



# ***Il sistema di previsioni del tempo del mare nel Mediterraneo***

*Nadia Pinardi*

*Università di Bologna*

*e*

*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia*





## ***Il metodo scientifico applicato al mare: un percorso iniziato nel XVII secolo e ancora in trasformazione***



**Dalle note di Robert Boyle 'Titles for a Natural History of the Sea' (1660):**

**13. Of the Gravity of Sea-waters, in reference to fresh waters and to one another. Whether it vary in Summer & Winter; and on other accounts, especially the difference of Climates. And whether in the same season the Seas gravity proceed only from the greater or lesser proportion of salt that is in it, and not something also from other causes.**

**Dal libro *Osservazioni Intorno al Bosforo Tracio* di Marsili del 1681:**

**[...] ricerca altre osservazioni corrispondenti e voglion più agio a discorrerne**

**In conclusione per studiare il mare è necessario:  
Stimare con accuratezza le variabili di stato del mare  
Usare misure continue e frequenti nello spazio-tempo**

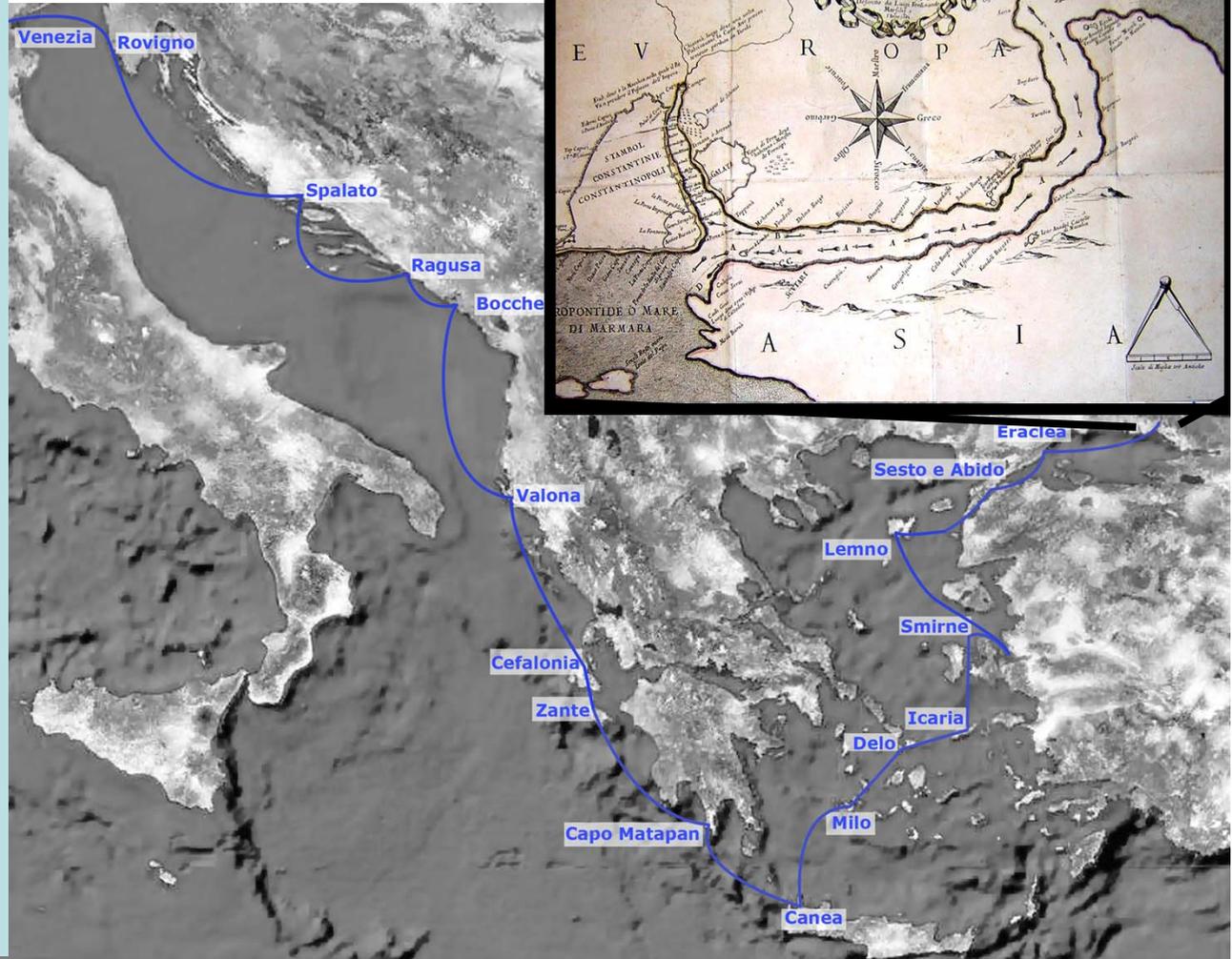




## Il Mediterraneo è stato il primo mare ad essere studiato scientificamente...

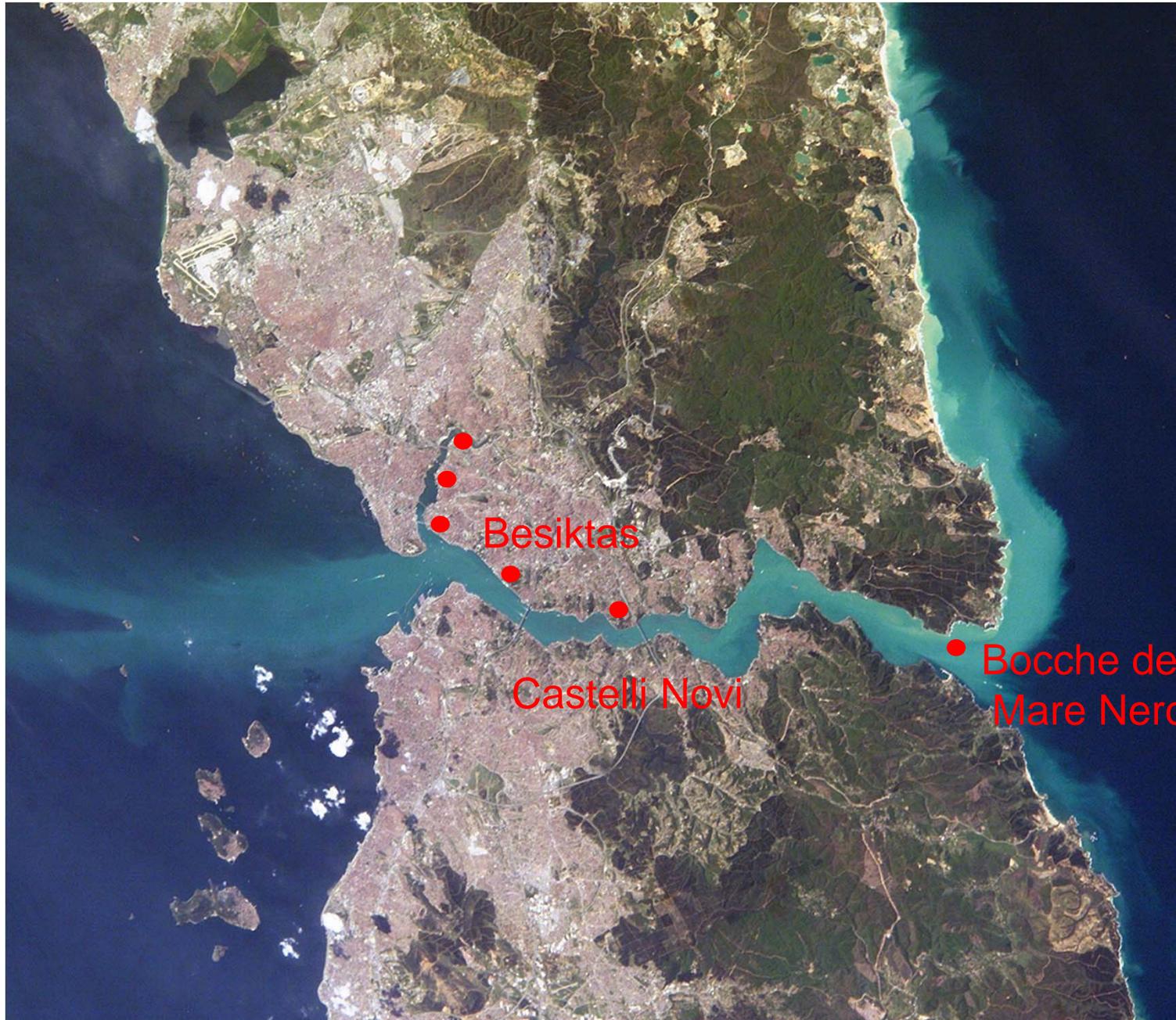


Il Conte  
Luigi Ferdinando  
Marsili (1658-  
1725)  
fece le prime  
misure del  
<<peso  
dell'acque>>  
nel 1679-1680  
durante il  
viaggio da  
Venezia a  
Costantinopoli





## La stazioni di misura del Marsili 1679-1680





# Le misure del 'peso' delle acque di mare

Le ampolle di Montanari (1633-1687)  
usate dal Marsili per misurare  
Il peso dell'acqua di mare



Localita' del prelievo	Data Prelievo	Misura del Marsili (densita' in $\text{kg m}^{-3}$ )	Misura odierna (densita' in $\text{kg m}^{-3}$ )
Mare di Marmara	23 ottobre 1679	1016.4	1016.8



# I metodi d'indagine dei fenomeni naturali sulla terra oggi: il paradigma

Osservazioni della terra  
(satelliti e in situ)

