

Misurare il mare

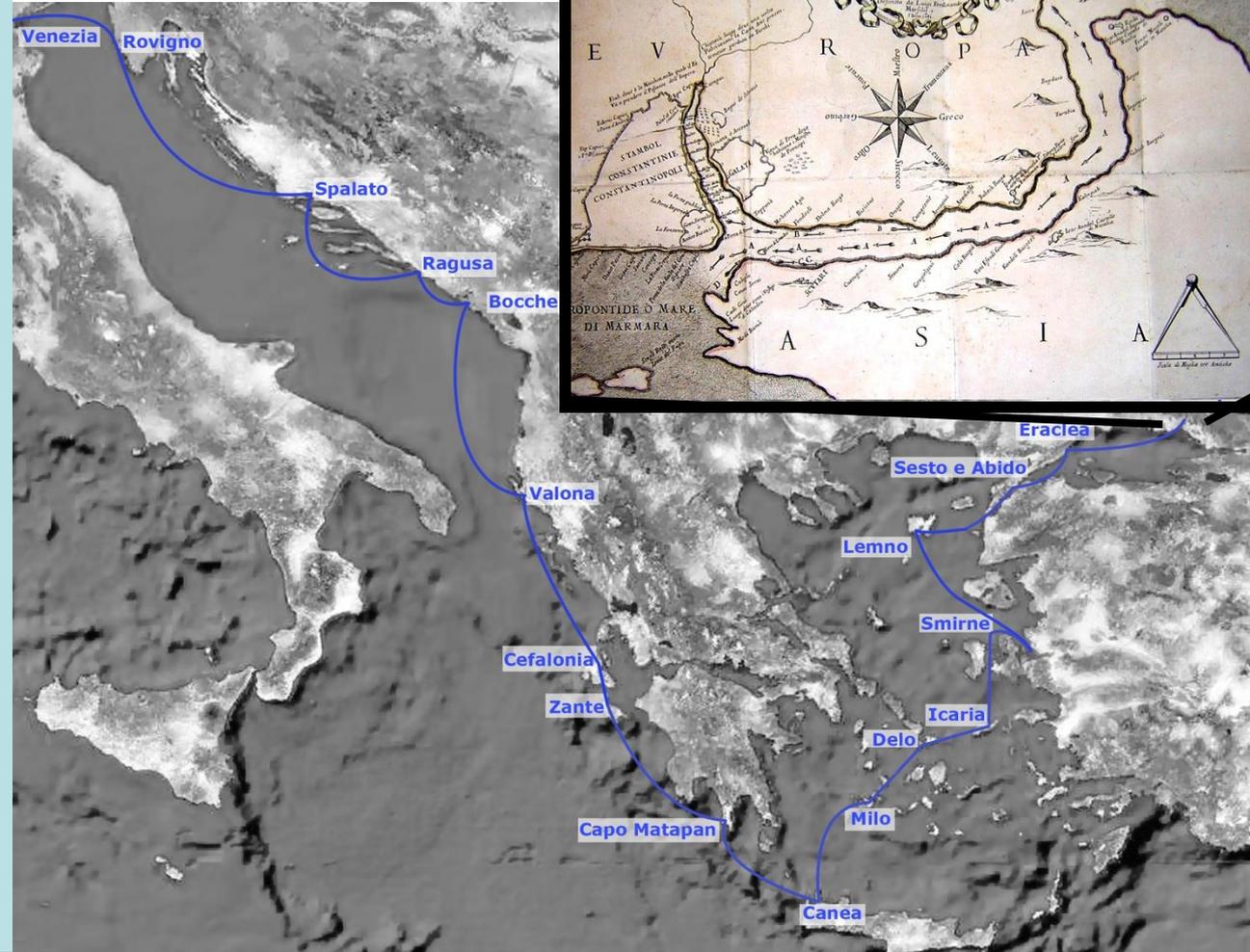


*Conte Ferd. Marsili*

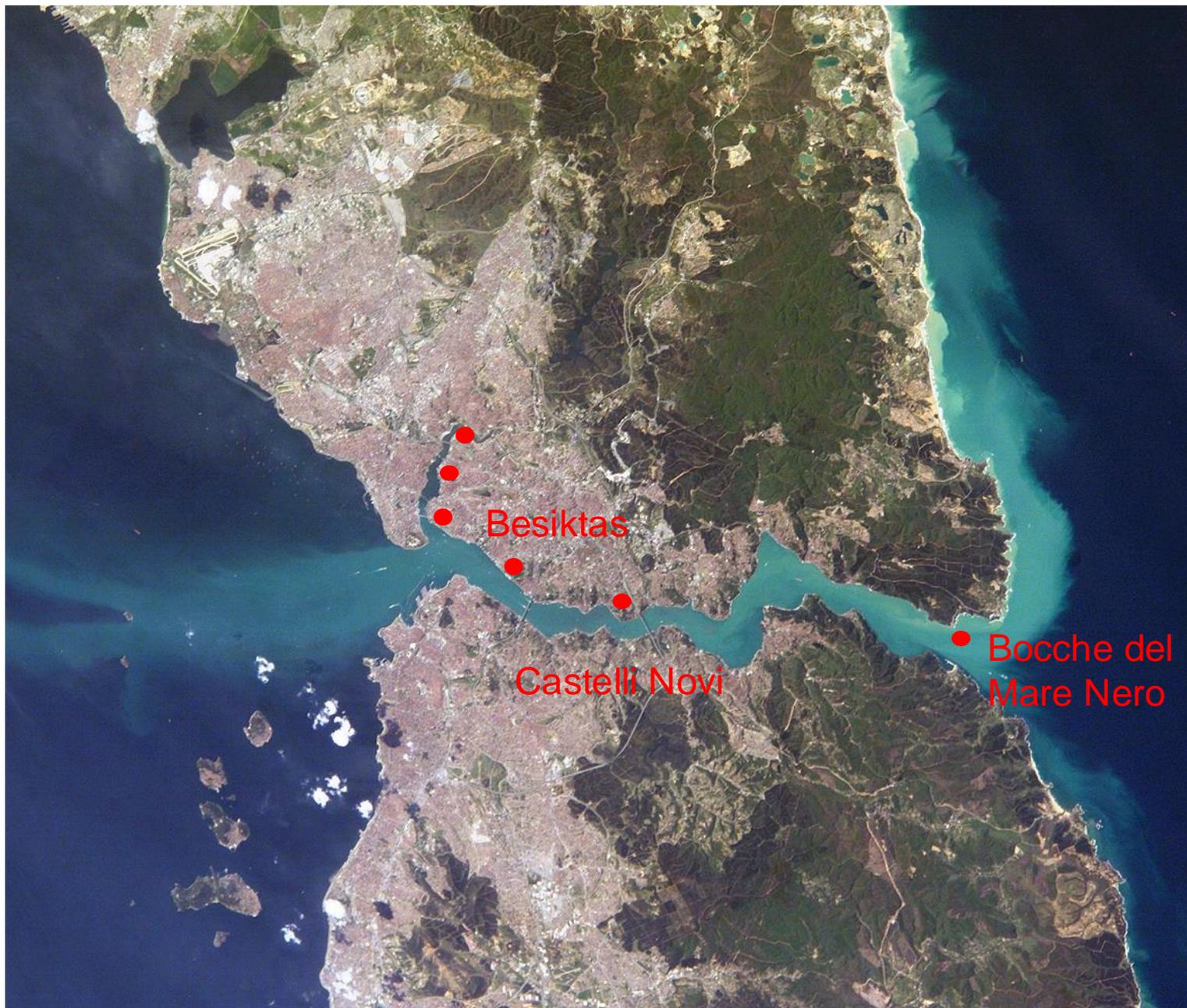
La prima campagna oceanografica moderna fu fatta da un bolognese, il Conte L. Ferdinando Marsili (1658-1730)

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 in  
un viaggio da  
Venezia a  
Costantinopoli



# La stazioni di misura del Marsili 1679-1680

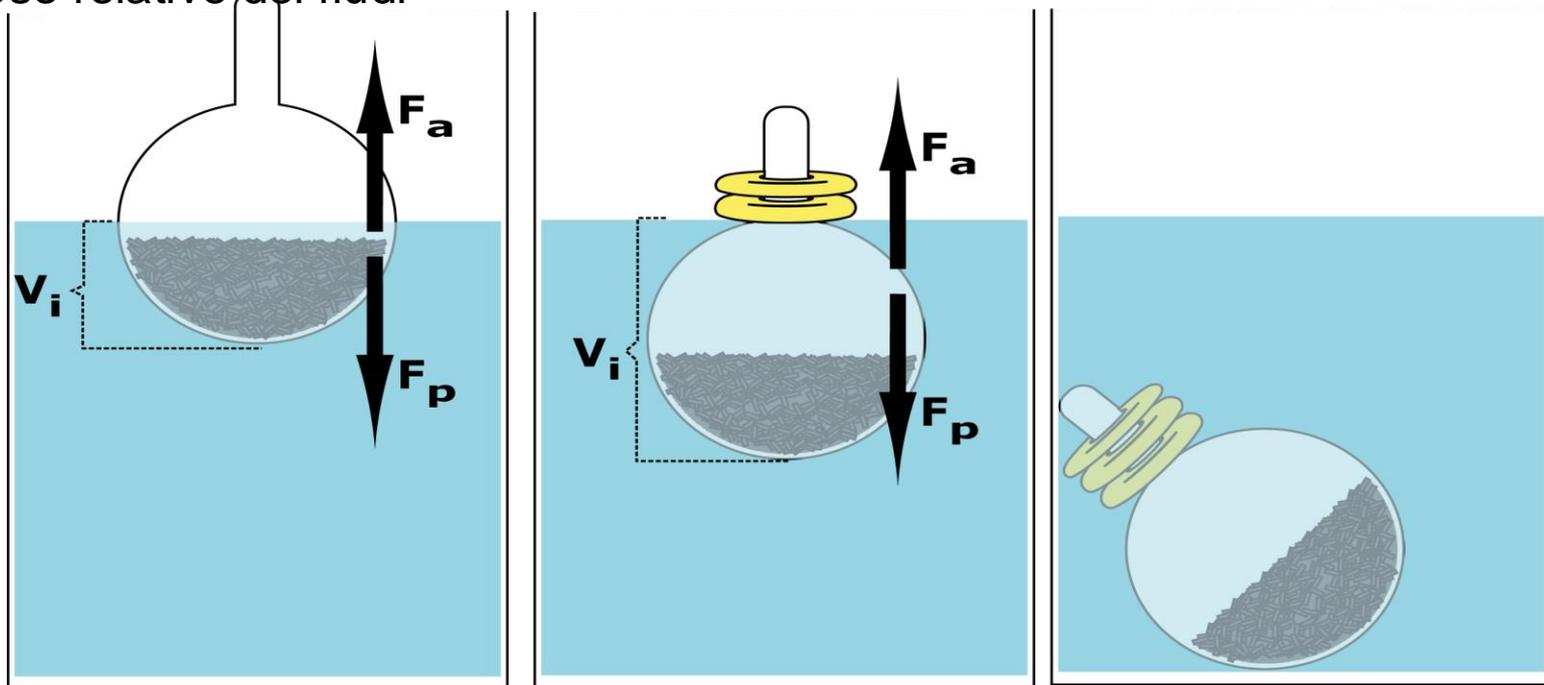


# Gli strumenti di misura e la misura

Ampolle idrostatiche di Montanari (1633-1687)



Il numero degli anelli fa stare in equilibrio l'ampolla e quindi misura il peso relativo dei fluidi



# Le misure 1679-1680

72

## TAVOLA

De' varij pesi dell' acque Marine, dalla metà dell' Arcipelago fino al Mar Negro, e di alcuni altri siti dell' Adriatico.

