

# AQUAE

**Il futuro è nell'oceano**



Consiglio Nazionale  
delle Ricerche

**La mostra scientifica interattiva “Aquae. Il futuro è nell’oceano”**

**è ideata e realizzata da**



Consiglio Nazionale delle Ricerche

**Unità Comunicazione afferente alla Presidenza**

**Dipartimento Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l’Ambiente**

**Istituto di Scienze Marine**

**Istituto per lo Studio degli Impatti Antropici e la Sostenibilità in Ambiente Marino**

**Istituto di Scienze Polari**

**Istituto di Ingegneria del Mare**

Materiali estratti dalla mostra interattiva

**AQUAE. Il futuro è nell’oceano**

[aquae.cnr.it](http://aquae.cnr.it)



Consiglio Nazionale  
delle Ricerche

# La mostra

Il nostro Pianeta, visto dallo spazio, appare come una **grande sfera blu**. A dispetto del suo nome, infatti, il 71% della Terra è ricoperto dagli oceani, che svolgono funzioni indispensabili per la nostra sopravvivenza. Regolano il clima, ospitano una incredibile biodiversità, forniscono sostentamento a milioni di persone e veicolano l'80% dei commerci mondiali.

Il rapporto dell'uomo con il mare affonda le sue radici nel mito e per molti secoli gli oceani hanno rappresentato il luogo dell'ignoto.

Oggi il mare e i suoi fondali costituiscono un campo d'indagine e di studio di grande rilevanza scientifica, non solo per il presente, ma soprattutto per il futuro, quando il ruolo dell'oceano diventerà **sempre più determinante** per le condizioni di crescita e di sviluppo dell'intera umanità.

La mostra si propone di descrivere le principali caratteristiche dell'ambiente marino, con particolare attenzione all'utilizzo e alla conservazione delle sue risorse per uno **sviluppo sostenibile**.

Si avvale di esperimenti, attrezzature scientifiche, modelli in scala, videoinstallazioni e immagini suggestive, per accompagnare il pubblico in un viaggio alla scoperta degli oceani.

In particolare nella prima sezione della mostra sono presentati i temi generali legati al mare: aspetti geografici, fisici, chimici e biologici. Un po' di luce viene gettata su un ambiente che fino alla metà del secolo scorso era pressoché ignoto: quello dei **fondali oceanici**.

*Exhibit* interattivi e video consentono di rispondere a domande quali: come si formano le onde e le correnti? Che legame c'è tra mare e **clima** del Pianeta? Qual è il motore biologico del mare?

Nella seconda parte della mostra viene illustrato il rapporto tra uomo e mare: da sempre gli oceani rappresentano una risorsa inestimabile per la nostra specie. Oggi la scienza e la tecnologia sono impegnate nella ricerca di nuovi metodi per l'utilizzo sostenibile delle numerose risorse che il mare ci offre e al contempo stanno sviluppando strategie per monitorare e **preservare** l'ambiente marino dagli effetti dell'**impatto antropico**.

L'ultima parte della mostra è dedicata alle ricerche svolte da diversi istituti e numerose strutture del Cnr che si occupano di mare e navigazione. Rappresenta inoltre un momento di riflessione per comprendere come il futuro e la salvaguardia degli oceani dipendano anche da noi, dai nostri comportamenti e dalle politiche che i nostri governi e le industrie decideranno di adottare.



## In sintesi

Mostra interattiva sugli oceani e sulle attività di ricerca del Cnr

**Aree scientifiche:** oceanografia, fisica terrestre, biologia marina, ecologia

**Allestimento:** 18 pannelli luminosi, *exhibit*, prototipi e installazioni



## Esigenze tecniche

**Spazi:** da 300 a 600 m<sup>2</sup>, attacchi elettrici standard, acqua nelle vicinanze

**Tempi allestimento:** 3 giorni. Tempi disallestimento: 2 giorni

La mostra si avvale di animazione scientifica



## Target

La mostra è rivolta a un pubblico di tutte le età e consigliata per scuole di ogni ordine e grado.



