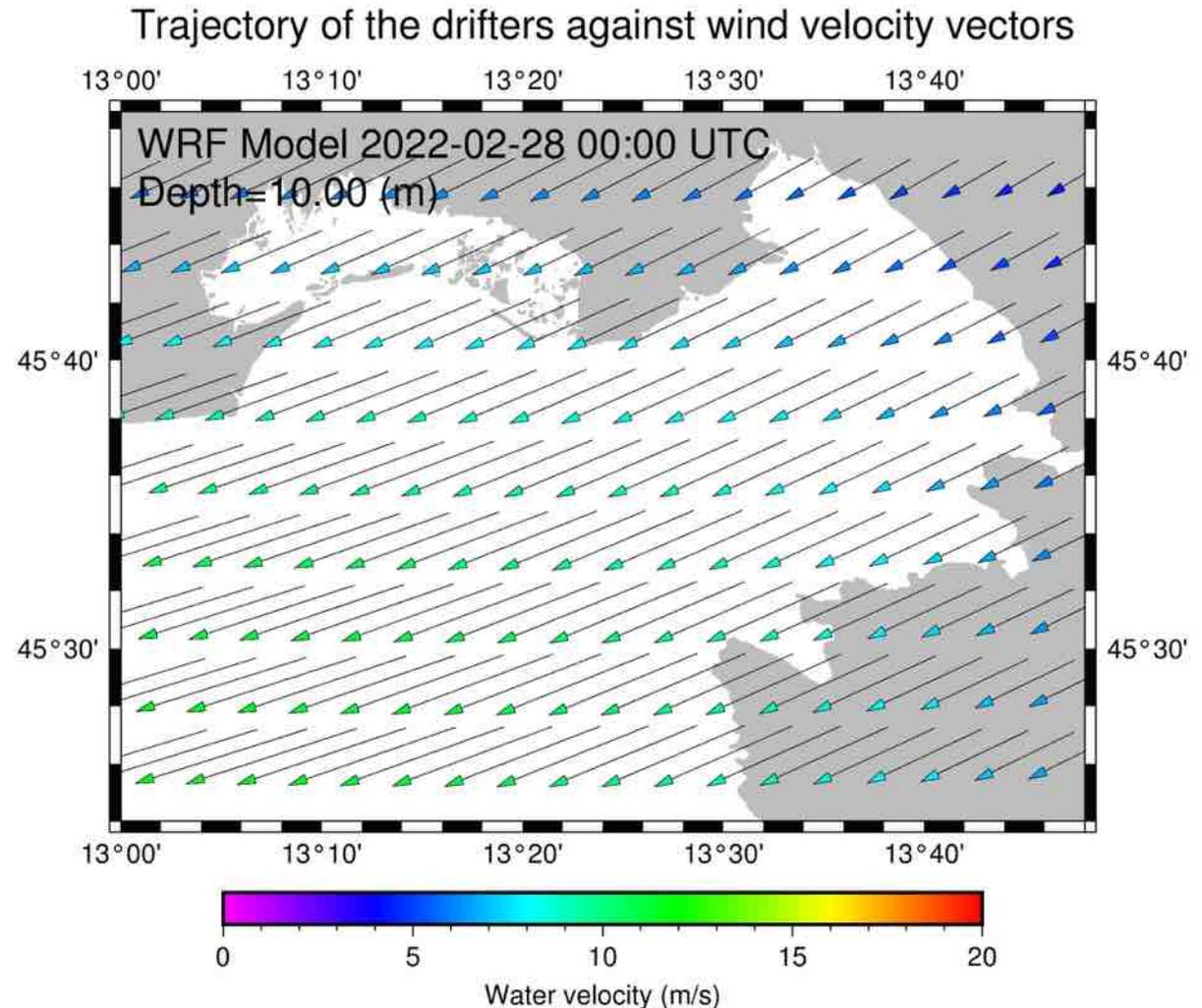


VERIFICA

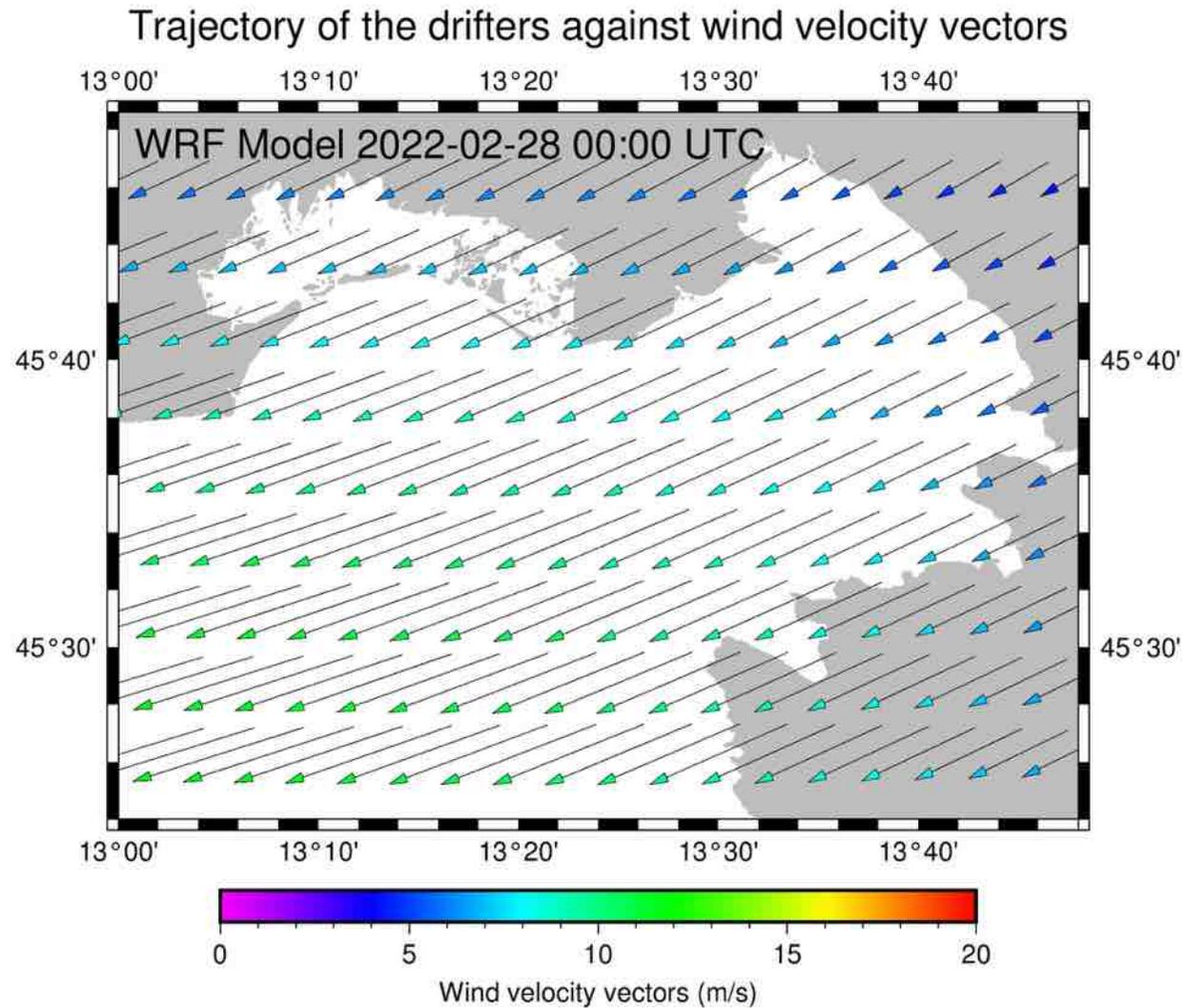


Esperienza del 28/02/2022

- **Luogo:** Golfo di Trieste
- **Durata del rilascio:** 48h
- **Tipo di esercitazione:** I tre dirifter sono stati rilasciati in posizioni differenti
- **Modello oil spill:** GNOME
- **Dati di input:** ROMS e CMEMS per le correnti, WRF per i venti
- Consideriamo il centroide delle 1000 particelle lagrangiane rilasciate