$$\partial_t KE + \nabla \cdot (\vec{W}_P) + BC$$

$$\nabla \cdot (\vec{W}_P) + SS - BC$$

*flux*

*SS = basic stratification term*

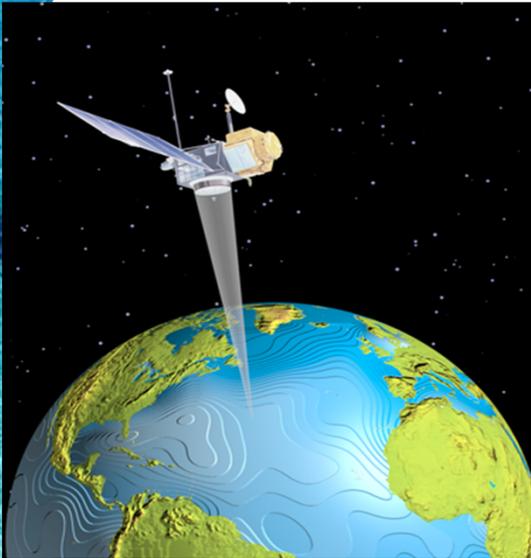
*flux*

Modelli numerici di  
previsione

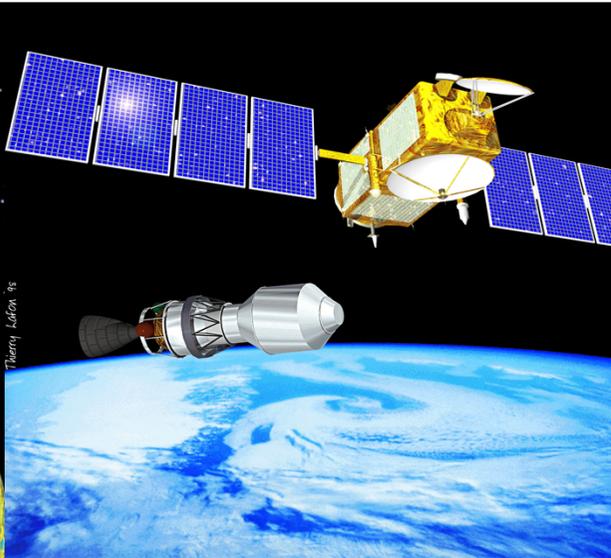