Luoco	Mese	Peso
Alle Foggie in faccia alle Bocche di Smirne	8. Sett.	Grani 85 $\frac{1}{2}$
Limno distante da' Dardanelli m. 80.	19. Sett.	Gr. 81. $\frac{1}{2}$
Sesto, & Abido dentro le Bocche.	18. Ott.	Gr. 71. $\frac{1}{2}$
Eraclea nel golfo di Marmara, doue per l'appunto offeruai il fonte di Bitume.	23. Ott.	Gr. 69.
Toppanà nel Canale di Costantinopoli, doue diedero fondo le Navi.	22. Febr.	Gr. 64. $\frac{1}{2}$
Castelli noui nel medesimo Canale.	2. Apr.	Gr. 64. $\frac{1}{2}$
Terzanà ò Arsenali, per doue viene la Corrente delle Acque dolci.	10. Apr.	Gr. 46. $\frac{3}{4}$
Caragaz luoco dou' è un Serraglio del Cauallerizzo del Rè nell' acque dolci.	10. Apr.	Gr. 58. $\frac{1}{4}$
Nel predetto luogo in tempo di Pioggia		Gr. 54. $\frac{1}{10}$
Fra li due Fanali, che sono	4. Ago.	Gr. 56. $\frac{1}{4}$
		alla

73

Luoco.	Mese	Peso
alla bocca del Mar Nero.		
A Spalatro in Dalmazia.	2. Ottob.	Gr. 91. $\frac{1}{4}$
Scoglietto Pelegrino in faccia à Parenzo in Istria.	16. Ottob.	Gr. 86.
Al lido di Venezia.		Gr. 75. $\frac{1}{2}$
<i>I duoi suffeguenti pesi mostrano la differenza, che è fra l'acqua superficiale, e profonda.</i>		
A Bifectas dou' è il nouo Serraglio del Rè, l'acqua superficiale.	28. Giug.	Gr. 61. $\frac{1}{4}$
Nel medesimo luogo, l'acqua profonda.	28. Giug.	Gr. 71. $\frac{1}{4}$

Con la detta Ampolla ermeticamente figgillata, con piombo d'etro, di 1776. grani di peso della Zecca Veneta, conobbi l'ordinata diminuzione de' pesi, (e li porto nella Tavola sèza il peso proprio dell' Ampolla) secondo che si accosta al Mar Maggiore; e la differenza dell' acque dal-

K le



# Il metodo di misura della densita'

**Per ottenere una misura della densita' o peso specifico bisogna misurare il peso dell'ampolla con e senza anelli e fare la stessa misura con un'acqua di riferimento cosi' da usare una proporzione**

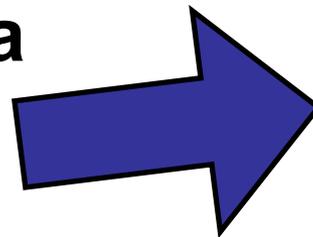
$$m = \rho V$$

Il volume e' quello del campione di acqua marina

$$m = m_a + m_{(rg)}$$

$$m_R = m_a + m_{R(rg)}$$

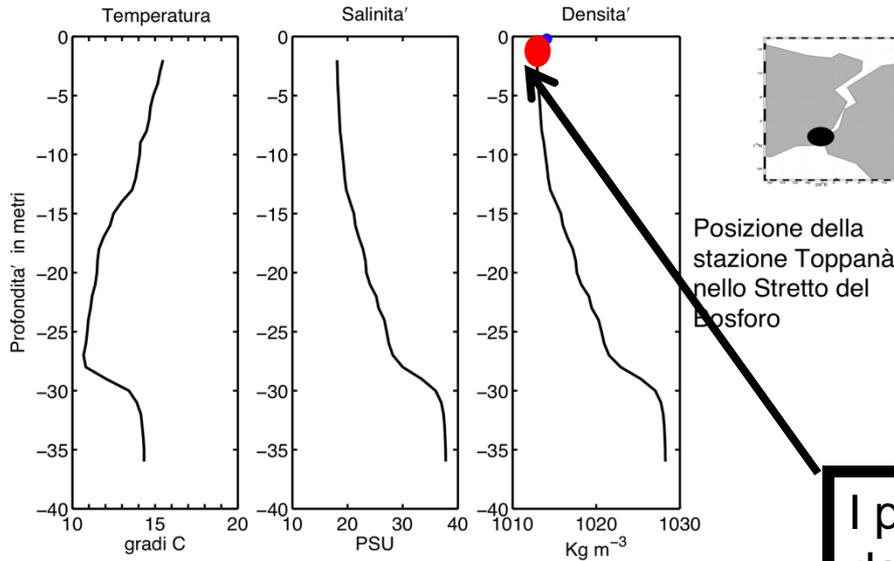
$$m/m_R = \rho/\rho_R$$





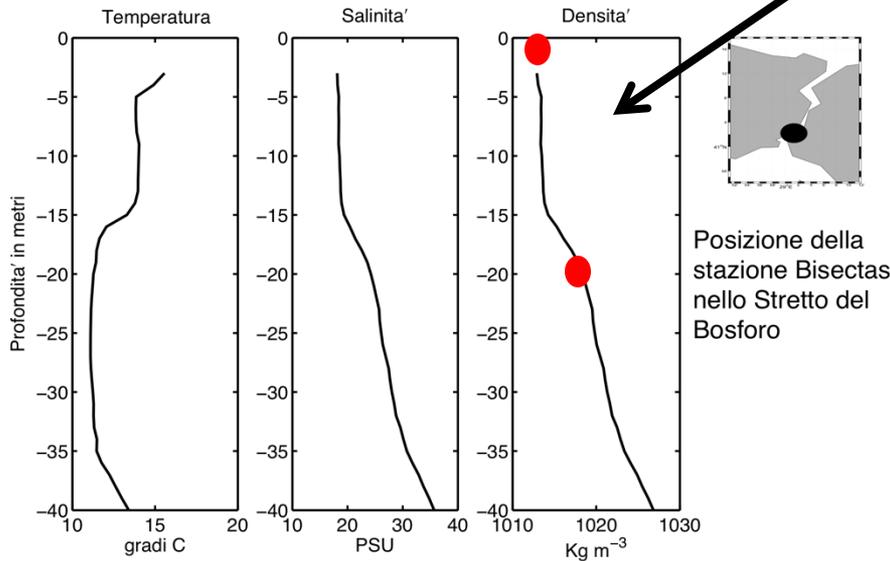
# Le misure del Marsili e quelle odierne

Toppanà

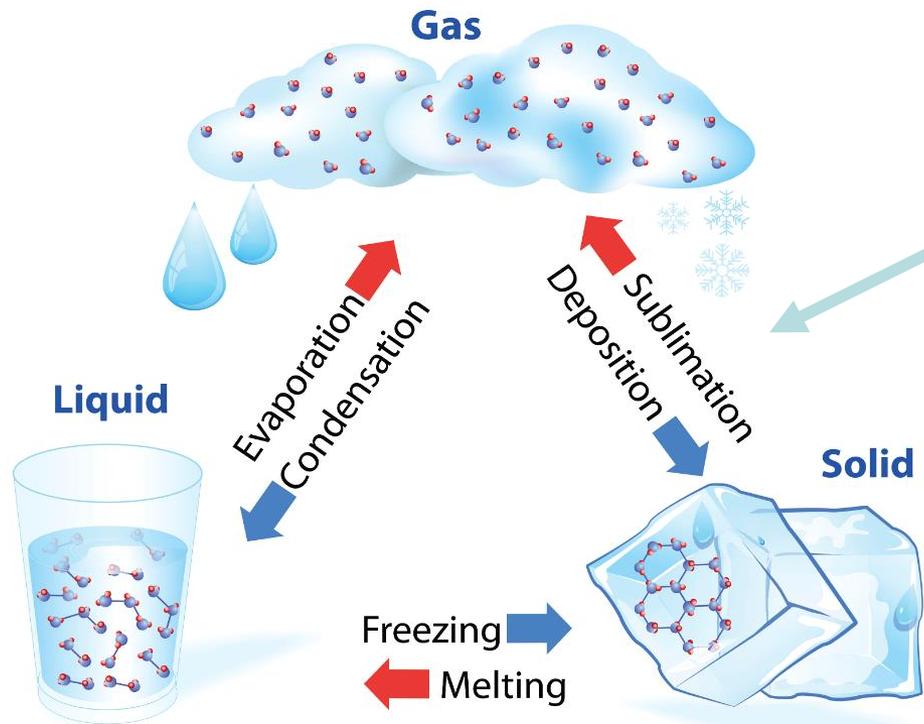


I puntini rossi sono i valori del Marsili, i profili quelli di oggi

Bisectas



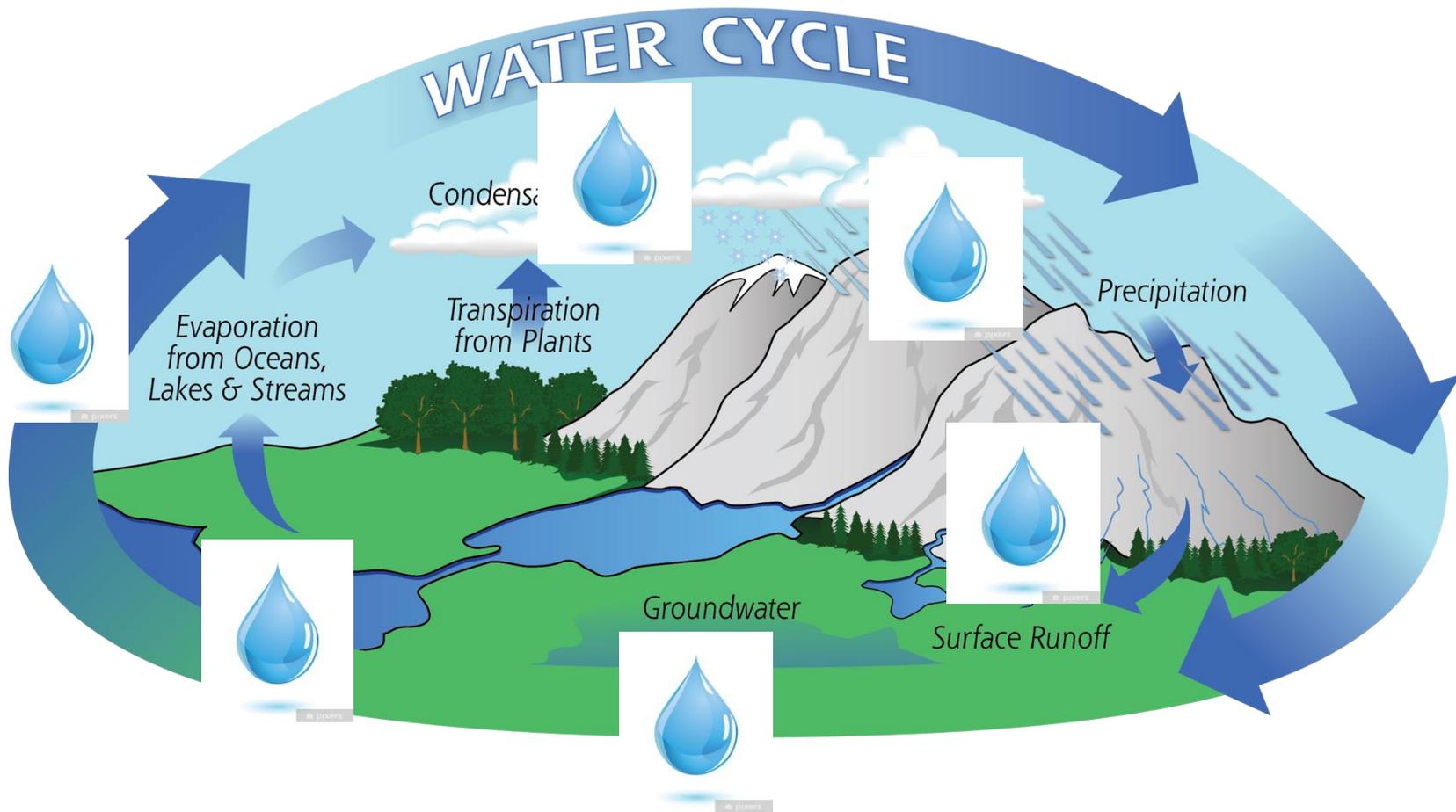
# L'acqua nel sistema terra si presenta in tutte le sue tre forme