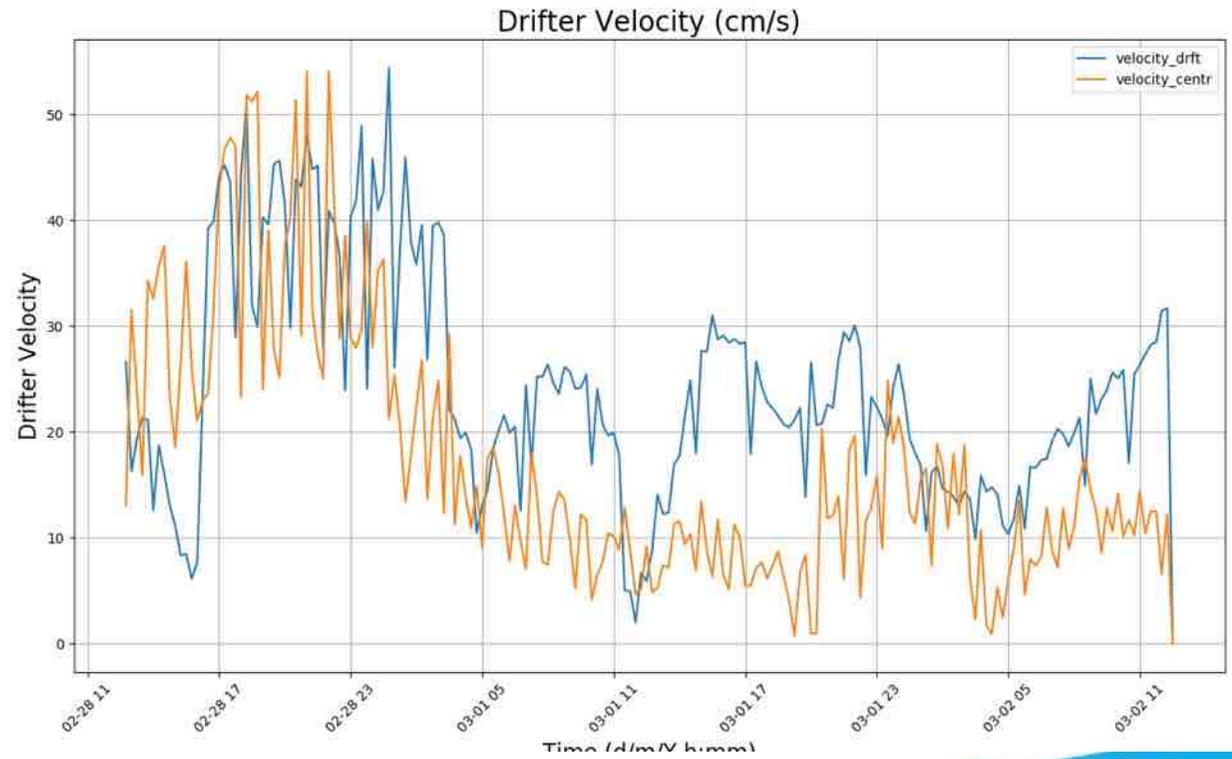
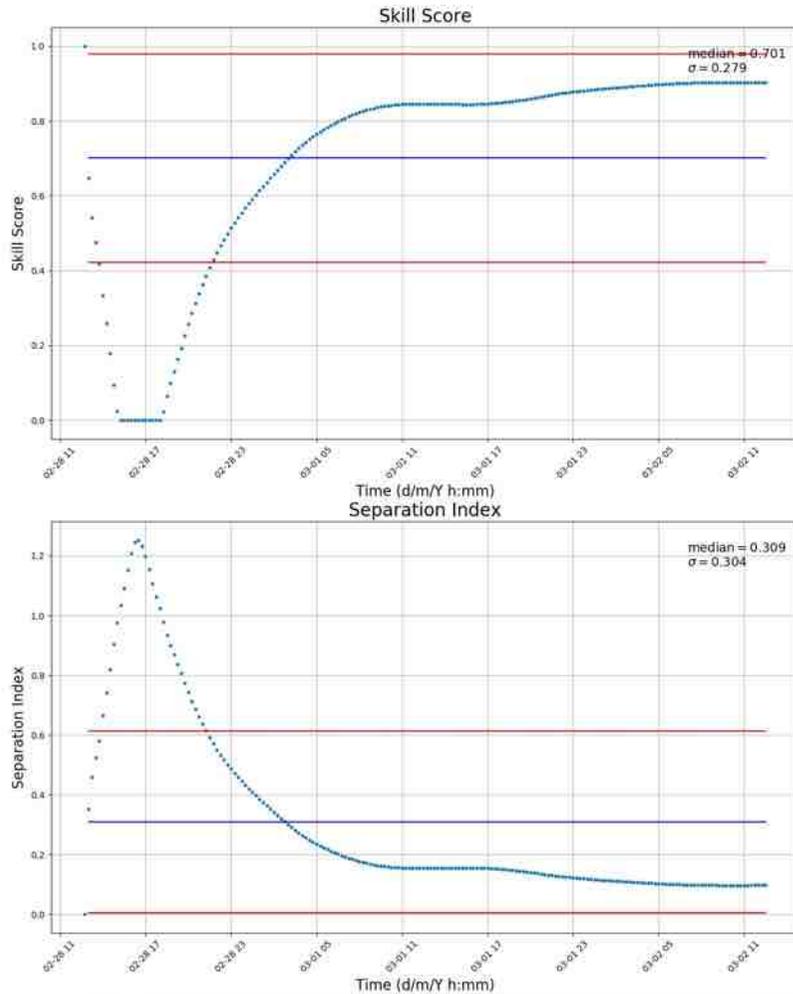


Esperienza del 28/02/2022 - DRIFTER 2 - ROMS



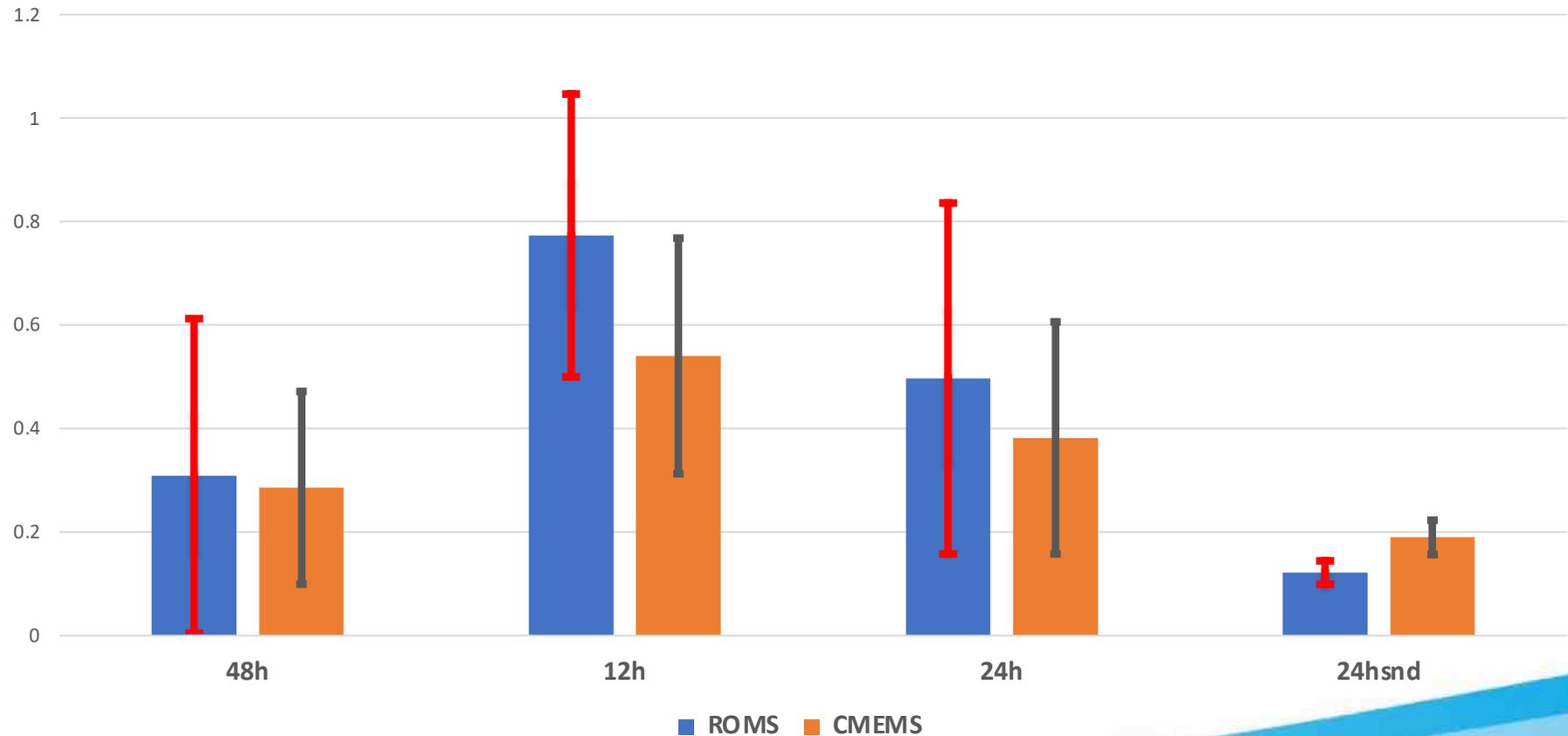
Esperienza del 28/02/2022 - DRIFTER 2 - ROMS