# L'osservazione della terra da satellite e' fondamentale



TOPEX/Poseidon

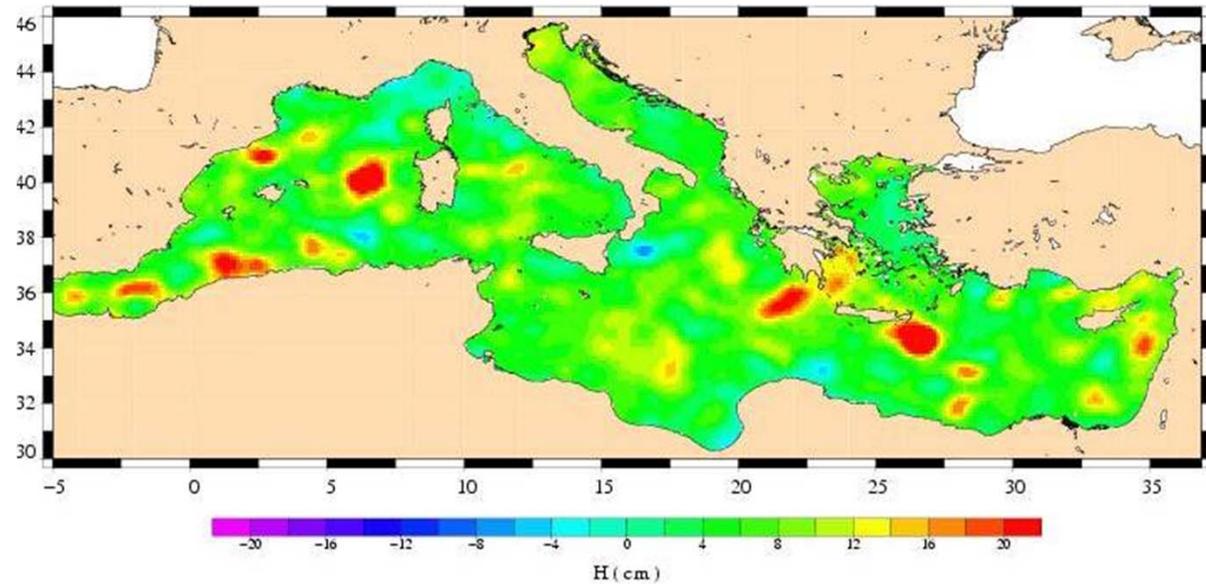


Jason-1



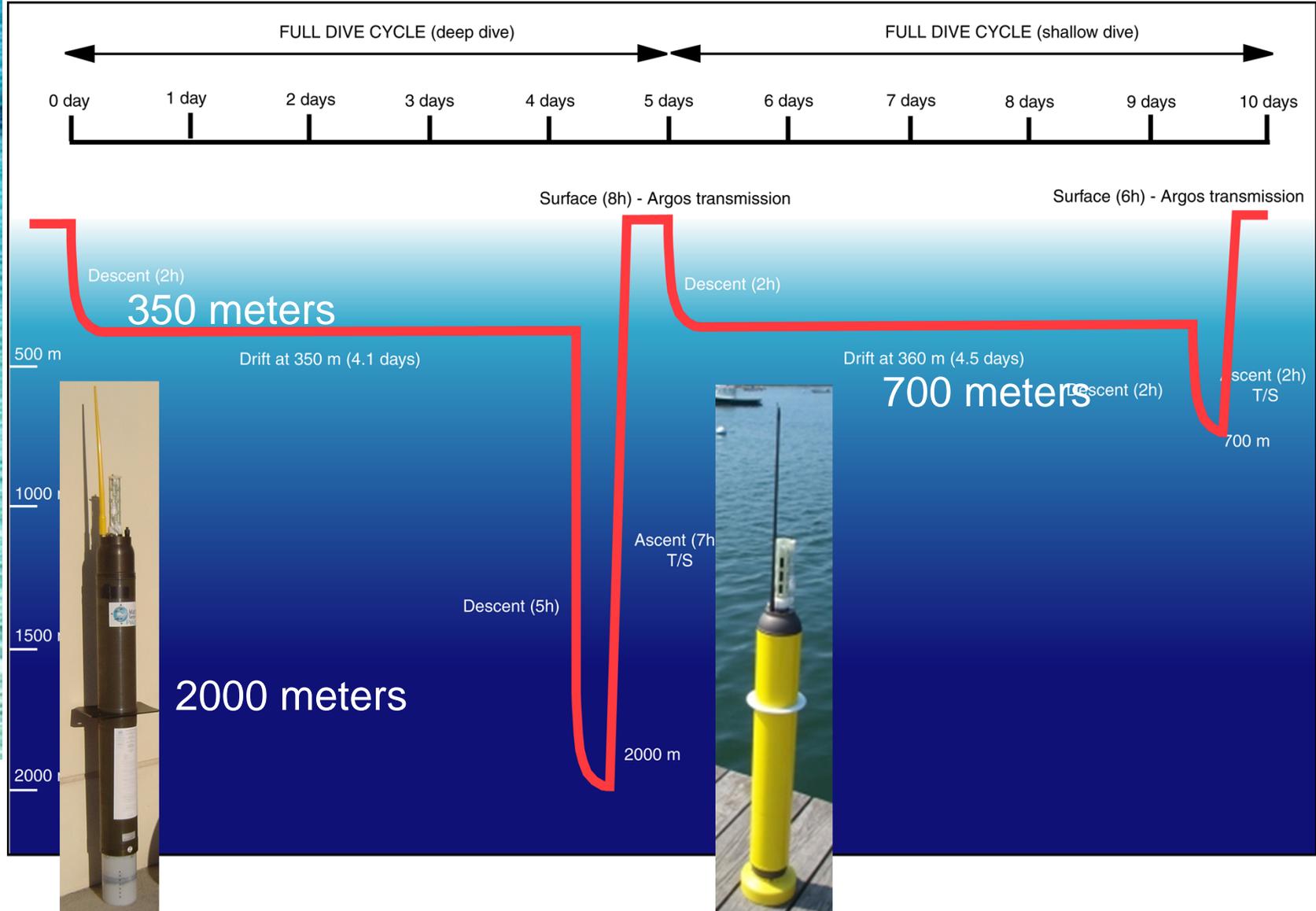
ENVISAT/RA-2

Altezza del  
livello del  
mare da satellite





# La densita' ora si misura con delle sonde robotiche





## Il sistema di previsione