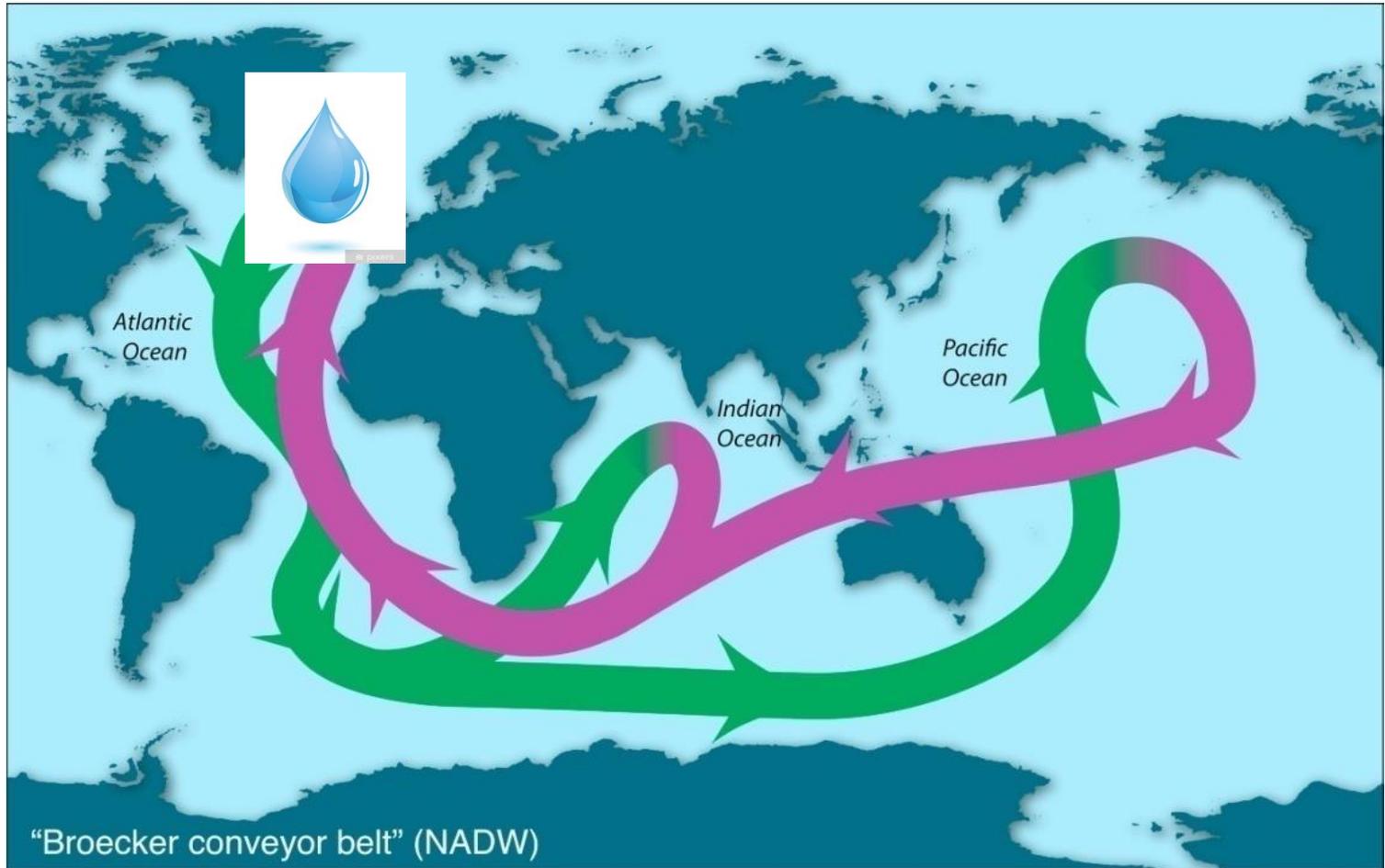
“Processi” di scambio di energia



# Il ciclo dell'acqua nel sistema terra, ovvero la storia di una goccia d'acqua



Nell'oceano l'acqua si sposta lentamente...



**Partendo dal Nord Atlantico la goccia va in profondità' grazie alla sua densita' alta**



Nell'oceano l'acqua si sposta lentamente...





# Qui facciamo gli esperimenti sulla densita'

- Vediamo come la densita' dell'acqua cambia con la salinita' e la temperatura





# Come si misura la densita' dei mari oggi?

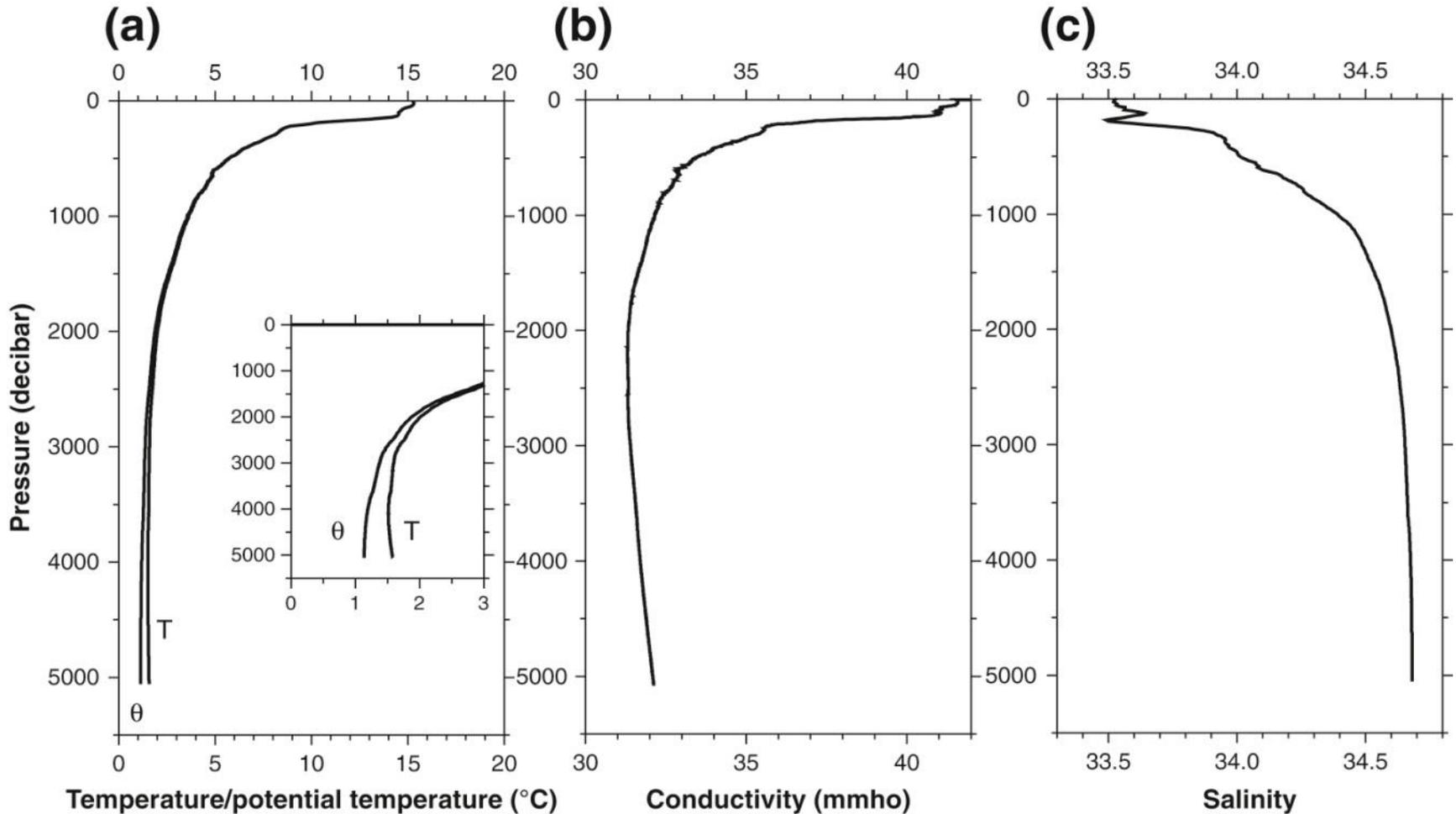
- La misura “fisica” del Marsili (una misura di peso) e' stata sostituita da una misura chimica della salinita' e una misura fisica della temperatura
- Negli anni ~60 anche la misura di salinita' e' diventata fisica
- Poi la temperatura e salinita' vengono usate per calcolare la densita'



# La misura della salinità

- Da un campione d'acqua di mare, veniva fatta evaporare l'acqua e i sali rimasti venivano pesati.
- Un metodo difficile da riprodurre, con grandi errori. Quindi e' stato proposto un metodo chimico che misurava solo lo ione cloro e poi con una relazione empirica lo faceva diventare la massa di tutti i componenti disciolti
- Ora la salinita' si misura con la conducibilita', una misura cosiddetta "fisica". Dalla conducibilita' si deduce la salinita' con una formula empirica

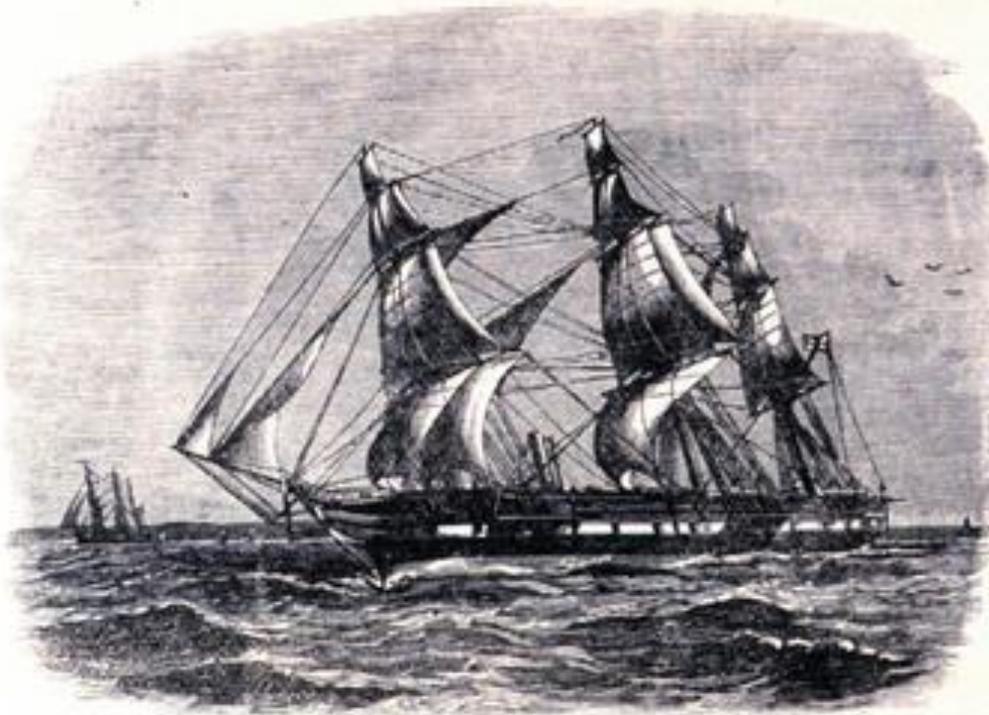
# Profili presi in mare



(a) Potential temperature ( $\theta$ ) and temperature ( $T$ ) ( $^{\circ}$  C), (b) conductivity (mmho), and (c) salinity in the northeastern North Pacific ( $36^{\circ}$  30' N,  $135^{\circ}$  W).