WIND MODEL: wrf
CURRENT MODEL: roms
Drifter2 2022-02-28 12:45:00



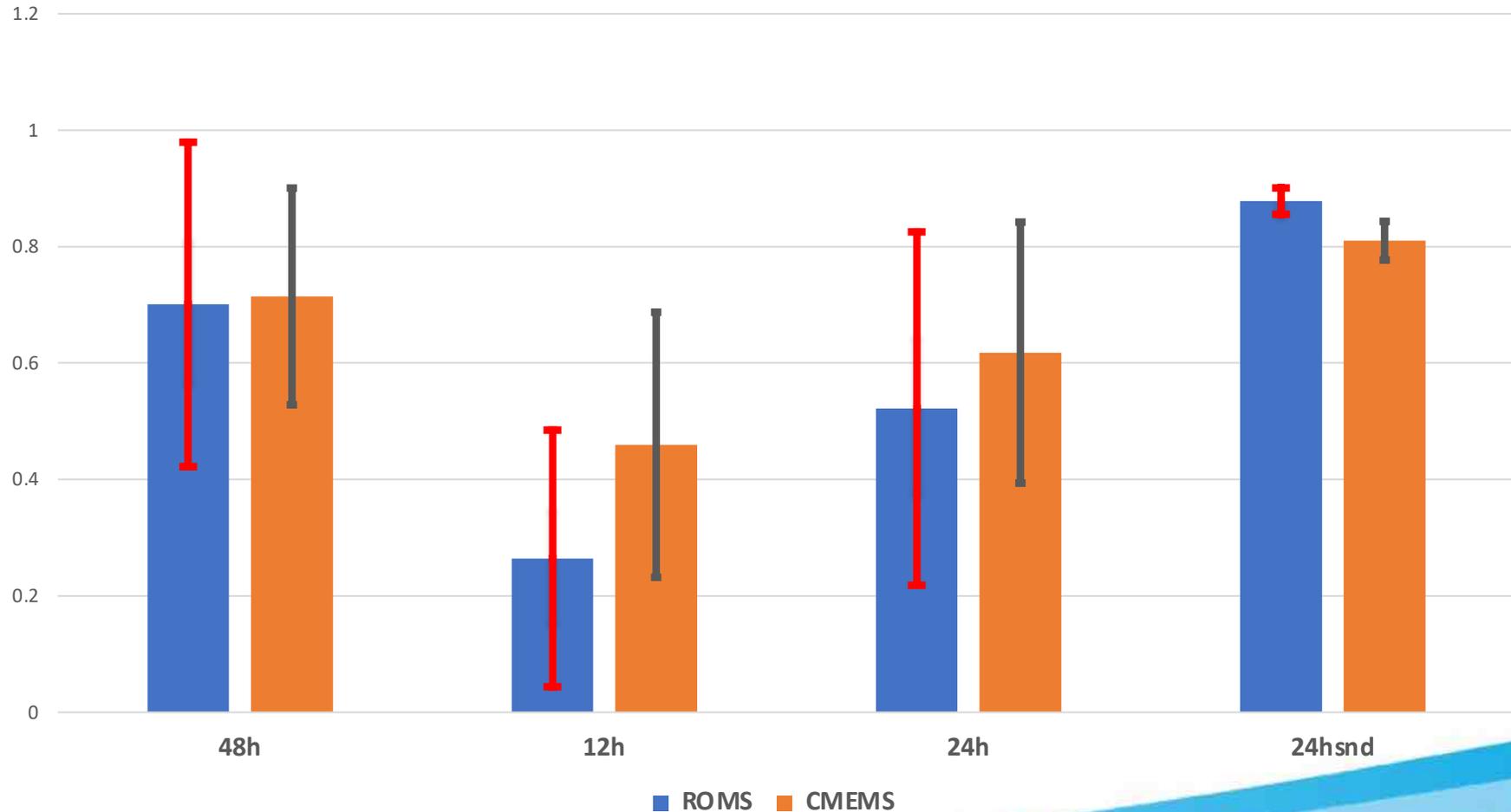
Esperienza del 28/02/2022 - DRIFTER 2 – SEPARATION INDEX

Separation Index - Drifter 2 -28/02/22



Esperienza del 28/02/2022 - DRIFTER 2 – SKILL SCORE

Skill Score - Drifter 2 -28/02/22



Tabbelle finali - Skill Score (Media) – Esperienza del 28/02/2022

Skill Score	48h		12h		24h		24hsnd	
	CMEMS	ROMS	CMEMS	ROMS	CMEMS	ROMS	CMEMS	ROMS
Mean								
drifter 1	0.748	0.757	0.685	0.582	0.717	0.683	0.779	0.830
drifter 2	0.714	0.701	0.460	0.264	0.618	0.522	0.810	0.878
drifter 3	0.700	0.589	0.501	0.307	0.643	0.496	0.756	0.680
MEAN	0.721	0.682	0.549	0.385	0.659	0.567	0.782	0.796

Tabbelle finali – Skill Score (Standard Difference) - Esperienza del 28/02/2022

Skill Score	48h		12h		24h		24hsnd	
	CMEMS	ROMS	CMEMS	ROMS	CMEMS	ROMS	CMEMS	ROMS
drifter 1	0.111	0.183	0.209	0.305	0.150	0.236	0.019	0.036
drifter 2	0.186	0.111	0.228	0.209	0.224	0.150	0.033	0.019
drifter 3	0.184	0.206	0.292	0.257	0.248	0.260	0.015	0.025
MEAN	0.160	0.167	0.243	0.257	0.208	0.216	0.023	0.027