del tempo del mare



Sistemi di monitoraggio multi-piattaforma e multi-parametrico

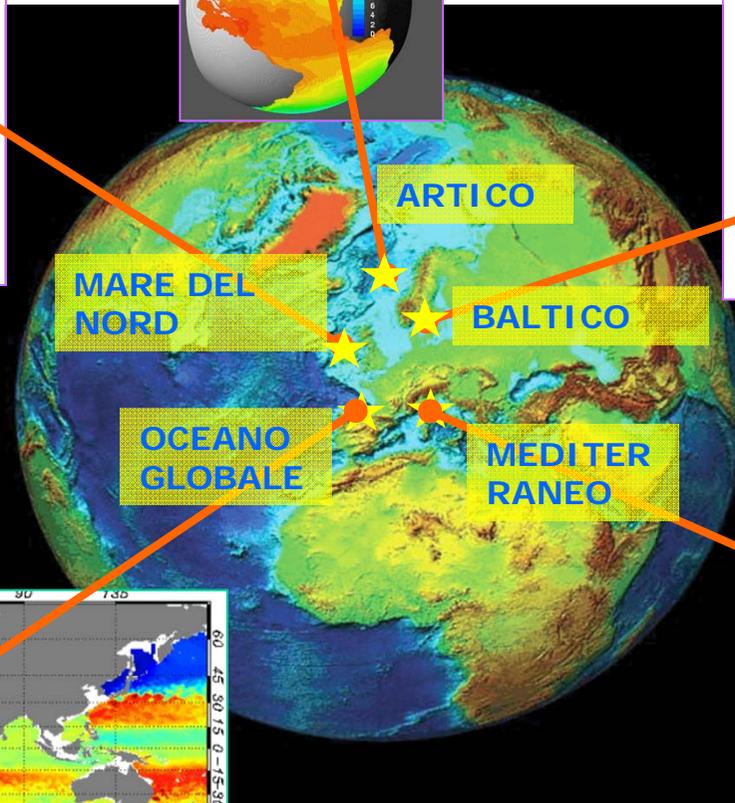
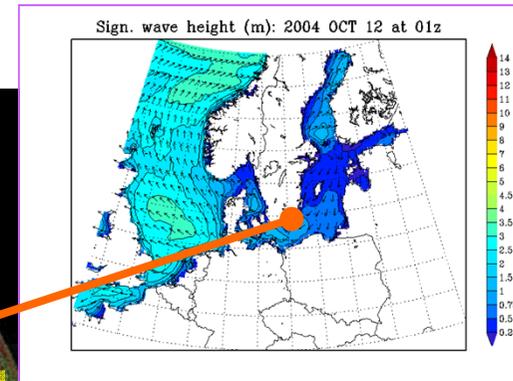
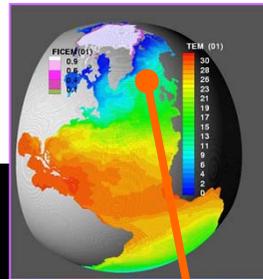
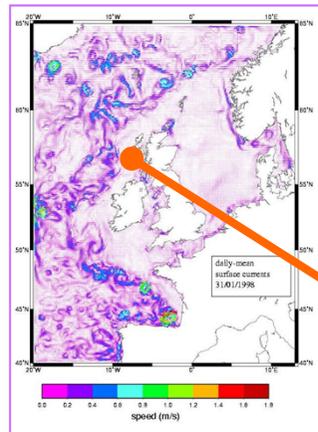