## Siamo stati a...

*Preview:* Genova, Palazzo Ducale, Festival della Scienza 2018

Inaugurazione: Roma, sede centrale Cnr 21 novembre 2018, nell'ambito delle celebrazioni per i 95 anni del Cnr alla presenza del Presidente della Repubblica Sergio Mattarella e delle più alte cariche istituzionali italiane  
Altre edizioni: Venezia, 18 giugno 2019 - 31 marzo 2020 sede Cnr Ismar

Materiali estratti dalla mostra interattiva

**AQUAE. Il futuro è nell'oceano**

[aquae.cnr.it](http://aquae.cnr.it)



Consiglio Nazionale  
delle Ricerche

# AQUAE

Il futuro è nell'oceano



## La ricerca sul mare in Italia

Perché l'oceano è un "bianco deserto", sfidato, ancora poco esplorato e poco conosciuto. Eppure è lì che si nasconde la più grande riserva di risorse del pianeta. È lì che si trova il futuro della nostra società, in un mondo sempre più urbanizzato e sempre più inquinato. È lì che si trova la soluzione a molti dei nostri problemi, in un mondo sempre più urbanizzato e sempre più inquinato. È lì che si trova la soluzione a molti dei nostri problemi, in un mondo sempre più urbanizzato e sempre più inquinato.

La ricerca sul mare in Italia è un campo vasto e multidisciplinare, che coinvolge diverse discipline scientifiche e tecnologiche. È un campo in cui la ricerca è fondamentale per comprendere i processi oceanici e per sviluppare nuove tecnologie e applicazioni. È un campo in cui la ricerca è fondamentale per comprendere i processi oceanici e per sviluppare nuove tecnologie e applicazioni.



## Mari e oceani

Con i termini **oceano** si intendono le vaste distese d'acqua salata presenti sulla superficie terrestre. I **mares** invece riguardano marginali degli oceani sono più piccoli e generalmente diversi per caratteristiche geologiche dai fondali.

**OSSIGENO**  $O_2$   $CO_2$

Il 71% dell'ossigeno prodotto nel mondo proviene dal fitoplancton che vive in mare. Il 26% proviene dalle piante terrestri e il 3% dalle alghe marine.

**CLIMA**

Il 90% dell'energia necessaria per alimentare il clima terrestre proviene dal riscaldamento del mare. Il 10% proviene dal riscaldamento della terra e dell'atmosfera.

**BIODIVERSITÀ**

Il 90% della biodiversità marina è ancora sconosciuta. Solo il 10% è stato descritto e catalogato. Il 90% della biodiversità marina è ancora sconosciuta. Solo il 10% è stato descritto e catalogato.

**TRASPORTI**

Il 90% delle merci trasportate nel mondo lo sono per via mare. Il 10% lo sono per via aerea e il 1% per via terrestre.

**RSORSE ENERGETICHE**

Il 90% dell'energia necessaria per alimentare il mondo proviene dal riscaldamento del mare. Il 10% proviene dal riscaldamento della terra e dell'atmosfera.

**ECONOMIA**

Il 90% dell'economia mondiale dipende dal mare. Il 10% dipende dalla terra e l'1% dall'atmosfera.

**CIÒ**

Il 90% dei nutrienti necessari per alimentare il mondo proviene dal mare. Il 10% proviene dalla terra e l'1% dall'atmosfera.

**GE**

Il 90% dei nutrienti necessari per alimentare il mondo proviene dal mare. Il 10% proviene dalla terra e l'1% dall'atmosfera.

### La profondità degli oceani

Oceano Pacifico	Oceano Atlantico	Oceano Indiano	Oceano Artico	Oceano Antartico	Mare Mediterraneo
11000 m	8600 m	7400 m	7235 m	5450 m	5100 m

Materiali estratti dalla mostra interattiva  
**AQUAE. Il futuro è nell'oceano**  
[aquae.cnr.it](http://aquae.cnr.it)



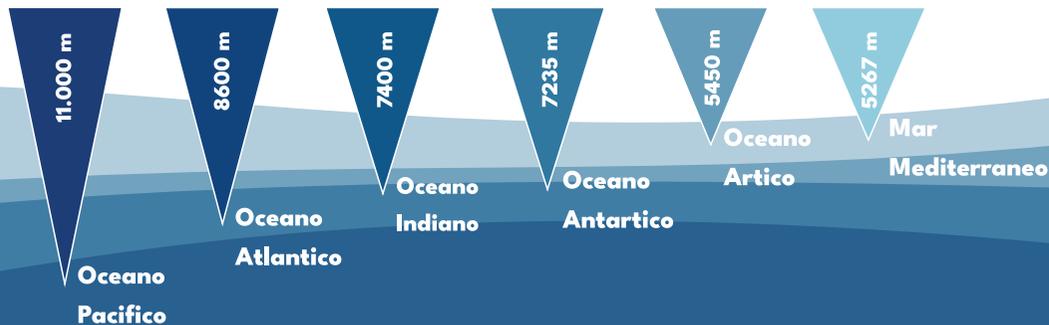
# Mari e oceani



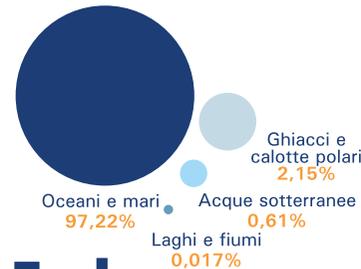
Col termine **oceano** si intendono le vaste distese d'acqua salata presenti sulla superficie terrestre.