Tabbelle finali - Skill Score (Media) – tutti i test

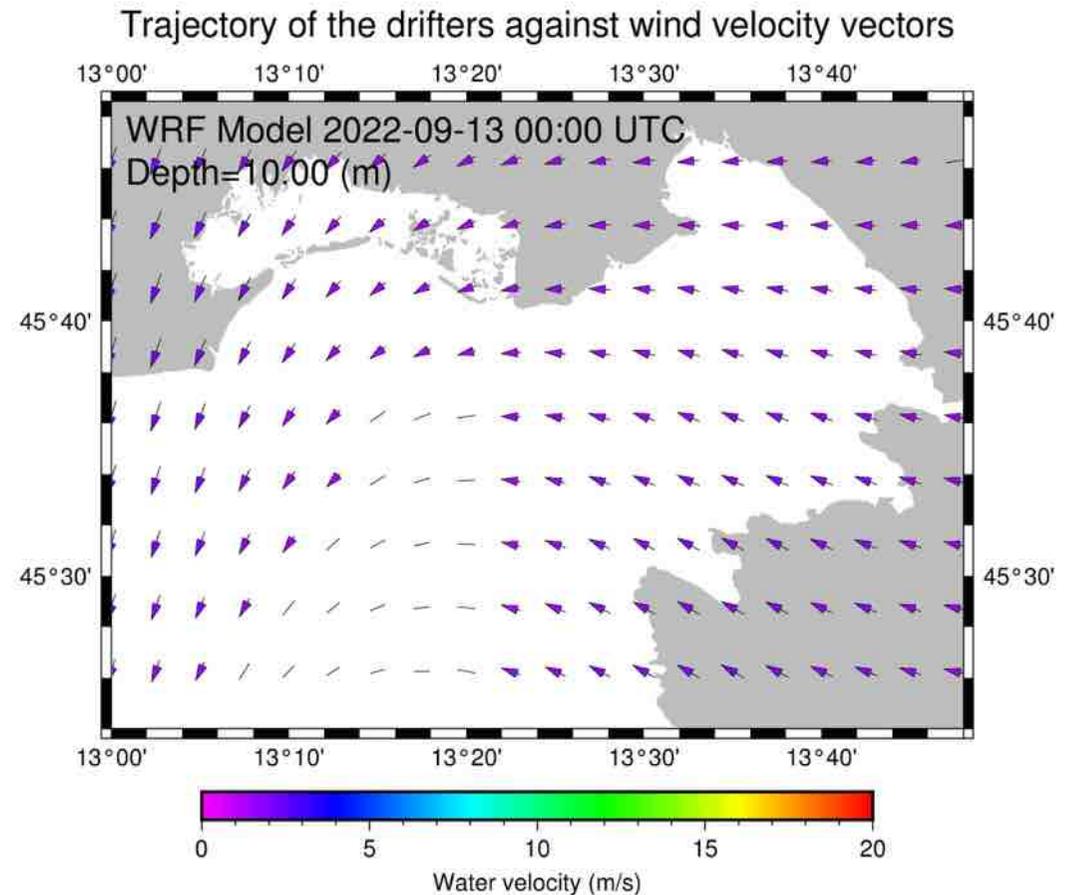
Skill Score	48h		12h		24h		24hsnd		24htrd	
Data	CMEMS	ROMS	CMEMS	ROMS	CMEMS	ROMS	CMEMS	ROMS	CMEMS	ROMS
28/02/2022	0.721	0.682	0.549	0.385	0.659	0.567	0.782	0.796	/	/
11/04/2022	0.496	0.442	0.316	0.248	0.383	0.347	0.607	0.536	/	/
18/05/2022/	/	/	0.46	0.676	0.561	0.756	/	/	/	/
20/05/2022	0.756	0.835	0.68	0.759	0.707	0.763	0.791	0.874	0.783	0.899
12/07/2022	0.578	0.624	0.114	0.410	0.367	0.514	0.788	0.733	/	/
13/09/2022/	/	/	0.179	0.369	0.291	0.474	/	/	/	/
MEAN	0.638	0.646	0.383	0.474	0.495	0.570	0.742	0.735	0.783	0.899

Tabbelle finali - Skill Score (Standard Difference) – tutti i test

Skill Score (SD)	48h		12h		24h		24hsnd		24htrd	
Data	CMEMS	ROMS								
28/02/2022	0.160	0.167	0.243	0.257	0.208	0.216	0.023	0.027	/	/
11/04/2022	0.131	0.129	0.051	0.070	0.095	0.123	0.016	0.011	/	/
18/05/2022/	/	/	0.153	0.120	0.154	0.120	/	/	/	/
20/05/2022	0.067	0.075	0.107	0.088	0.086	0.069	0.010	0.012	0.004	0.006
12/07/2022	0.304	0.152	0.136	0.122	0.277	0.138	0.115	0.026	/	/
13/09/2022/	/	/	0.121	0.099	0.152	0.133	/	/	/	/
MEAN	0.1655	0.1309	0.1351	0.1260	0.1621	0.1333	0.0410	0.0190	0.0040	0.0060

Esperienza del 13/09/2022

- **Luogo:** Golfo di Trieste
- **Durata del rilascio:** 24h
- **Tipo di esercitazione:** I tre dirifter sono stati rilasciati in posizioni differenti
- **Modello oil spill:** GNOME
- **Dati di input:** ROMS e CMEMS per le correnti, WRF per i venti



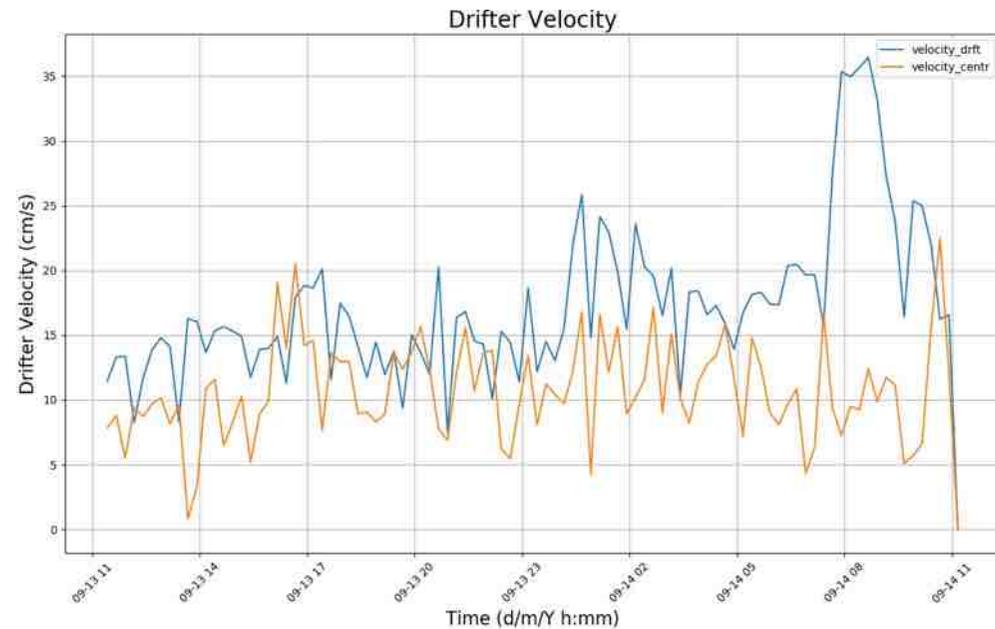
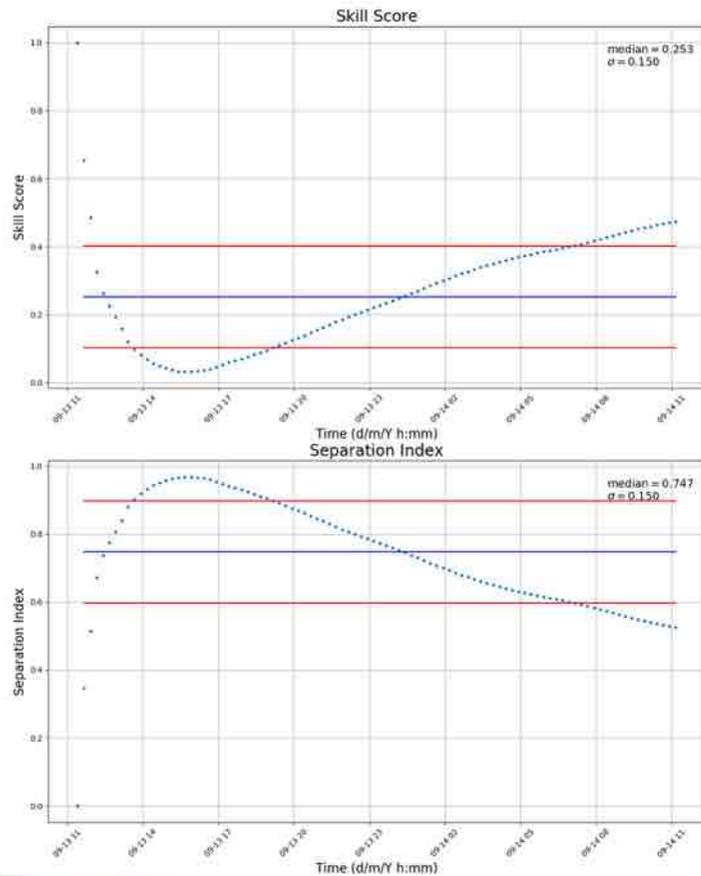
Tabbelle finali - Skill Score – Esperienza del 13/09/2022