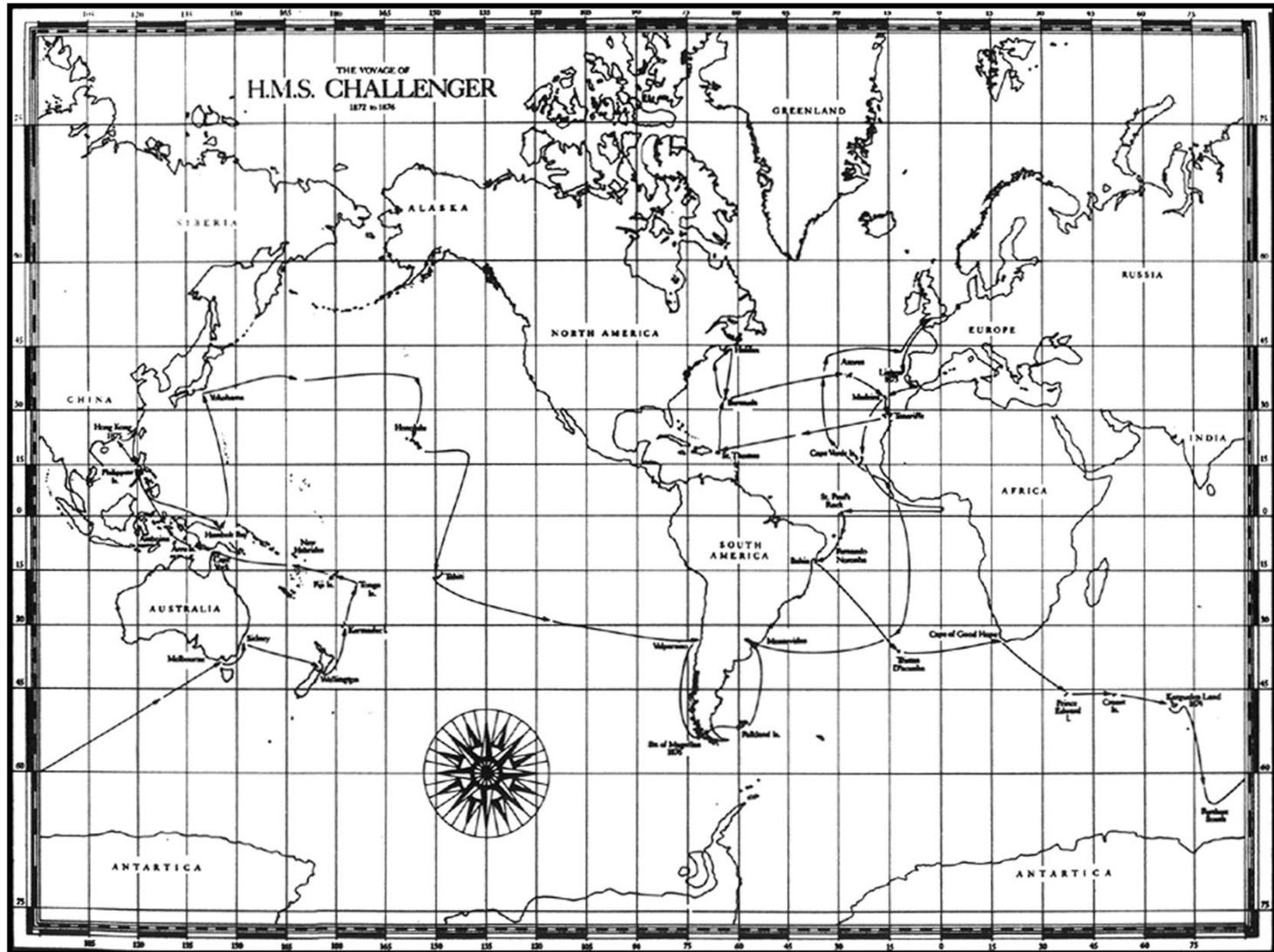
L'esplorazione del mare è continuata nel 700 e 800 con navi che attraversavano in lungo e largo gli oceani

- La più famosa e importante è: la spedizione Challenger 1872-1876



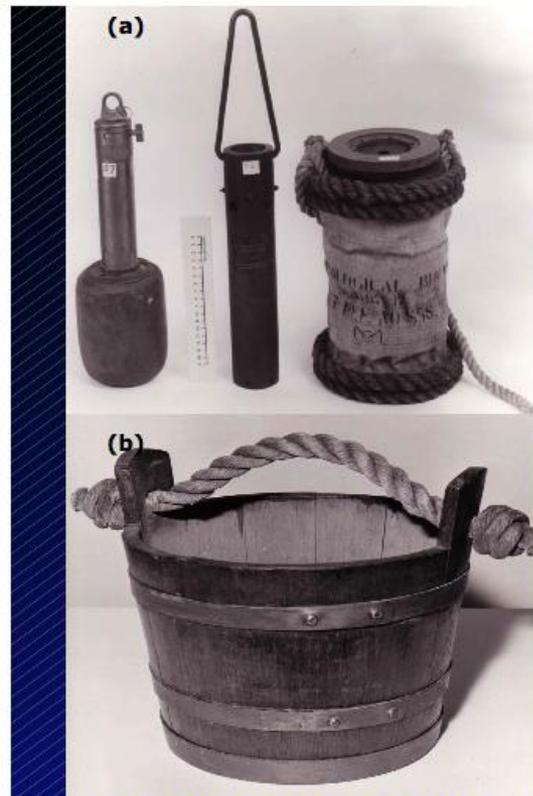
H.M.S. CHALLENGER UNDER SAIL, 1874.

# La spedizione Challenger



# La misura della temperatura ad esempio

- E' stata fatta fino agli anni 50 con il 'bucket' e il termometro dalle navi



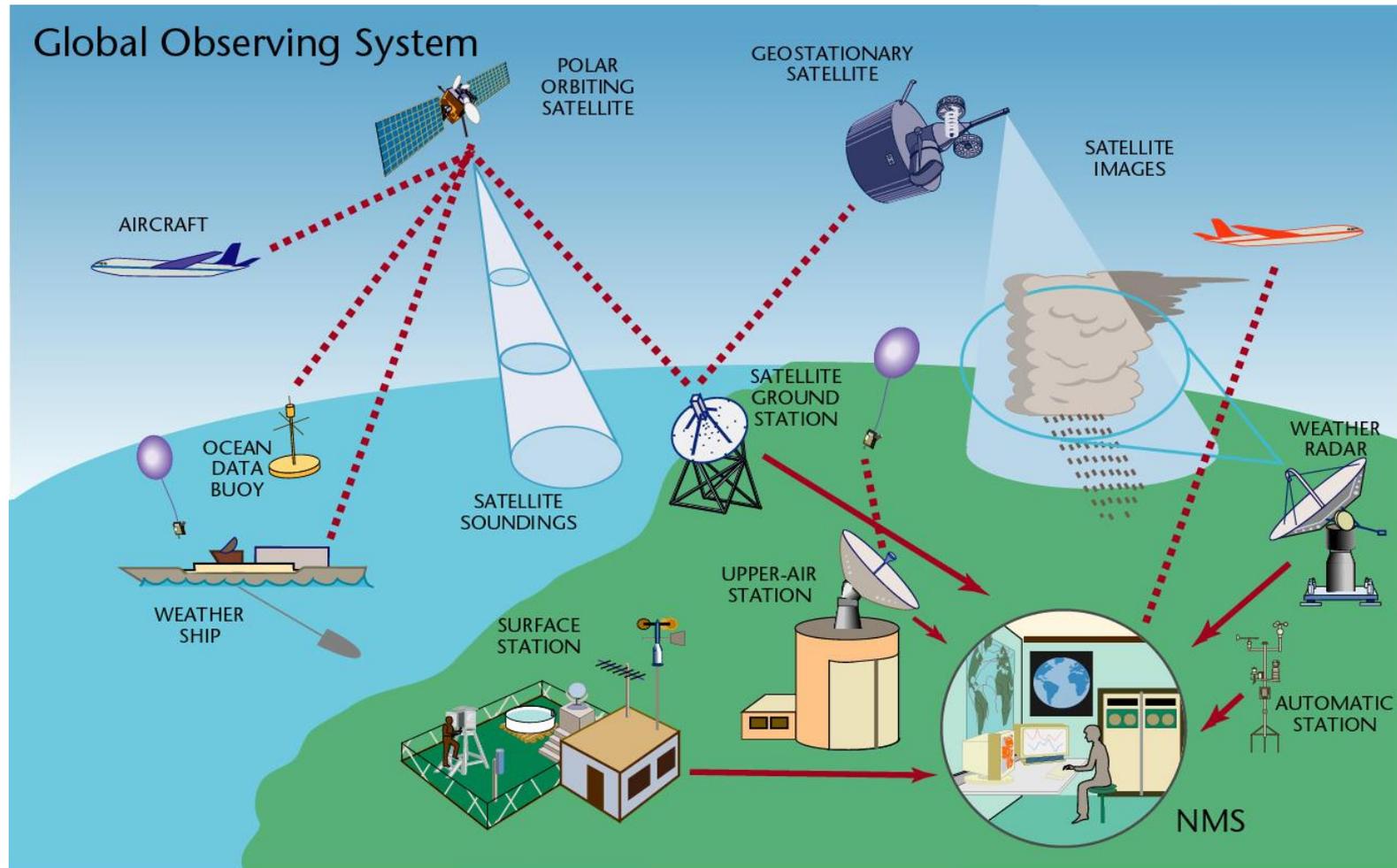
**(a) German metal & leather bucket, UK Met Office, black insulated bucket & UK Met Office Mk II canvas sea temperature bucket**

**(b) ship's wooden bucket, 1891 (courtesy of Scottish Maritime Museum).**

# Il sistema osservativo della terra

- **La World Meteorological Organization (WMO) e Unesco-IOC (GOOS) coordinano l'implementazione internazionale dei sistemi di monitoraggio**
- **Dati in situ**
  - Atmosfera: stazioni a terra che lanciano radiosonde, misurano temperatura, umidità, nubi, precipitazione, vento vicino a terra, radar a terra per profili di vento e precipitazione, misure da aeroplano (AMDAR), etc.
  - Oceani: sonde a perdere (XBT) da nave, boe derivanti ARGO, boe fisse, etc. per la misura di correnti, livello del mare, onde, temperatura, salinità
  - Ecosistema terrestre: vegetazione, tipo di uso del suolo, flussi di carbonio, ecc
  - Ecosistema marino: luce subacquea, nutrienti disciolti, clorofilla, specie fitoplanctoniche, zooplancton, ecc
- **Dati da satellite**
  - Satelliti **geostazionari e polari** che ospitano sensori che misurano la radiazione emessa dalle varie componenti chimiche e fisiche dell'atmosfera e della superficie terrestre e marina (radiometri), vari tipi di radar (altimetro, SAR, etc.)