I **mari** sono invece insenature marginali degli oceani; sono più piccoli e generalmente diversi per caratteristiche

## La profondità degli oceani



La superficie degli oceani equivale al **71%** della superficie terrestre



### TRASPORTI

L'**80%** del trasporto merci mondiale avviene attraverso gli oceani



### RISORSE ENERGETICHE

Si stima che nel **2050** oltre il **50%** delle risorse energetiche e minerarie verranno estratte dal mare



### ECONOMIA

Il valore economico degli oceani supera i **24.000** miliardi di dollari e nel futuro crescerà ancora



### OSSIGENO

Gli oceani producono più del **50%** dell'ossigeno presente nell'atmosfera; è prodotto dalle alghe verdi e azzurre che fanno parte del plancton. Inoltre immagazzinano gran parte della CO<sub>2</sub> contenuta nell'atmosfera



### CLIMA

Gli oceani distribuiscono il calore sulla Terra, influenzando in maniera determinante sul clima



### BIODIVERSITA'

Quasi la metà delle specie del mondo vive nel mare. Questa ricca biodiversità non è solo una meraviglia ecologica: è un tesoro di sostanze chimiche che possono contenere anche delle cure per gravissime malattie



### CIBO

Gli oceani sono una delle principali fonti di cibo per il nostro Pianeta



**Gli oceani restano un mistero. Si stima che solo il 5% dei fondali oceanici sia stato esplorato con sistematicità, mentre conosciamo molto meglio la superficie della Luna o di Marte.**

Materiali estratti dalla mostra interattiva **AQUAE. Il futuro è nell'oceano**  
[aquae.cnr.it](http://aquae.cnr.it)



Consiglio Nazionale delle Ricerche

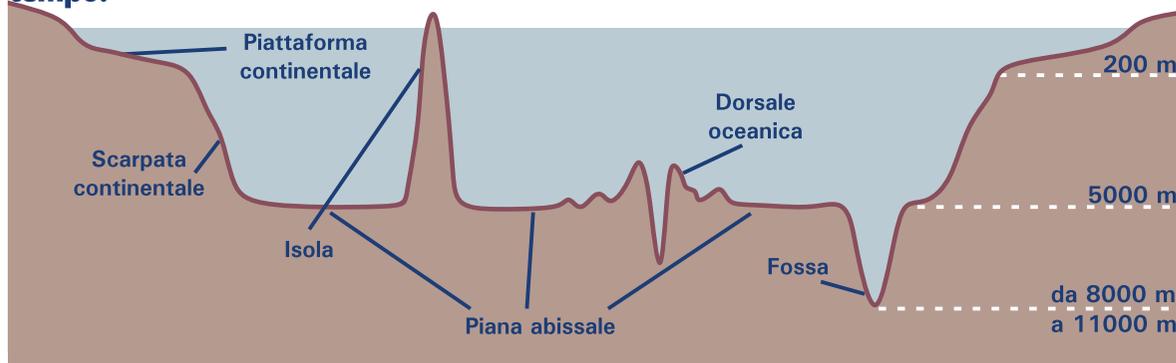


**Il grande globo dei fondali oceanici**

Materiali estratti dalla mostra interattiva  
**AQUAE. Il futuro è nell'oceano**  
[aquae.cnr.it](http://aquae.cnr.it)

# I fondali oceanici

Il mare costituisce il “richiamo” naturale di qualsiasi tipo di **sedimento**, per quanto **lunga e tortuosa sia la fase di trasporto**. Poiché i due terzi della terra sono coperti dalle acque, i sedimenti presenti sui fondali marini costituiscono il maggiore **archivio naturale** della storia della Terra. L'indagine dei fondali oceanici permette quindi di documentare gli **scenari climatici e ambientali** che si sono succeduti nel tempo.



Il campionamento avviene con diverse tecniche, la più comune è quella del **carotaggio** che consiste nel prelievo di campioni cilindrici di sedimento (carote) di diametro variabile mediante strumenti detti carotieri.

I carotaggi vengono effettuati dalla piattaforma continentale alla piana abissale. Queste indagini permettono di ottenere informazioni su sedimenti che risalgono fino a circa **200 milioni di anni fa**, età della più antica crosta oceanica.