Skill Score	48h		12h		24hfrst	
	CMEMS	ROMS	CMEMS	ROMS	CMEMS	ROMS
drifter 1	/	/	0.265	0.325	0.316	0.418
drifter 2	/	/	0.137	0.393	0.253	0.473
drifter 3	/	/	0.134	0.390	0.305	0.531
MEAN	/	/	0.179	0.369	0.291	0.474

Skill Score	48h		12h		24hfrst	
	CMEMS	ROMS	CMEMS	ROMS	CMEMS	ROMS
drifter 1	/	/	0.130	0.110	0.110	0.127
drifter 2	/	/	0.117	0.102	0.150	0.115
drifter 3	/	/	0.116	0.085	0.196	0.158
MEAN	/	/	0.121	0.099	0.152	0.133

Esperienza del 13/09/2022 - DRIFTER 2 - CMEMS

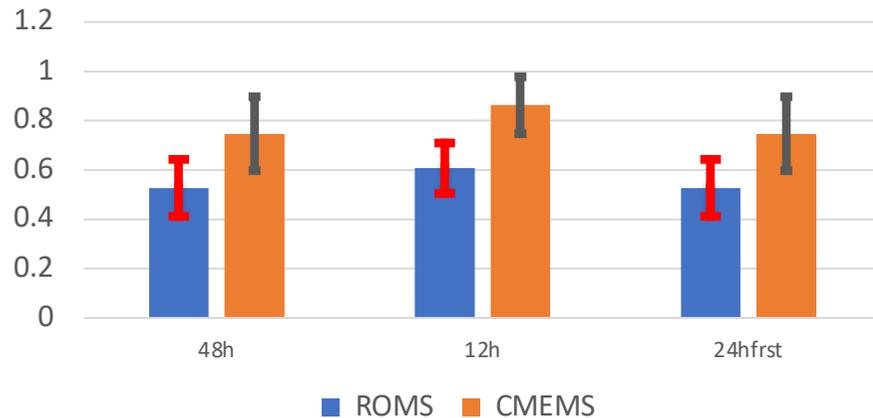
WIND MODEL: wrf
 CURRENT MODEL: cmems
 Drifter2 2022-09-13 11:25:00