Modelli numerici idrodinamici per la previsione, accoppiati con la previsione meteorologica

Tecniche di assimilazione dati per la creazione di condizioni iniziali realistiche

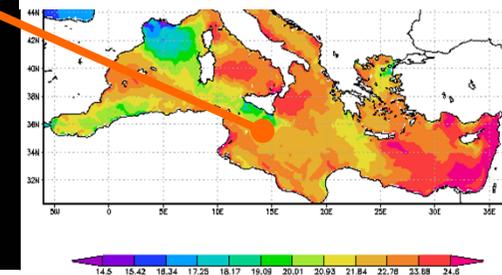
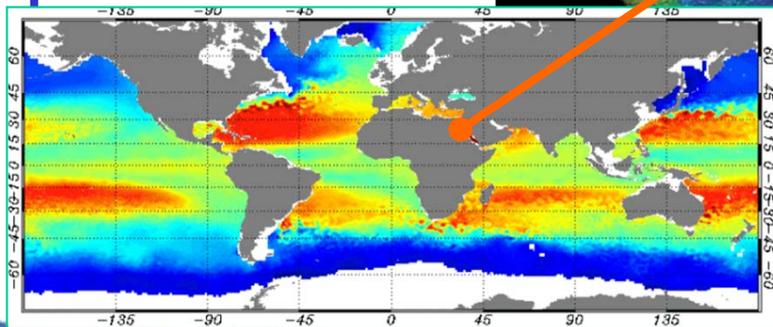
Produzione continua e in tempo reale di campi ambientali marini