# Global Observing System (World Meteorological Organization)

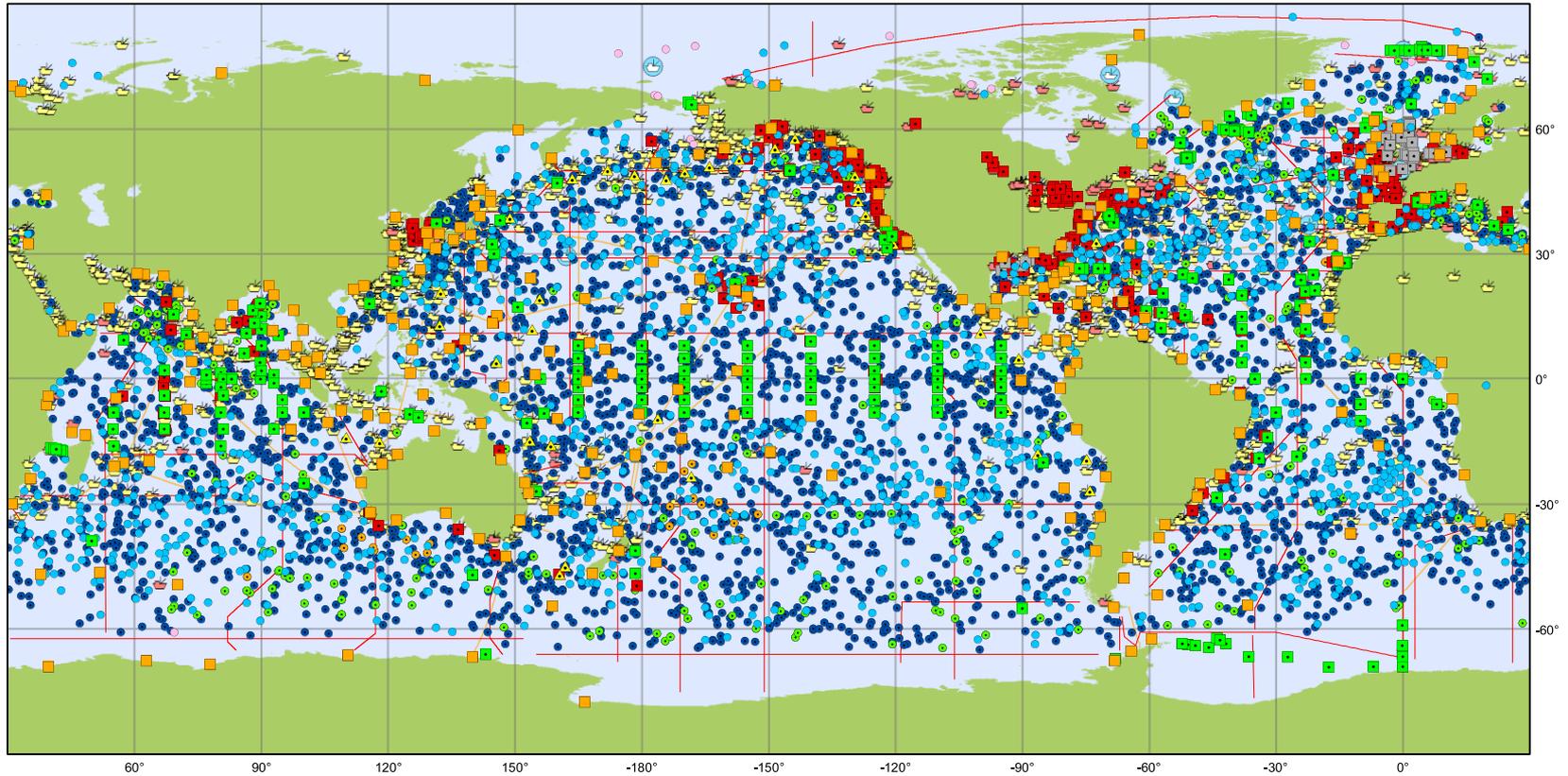


<https://public.wmo.int/en/programmes/global-observing-system>

# I dati osservativi dell'oceano oggi

- **Dati in situ**
  - XBT, ARGO, stazioni lungo la costa e boe fisse, drifters, etc. per la misura di correnti, livello del mare, onde, temperatura, salinità
- **Dati da satellite (geostazionari e polari)**
  - Altimetro, vari tipi di radar, radiometri a varie frequenze, sia del visibile che l'infrarosso
  - Ecosistema marino: radiometro nel visibile

# Global Ocean Observing System



Main in situ Elements of the Global Ocean Observing System

August 2017

## Profiling Floats (Argo)

- Core (3765)
- Deep (35)
- BioGeoChemical (275)

## Data Buoys (DBCIP)

- Surface Drifters (1399)
- Offshore Platforms (103)
- Ice Buoys (17)
- Moored Buoys (397)
- ▲ Tsunameters (37)

## Timeseries (OceanSITES)

- Interdisciplinary Moorings (332)
- Research Vessel Lines (61)
- Tide Gauges (252)

## Repeated Hydrography (GO-SHIP)

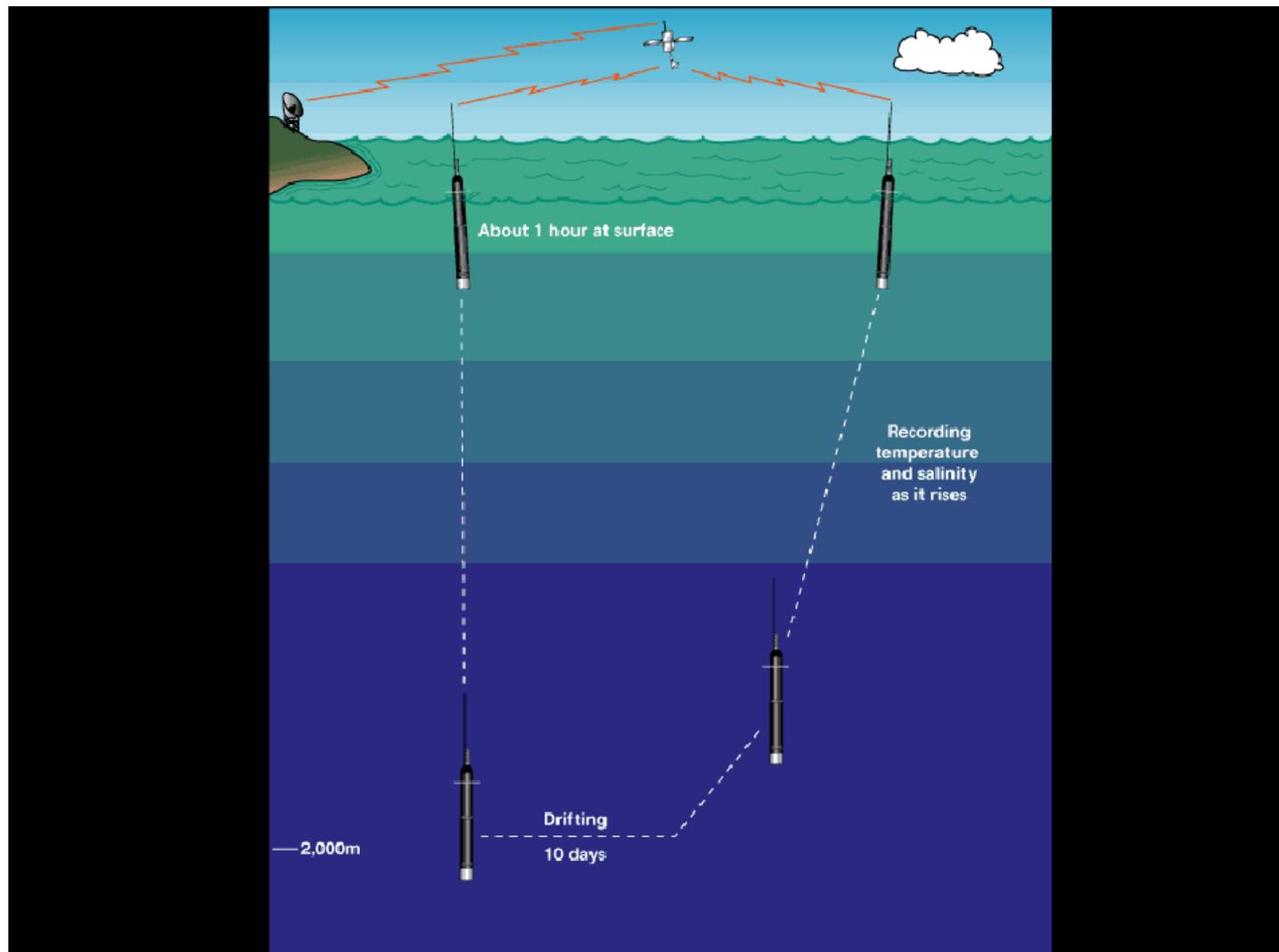
## Sea Level (GLOSS)

## Ship based Measurements (SOT)

- Automated Weather Stations (246)
- Manned Weather Stations (1620)
- Radiosondes (19)
- eXpendable BathyThermographs (37)