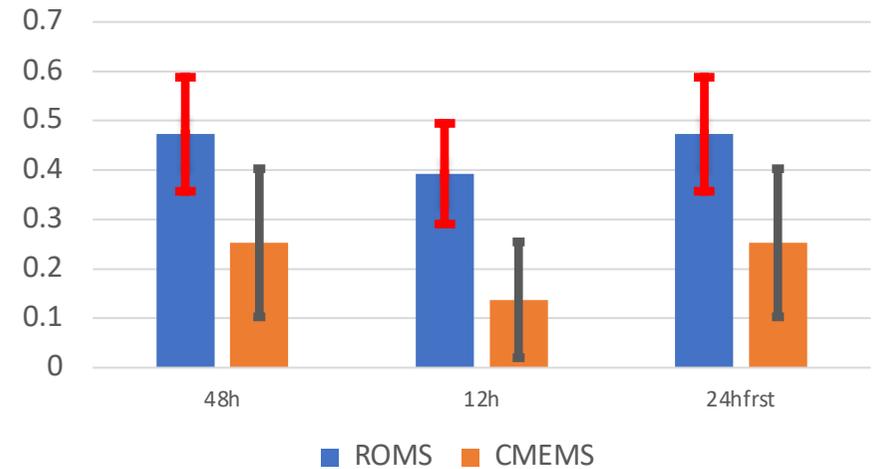
Esperienza del 13/09/2022

DRIFTER 2 – SEPARATION INDEX e SKILL SCORE

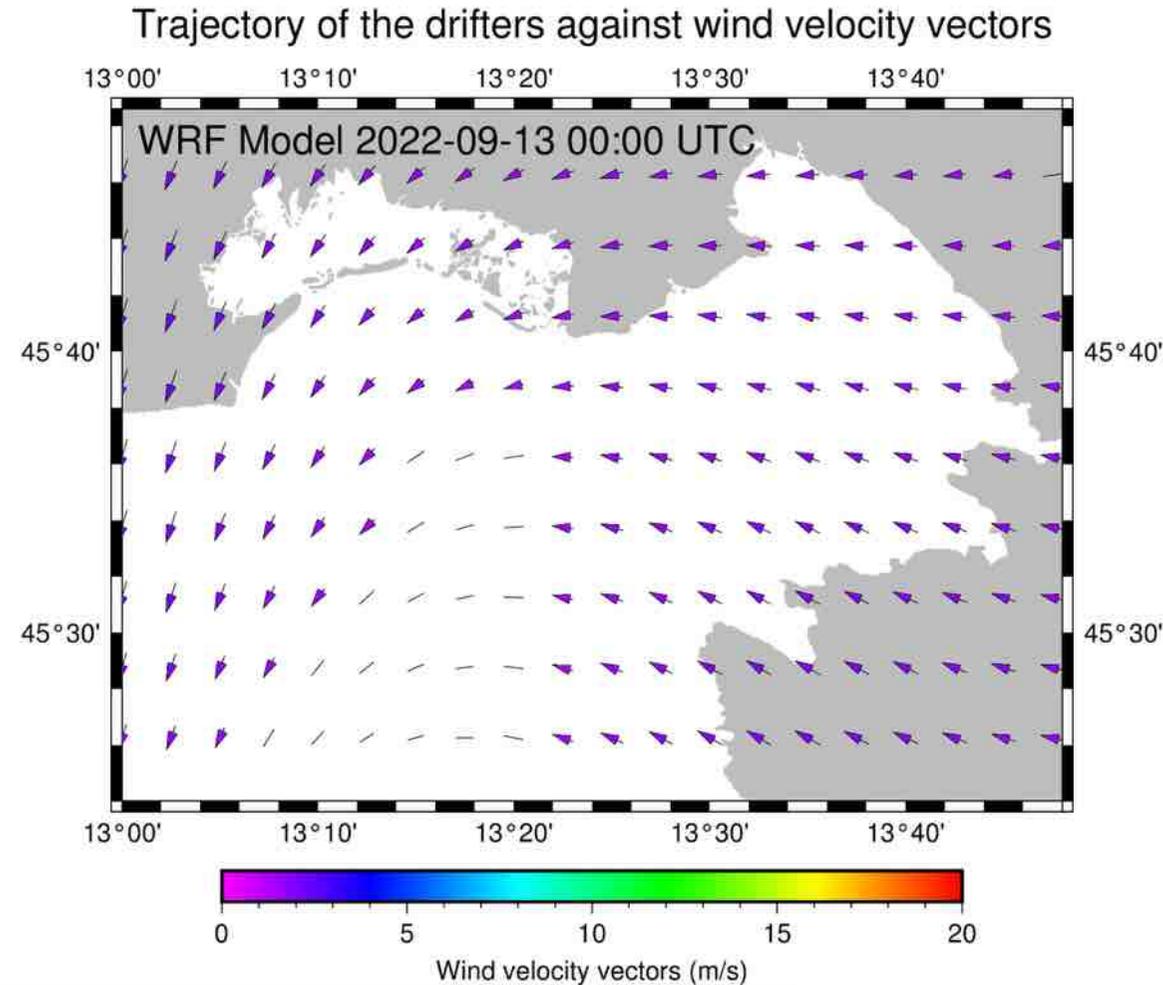
Separation Index - Drifter 2 -13/09/22



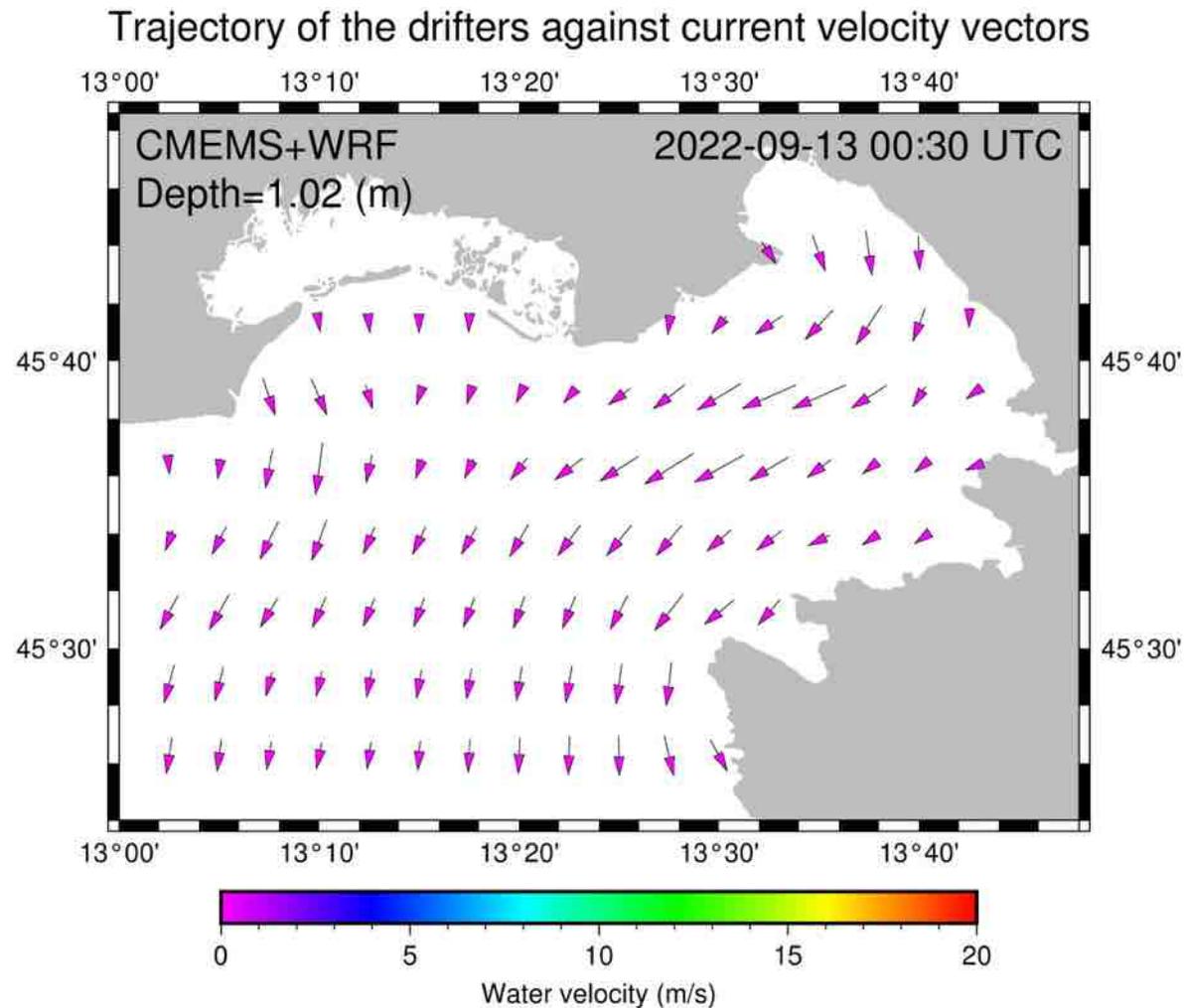
Skill Score - Drifter 2 -13/09/22



Esperienza del 13/09/2022 - DRIFTER 2 - CMEMS- Wind data against trajectory

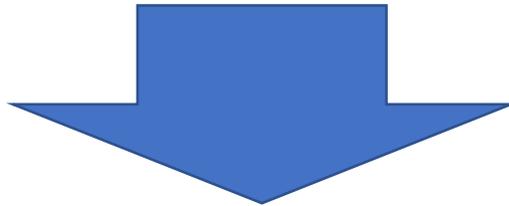


Esperienza del 13/09/2022 - DRIFTER 2 - CMEMS – Current data against trajectory



Considerazioni finali e sviluppi futuri

- In genere I dati delle correnti fornite dal modello ROMS hanno portato a una più accurata previsione sulle traiettorie fatte dai drifter in termini di Skill Score
- In prossimità delle bocche di uscita della laguna di Grado-Marano si sono osservati I maggiori scostamenti fra la traiettoria prevista e quella ottenuta dai drifter
- Con forti escursioni di marea si è osservato un maggior scostamento



- Utilizzo di un modello (SHYFEM) con risoluzione spaziale maggiore che ci permetta di avere I dati anche sotto costa e all'interno della laguna
- Variazione sui dati di input: es. riduzione della componente dovuta al vento (80%)

Installazione del nuovo RADAR HF nel Golfo di Trieste e integrazione con altri RADAR presenti nel golfo di Trieste

FIRESPELL | CRMA | Simone Martini

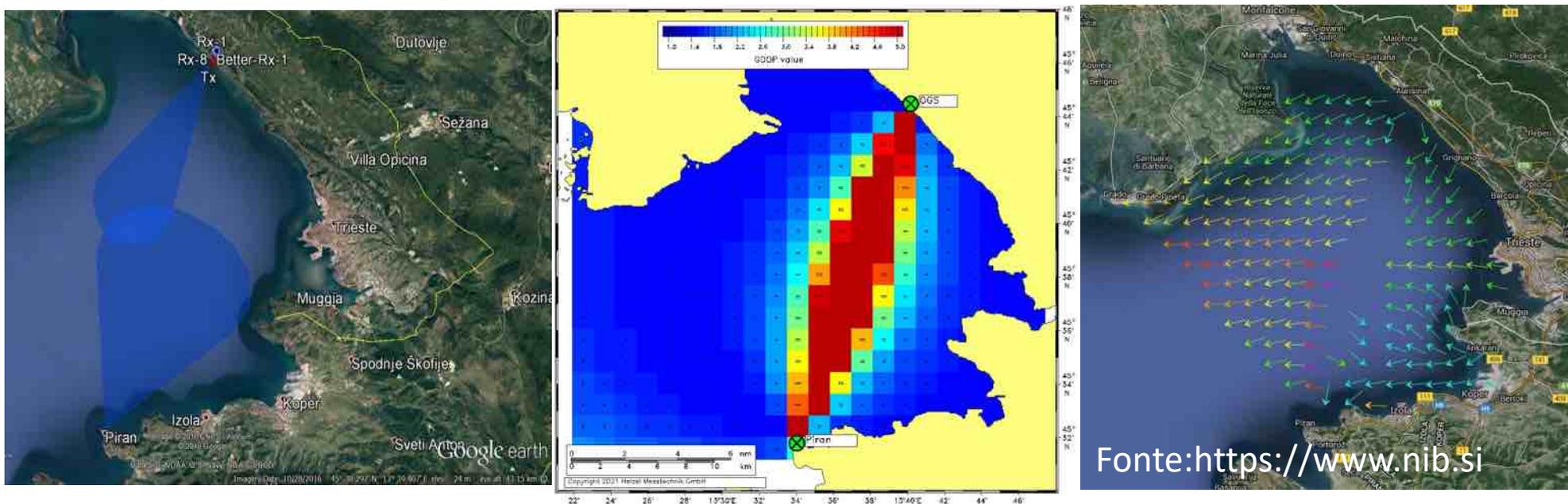
Stati di avanzamento del programma MADAM | Palmanova | 12 Ottobre 2022

Overview

- Il sistema attuale
- Installazione del terzo RADAR-HF nel Golfo di Trieste
- Come funziona un WERA RADAR-HF
- Dati della postazione singola
- Il sistema integrato

Il sistema attuale

Il sistema attuale a due radar è costituito dal sistema installato presso l'**Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale OGS** ad Aurisina e dal sistema installato presso l'**Istituto Nazionale di Biologia Marina NIB** a Pirano (da poco gestito dai colleghi sloveni dell'Agencia ARSO).