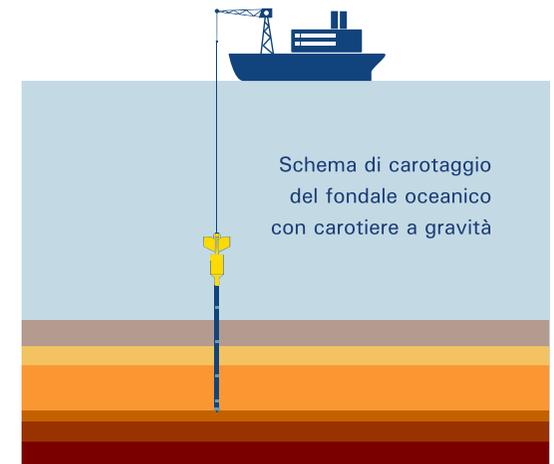
Carota MR 83 - Sedimenti marini prelevati nel Mar Rosso



Posizionamento del carotiere a gravità per l'operazione di carotaggio

Lo sviluppo delle tecniche di carotaggio è iniziato negli anni Cinquanta e ha costituito una grande rivoluzione scientifica modificando le concezioni sul funzionamento del pianeta Terra. Attualmente i carotaggi **vengono effettuati in tutti gli oceani e mari**, in Artide e in Antartide.

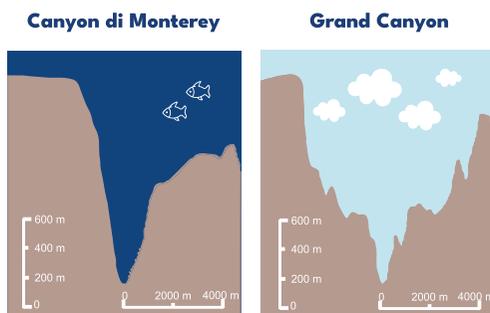
Le indagini hanno fornito spiegazioni sulla formazione degli oceani e dei continenti, documentato che il suolo dell'Antartide rimase ricoperto dai ghiacci per diversi milioni di anni, dimostrato che il Mar Mediterraneo **si prosciugò** quasi completamente 5 milioni di anni fa e da allora ha attraversato varie fasi di stagnazione.



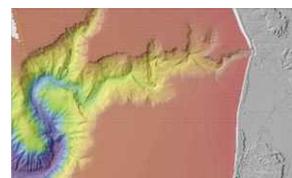
# Paesaggio sottomarino

I fondali marini sono invisibili: ne abbiamo conoscenza indiretta da **strumenti geofisici** e da poche e localizzate immersioni di sommozzatori, sommergibili o strumenti manovrati (ROV).

Gli spazi sottomarini, **immensi e bui**, sono modellati da correnti e altri eventi dinamici come frane, eruzioni vulcaniche, tettonica esattamente come la terra emersa che abbiamo continuamente sotto i nostri occhi. Anche se non vediamo il paesaggio sottomarino, su di esso prendiamo molte decisioni, in base a ricostruzioni parziali e locali, per trovare risorse e aree di discarica.



Le nuove tecniche di **misura della profondità** (rilievi batimetrici) offrono dettagli senza precedenti e consentono di ricostruire il paesaggio sottomarino con risoluzioni in alcuni casi decimetriche. Si tratta però di una conoscenza indiretta, come quella che i satelliti offrono della superficie di Marte. Ad esempio, un **canyon sottomarino** come quello di Monterey nell'Oceano Pacifico non è diverso per estensione e dimensioni dal Gran Canyon del Colorado; del primo non possiamo però avere esperienza diretta: non è cioè un paesaggio che possiamo percorrere, fotografare o usare come sfondo in un selfie. Solo in pochissimi punti i batiscafi o le telecamere subacquee ci offrono qualche **immagine diretta** dei suoi fondali. È come se si dovesse documentare il Gran Canyon del Colorado durante un lungo "trekking", avendo soltanto un paio di foto a disposizione.