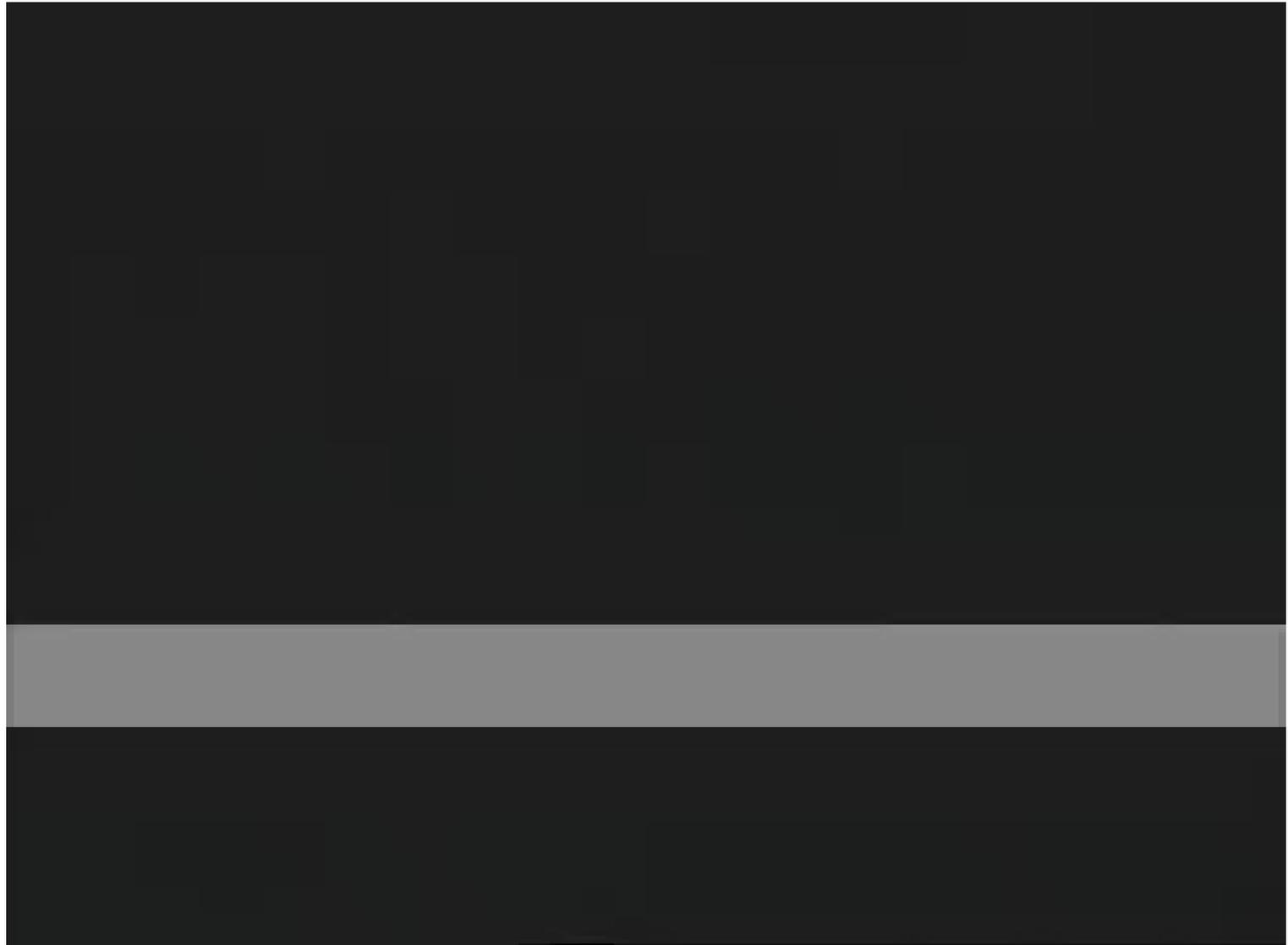


# Il sistema di monitoraggio delle boe derivanti sottosuperficiali ARGO (<https://argo.ucsd.edu/>)



C'e' il movie sul sito del materiale didattico

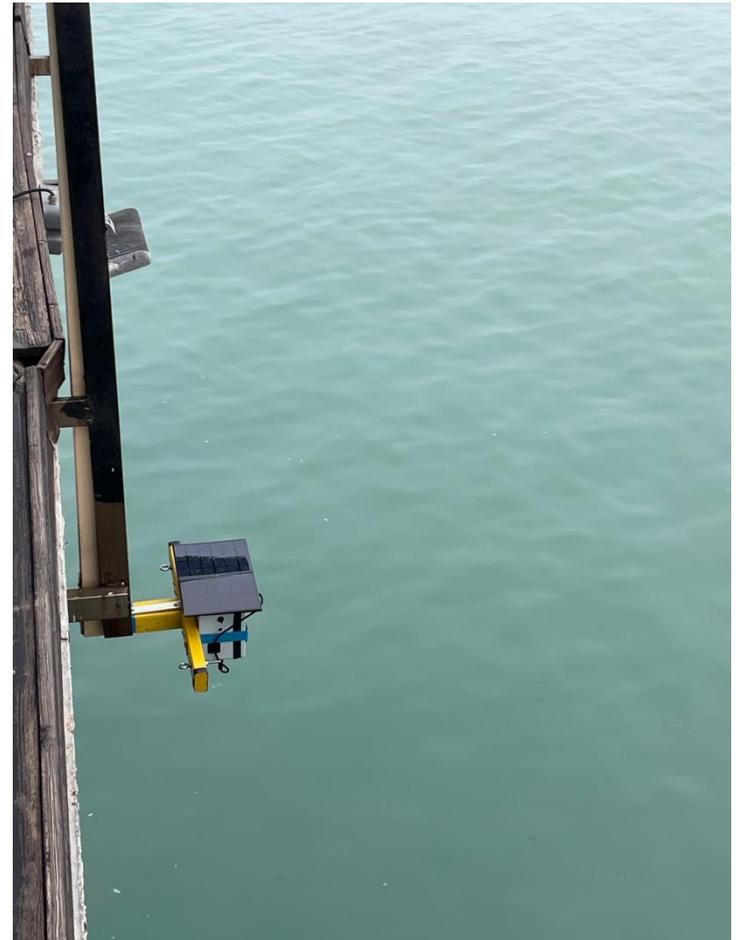
# La storia di una boa ARGO



# Le stazioni mareografiche per il livello del mare



Ora avete anche una stazione a Rimini!

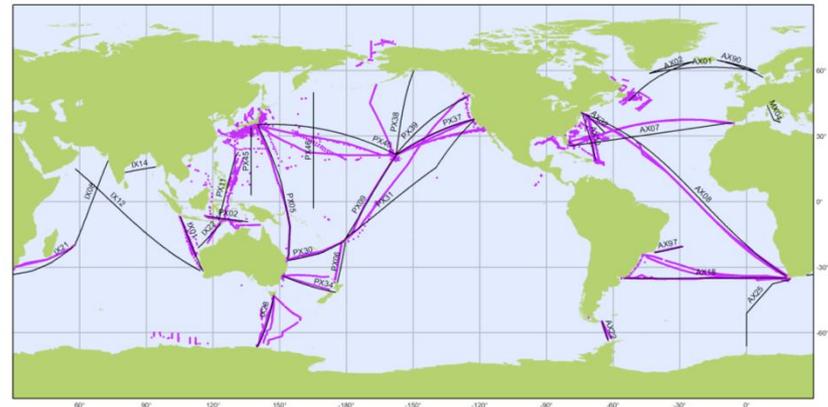


# Il programma XBT delle navi commerciali



- L' XBT è stato utilizzato dagli oceanografi per molti anni per ottenere profili di temperatura fino a profondità di 1500 metri.

Figure 1: SOOP XBT Reference Lines in 2018.



Obs. Observation Time

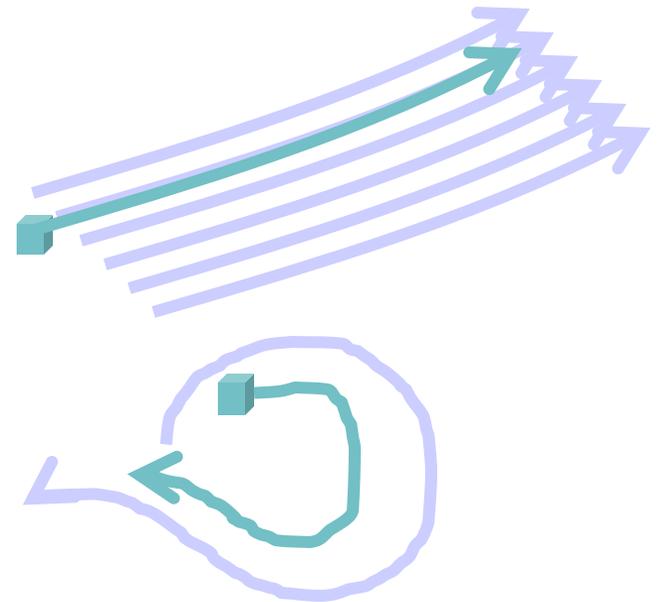
SOOP XBT Reference Lines

2018

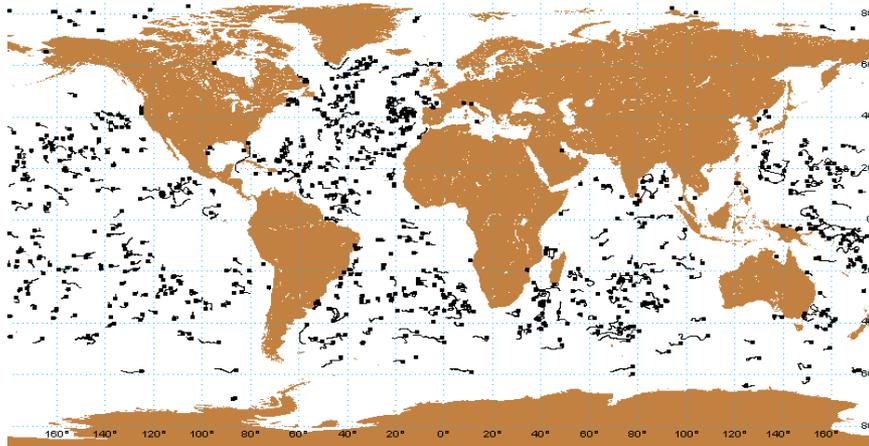
# Per misurare le correnti si usano le boe derivanti o drifters



il drifter verde e' trasportato dalle correnti, se si misura la posizione e il tempo si ottiene la velocita'



Drifting Buoys/Bouées dérivantes

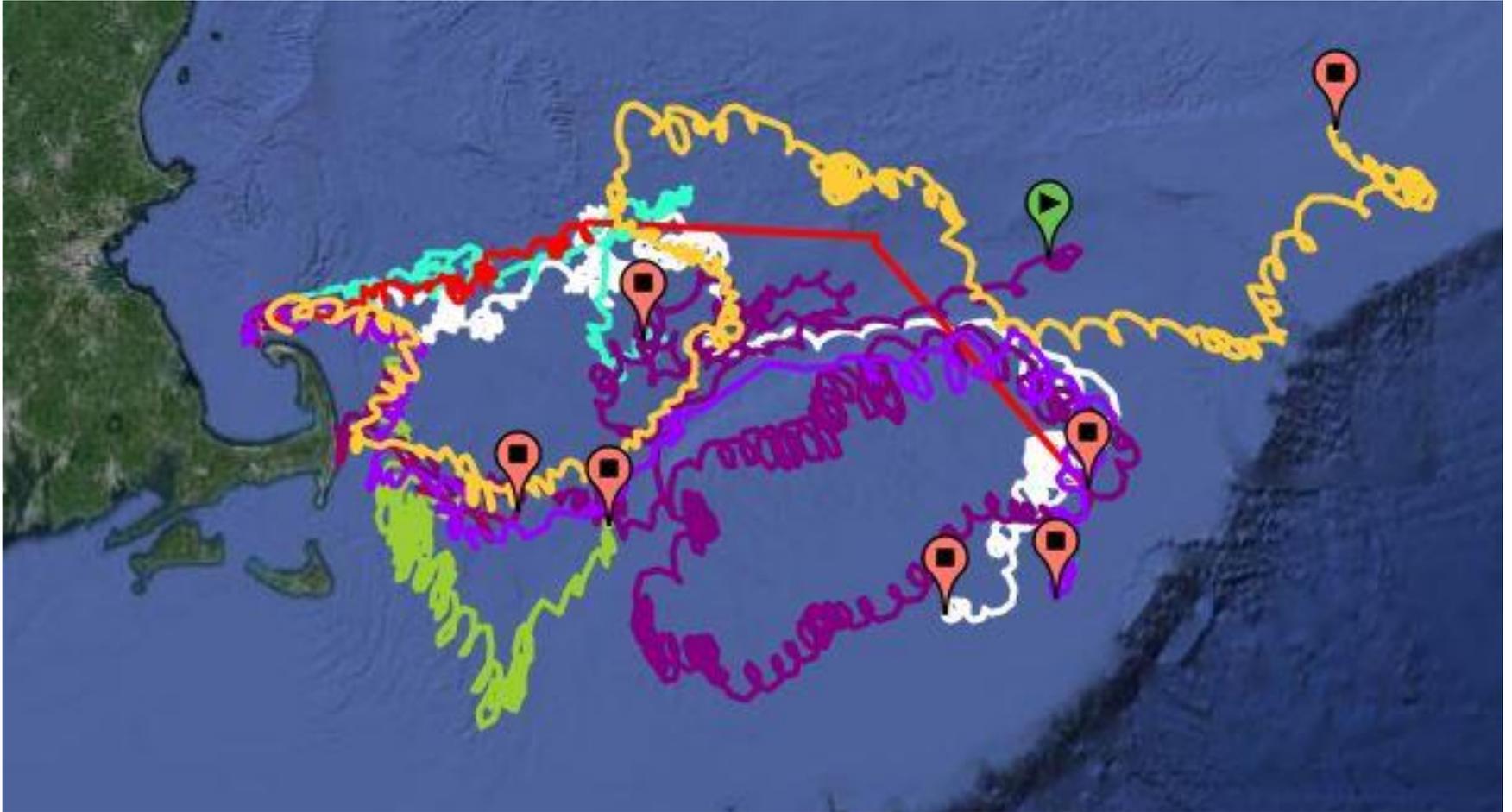


Legende / Légende

■ 200104-200104 (122076)