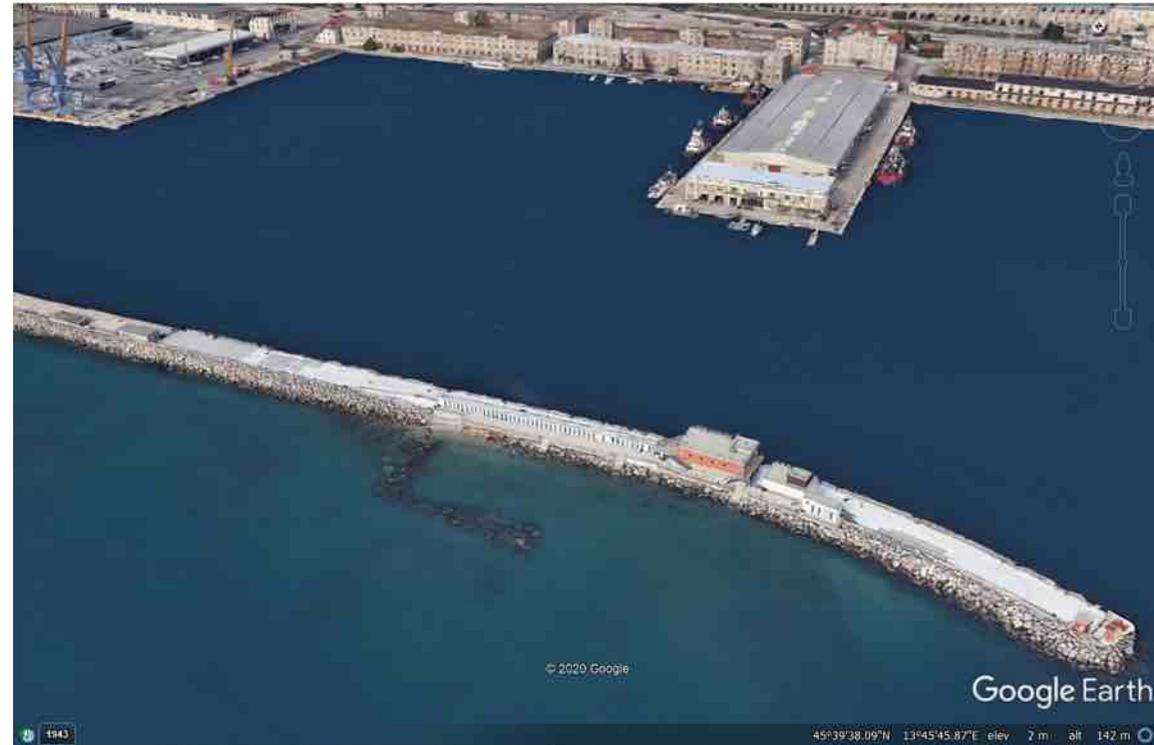


Criticità del sistema attuale:

- **bassa precisione a causa del orientamento geometrico dei due radar**
- **campo visivo angolare fortemente ridotto che non copre l'intero Golfo di Trieste**

Installazione del terzo Wera Radar HF

Il RADAR-HF acquistato dall'ARPA FVG grazie al progetto FIRESPIR è stato installato nel mese di Luglio sulla Diga del Porto vecchio di Trieste nei pressi dell'ex stabilimento balneare ora assegnato alla Lega Navale di Trieste.



Installazione del terzo Wera Radar HF

Il sistema RADAR-HF è formato da:

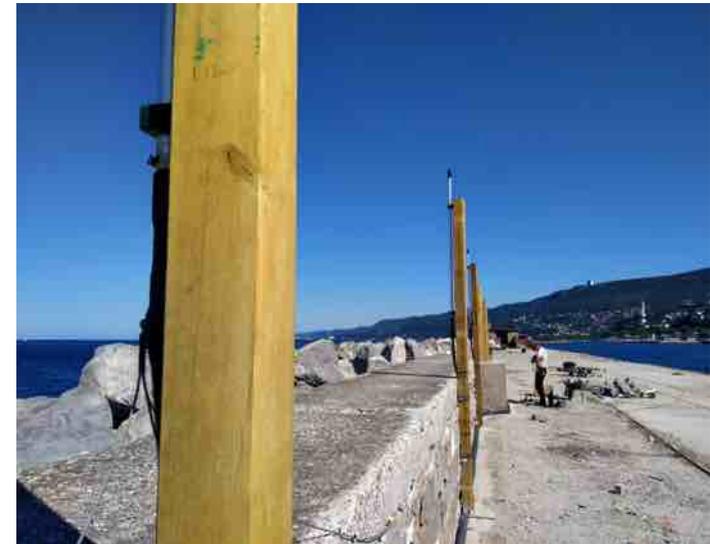
- Station per l'acquisizione dei dati
- 4 Antenne Trasmittenti (RX)
- 12 Antenne Rceventi (TX)



WERA Station



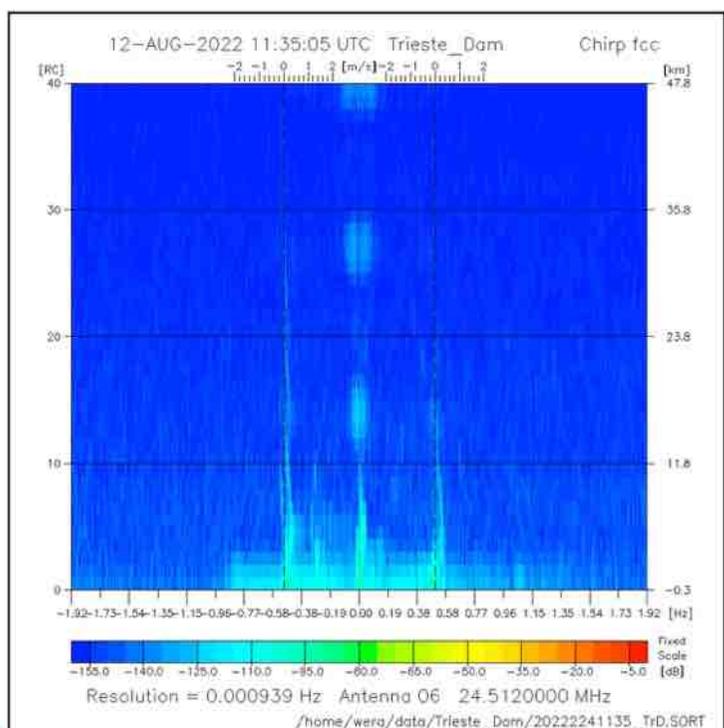
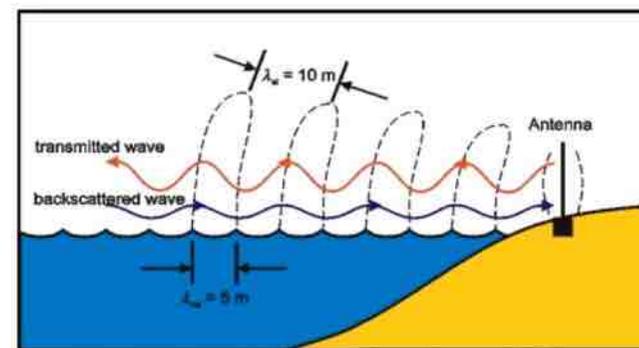
Receive (RX) Antenna Array