# L'Europa: dall'oceano globale ai mari regionali una previsione del 'tempo del mare'



**In Italia abbiamo  
La responsabilita'  
del Mediterraneo**

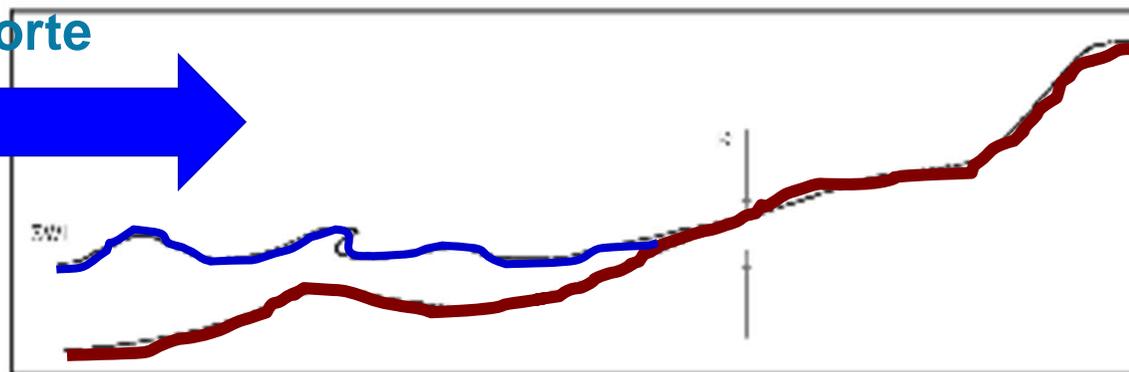




## Il sistema prevede anche i moti verticali del livello del mare (Storm surges)

- Diversi sono i sistemi di previsione del moto verticale del livello del mare nel mondo ma tutti hanno le stesse componenti:
- 1) un sistema osservativo del livello del mare e delle onde
- 2) un sistema modellistico per la previsione
- 3) un servizio di gestione dell'informazione

Vento forte





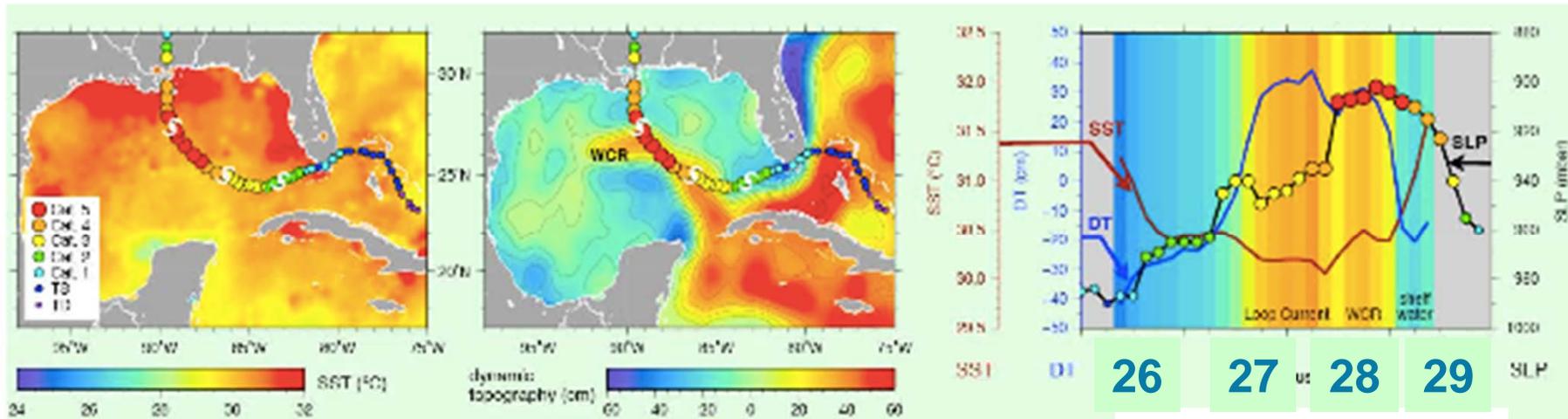
# Il caso dell'uragano Katrina sulle coste della Luisiana



Temperatura dell'acqua

Traccia dell'uragano

Il livello del mare



Hurricane Katrina — August 2005 — Intensification (Schari)

Giorni in agosto



Vediamo il movie!





## Come si muove verticalmente la superficie del mare?

- Quattro sono i processi che possono cambiare l'altezza del livello del mare:
  - 1) le onde
  - 2) le maree
  - 3) il vento sulle scale delle centinaia di km
  - 4) la densita' alta o bassa dell'acqua di mare dovuta alla temperatura e salinita'
- I modelli di previsione sono disponibili...
- Sito INGV e ISMAR