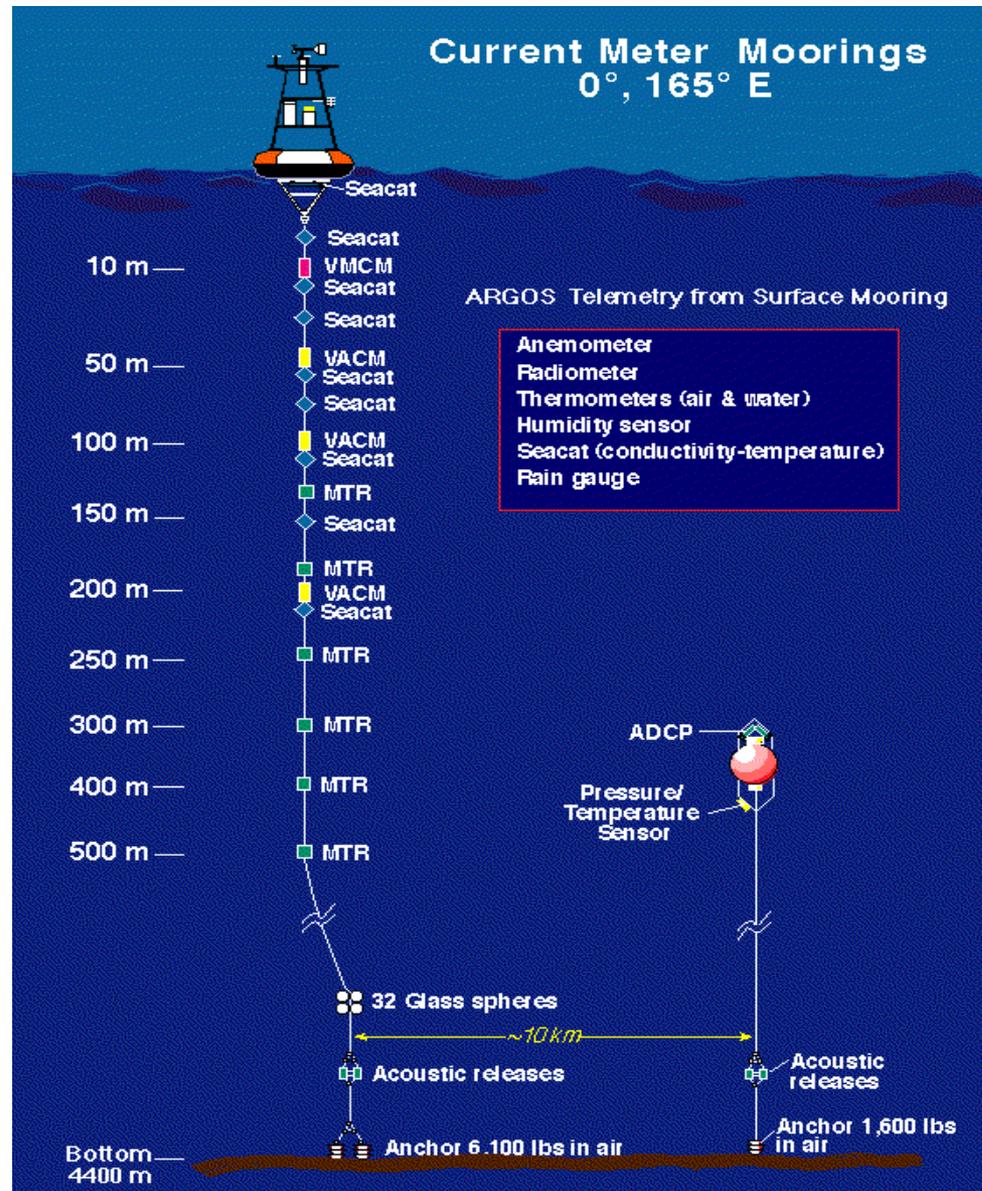
MEIS / SIMM 17/05/2001

# Una boa in mare...

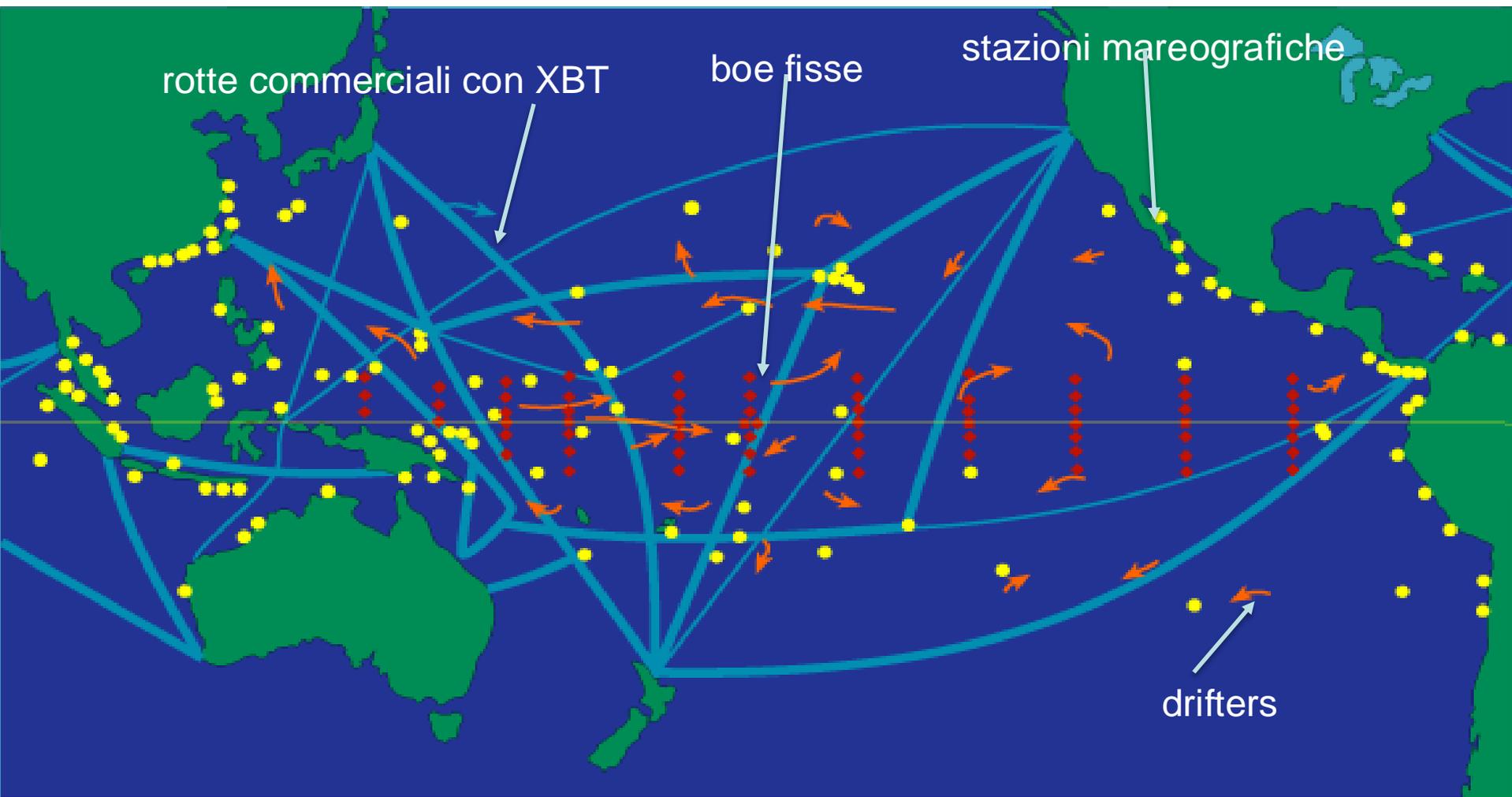


<https://www.youtube.com/watch?v=OetJSqfy3IE>

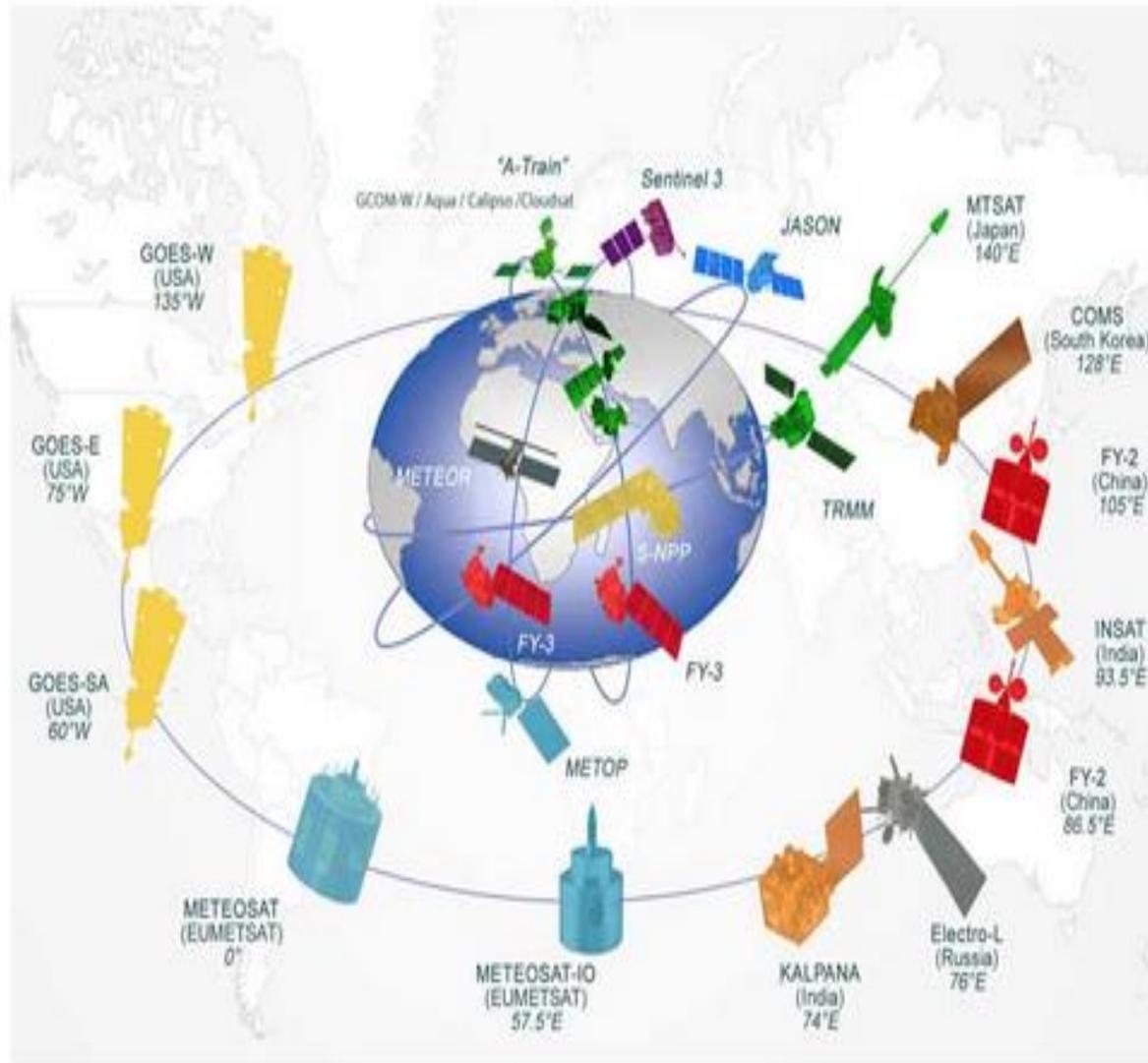
# Le boe fisse di mare aperto: l'esempio delle boe TAO nel Pacifico