Transmit (TX) Antenna Array

Come funziona un Wera Radar HF

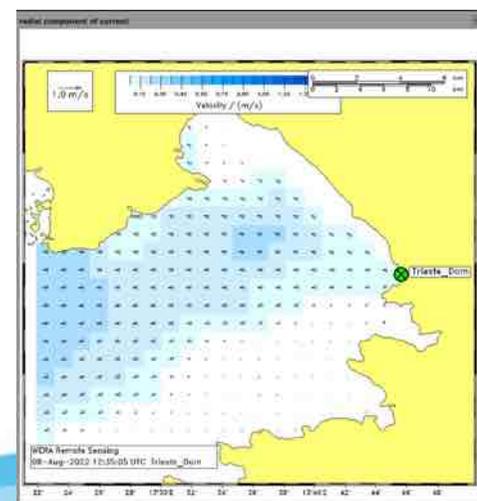
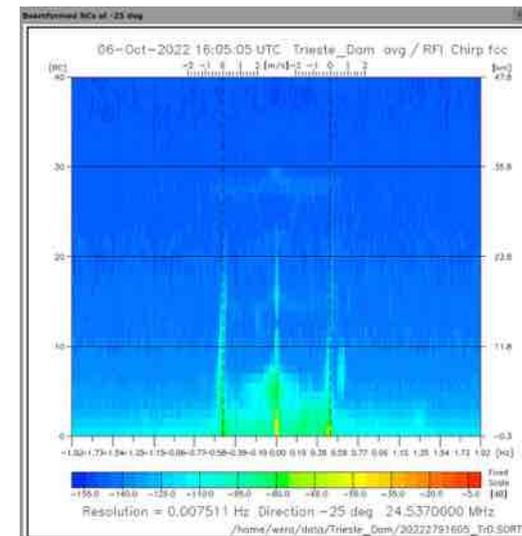
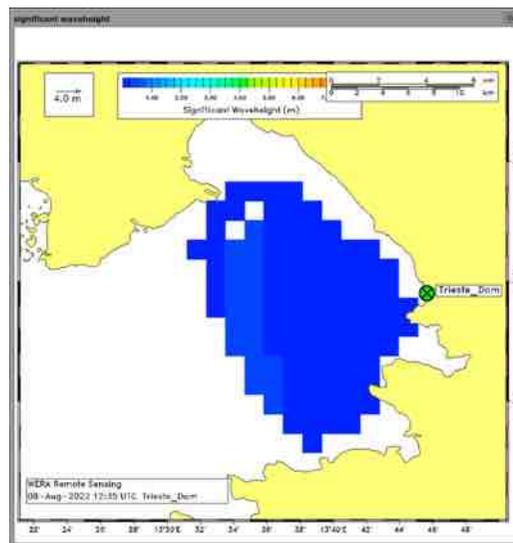
La superficie ruvida dell'oceano interagisce con l'onda radio e grazie al Bragg Possono essere segnali retrodiffusi a effetto rilevato da distanze >300 km.



Il segnale radar retrodiffuso sarà spostato per effetto Doppler. La frequenza del segnale (linee di Bragg) permetterà di ottenere i dati della componente radiale della velocità della corrente e le mappe di altezze d'onda significative.

Dati della postazione singola

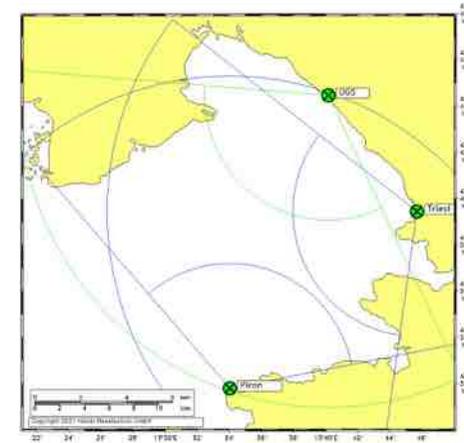
Accedendo alla station sarà possibile vedere una panoramica dello stato del RADAR comprese le informazioni sulla qualità dell'ultima misurazione eseguita, seguite da grafici della corrente radiale della superficiale del mare, del livello di potenza della corrente radiale superficiale del mare, del livello di rumore del segnale e un grafico che riporta alcuni spettri di Bragg per un dato fascio angolare, seguiti da uno spettro di Bragg per ciascuna antenna ricevente.



La nuova rete radar marina nel Golfo di Trieste

I dati di una singola stazione dovranno poi essere integrati con i dati provenienti da altre stazioni per ottenere la mappa delle correnti superficiali e dell'altezza delle onde significative su tutto il golfo di Trieste.

Il nuovo radar opererà in coordinazione con gli altri WERA radar installati nel Golfo di Trieste. Oltre ai due radar collocati presso l'istituto OGS e a Pirano (SLO) presso il NIB, sarà presente nello scambio di dati un ulteriore radar recentemente installato a Isola (SLO) dall'ARSO.



OGS
Istituto Nazionale
di Oceanografia
e di Geofisica
Sperimentale



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

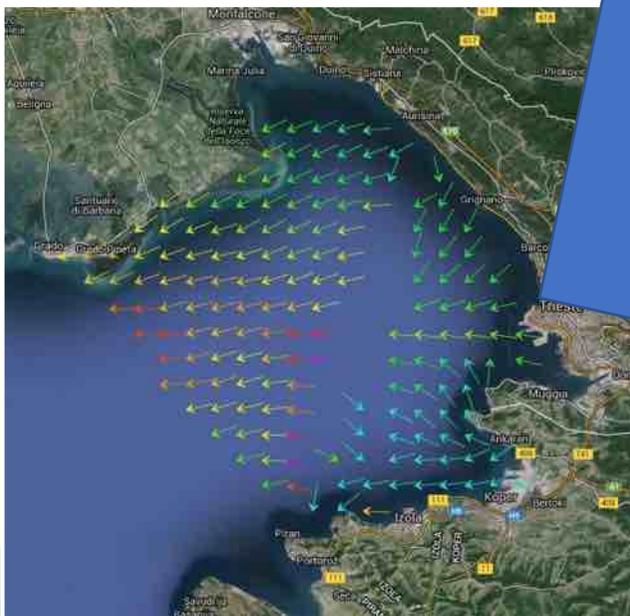


NACIONALNI INŠTITUT ZA **BIOLOGIJO**
NATIONAL INSTITUTE OF **BIOLOGY**

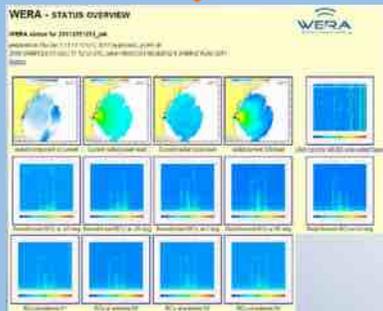


Dati del sistema integrato

I dati del sistema integrato verranno processati da un server collocato presso la sede dell'OSMER a Jalmicco e verranno resi pubblici dal sito del OSMER



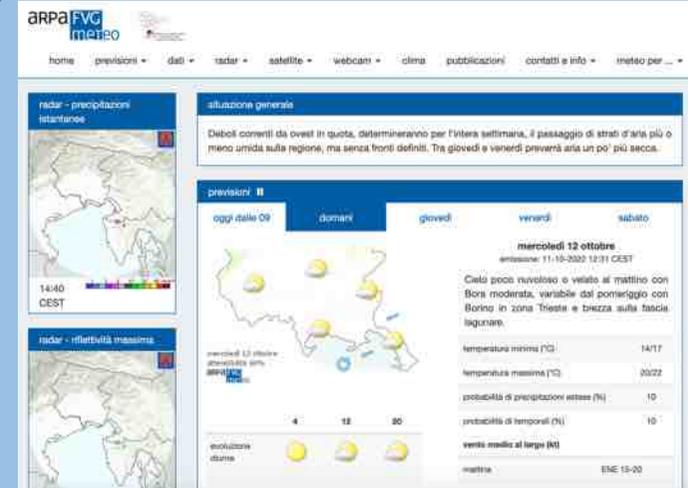
Work in progress



WERA Site



Central Server



End Users

CONTACT INFORMATION

Partner Name: **ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY OF FRIULI VENEZIA GIULIA (ARPA FVG)**

Contact person: **Simone Martini**

 Via Cairoli, 14 I-33057 Palmanova (UD) - ITALY

 simone.martini@arpa.fvg.it

 Phone +39 3297263574

 <http://www.arpa.fvg.it>