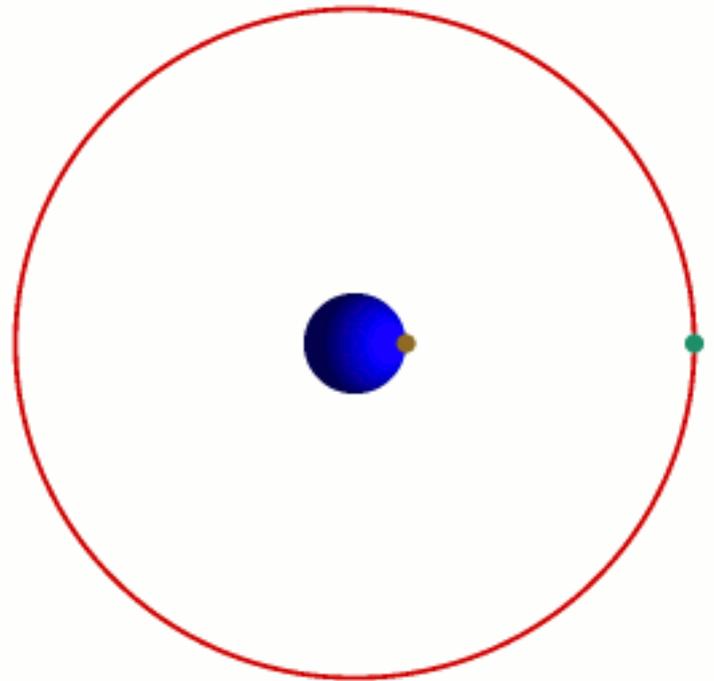
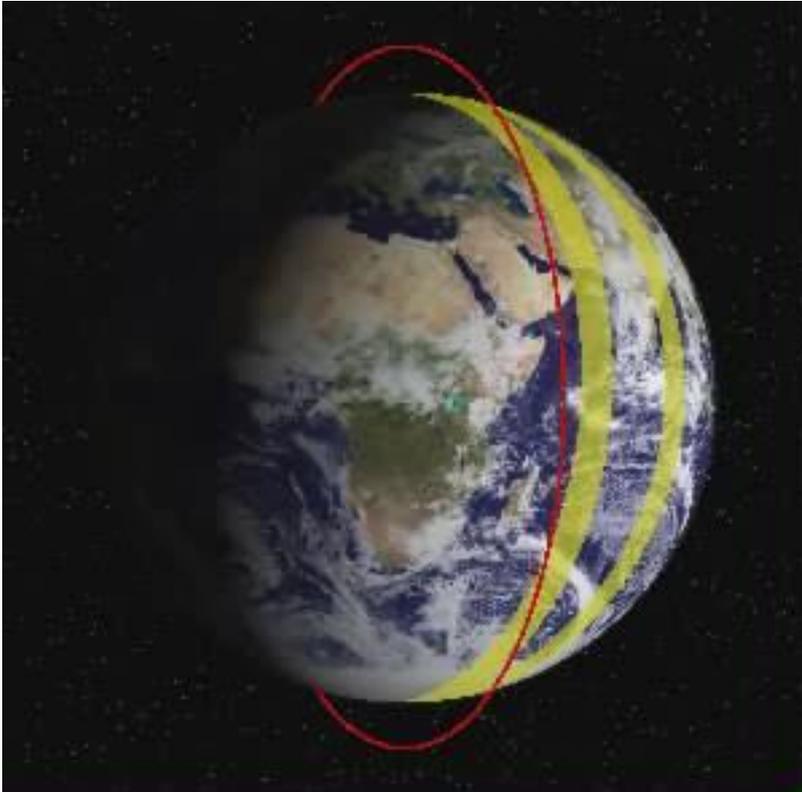
# Il sistema osservativo del pacifico



# Il sistema osservativo ambientale da satellite



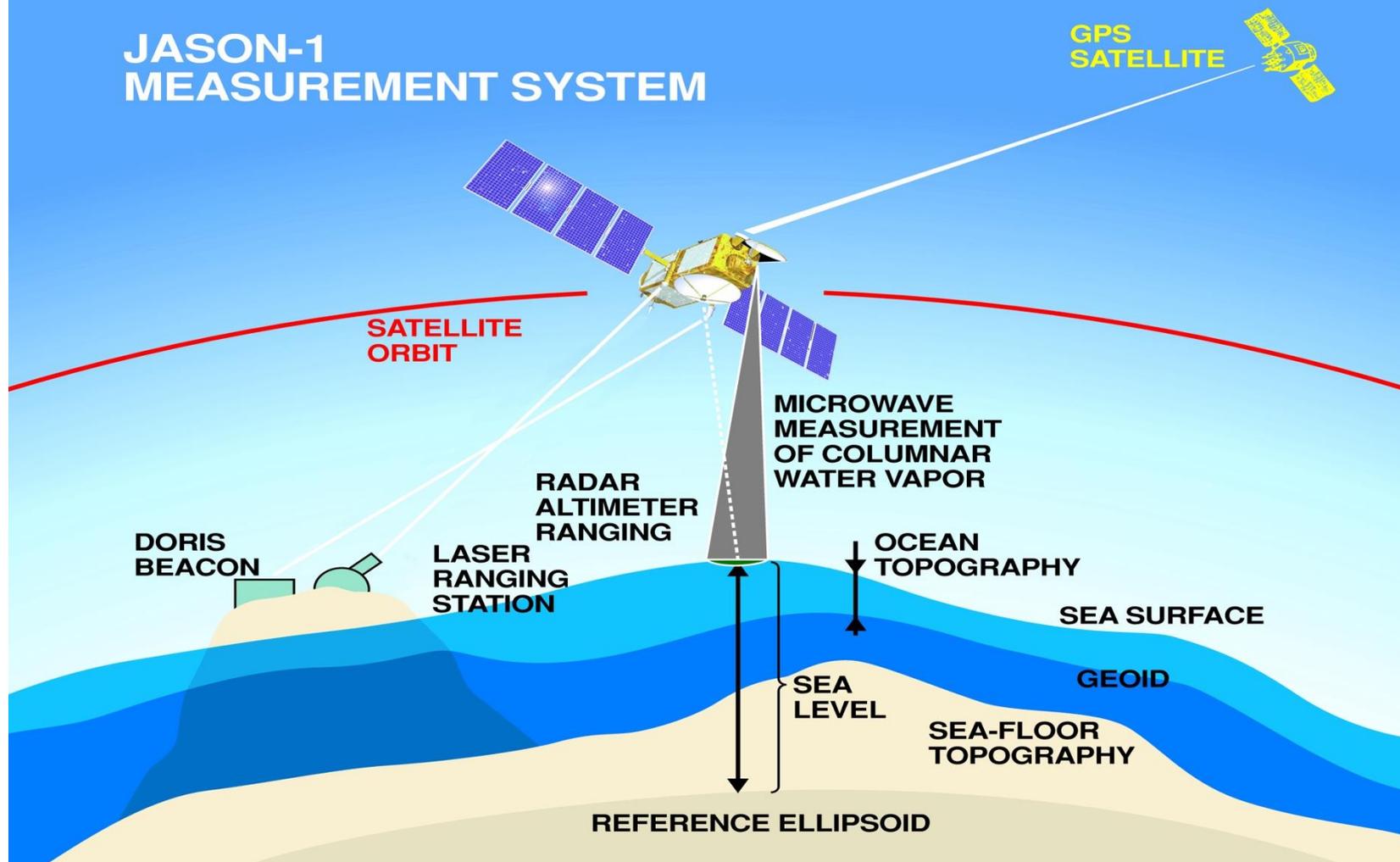
# Satelliti polari e geostazionari



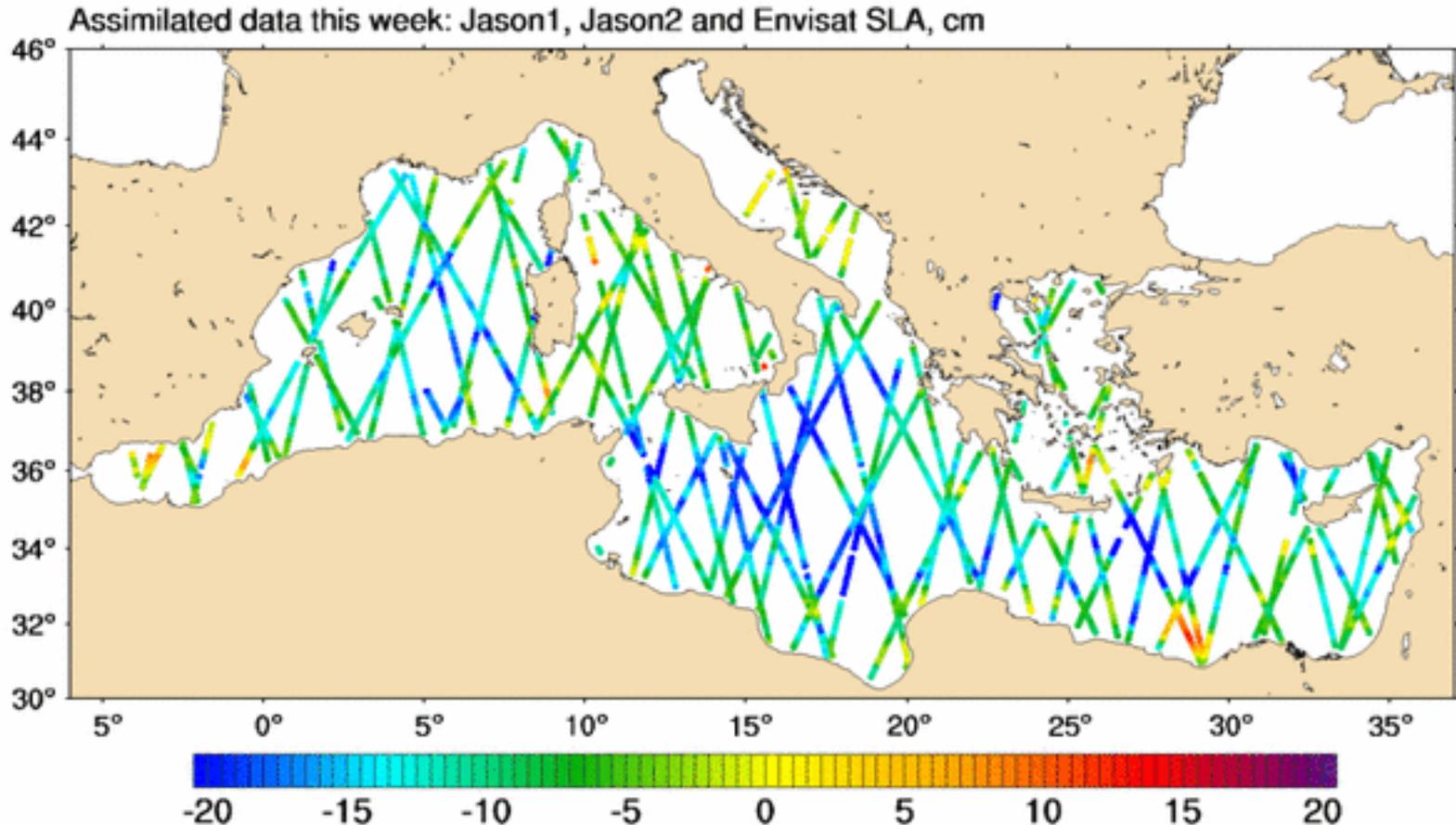
Vai a : [http://en.wikipedia.org/wiki/Polar\\_orbit](http://en.wikipedia.org/wiki/Polar_orbit)

<http://en.wikipedia.org/wiki/Geostationary>

# Per il livello del mare: un radar su satellite polare

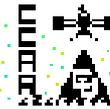


# L'altimetro misura il livello del mare lungo la traiettoria del radar a terra



# WHERE ARE THE WHALES?

## Gulf of Mexico Sea Surface Height



TOPEX/Poseidon and ERS-1 analysis for September 1, 1993

Cetacean Survey Data courtesy of the GulfCet I Program sponsored by the Minerals Management Service, the National Marine Fisheries Service and the Biological Resources Division of the U.S. Geological Survey