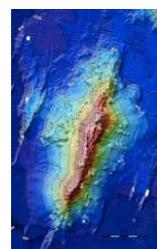


Batimetria del Canyon di Monterey

Batimetria del Mar Mediterraneo rilevata con ecoscandagli multifascio di varie generazioni a 250 metri di risoluzione



Il Marsili è il più grande **vulcano** in Europa, ma non si vede

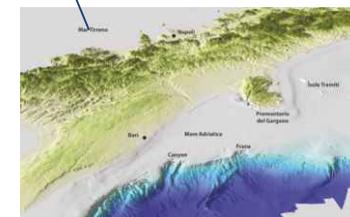


Lungo **60 km**  
Largo **20 km**  
Alto **3 km**  
da 3400 a 489 m di profondità  
Volume **1200 Km<sup>3</sup>**  
Età **700 mila** anni

Potrebbe **franare** per il proprio peso



Fotografie a 650 m di profondità di **camini** estinti a solfuri polimetallici (pirite, galena, sfalerite) e attivi con ossidi e idrossidi di ferro e manganese



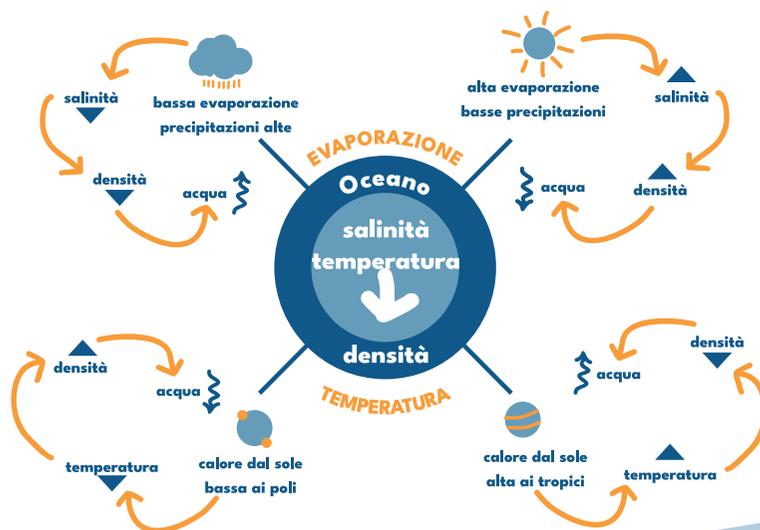
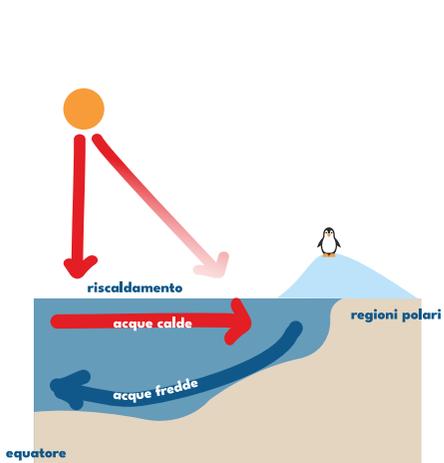
Vista 3D del modello digitale dell'Italia (toni di verde) della piattaforma continentale (grigio) e scarpata apula (blu), a 25 metri di risoluzione; sono evidenti **canyon** e **frane** sottomarine recenti in scarpata. Foto scattate da veicoli subacquei che documentano la vita di coralli nel buio a 600 m di profondità.



# La dinamica degli oceani

## “Duck Story”

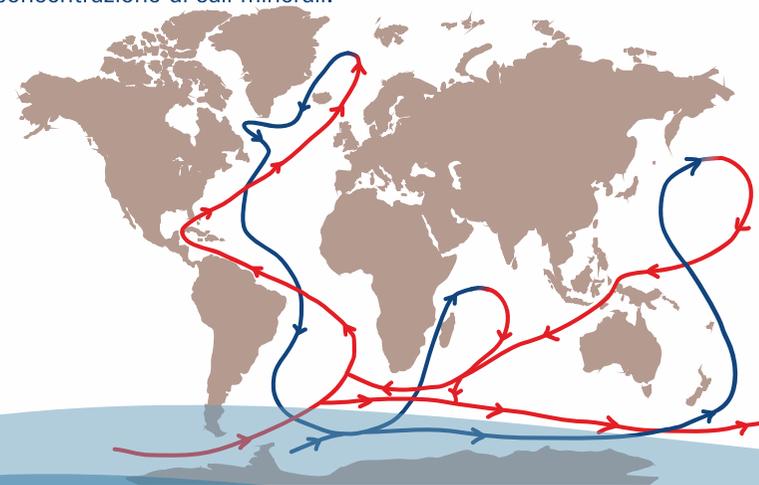
Una nave nel 1992 perde in mare un container carico di 29.000 **paperelle gialle**. Per oltre 20 anni questi giocattoli hanno attraversato gli oceani seguendo la circolazione globale, dando **preziose informazioni** agli scienziati sulle correnti e sui vortici oceanici.

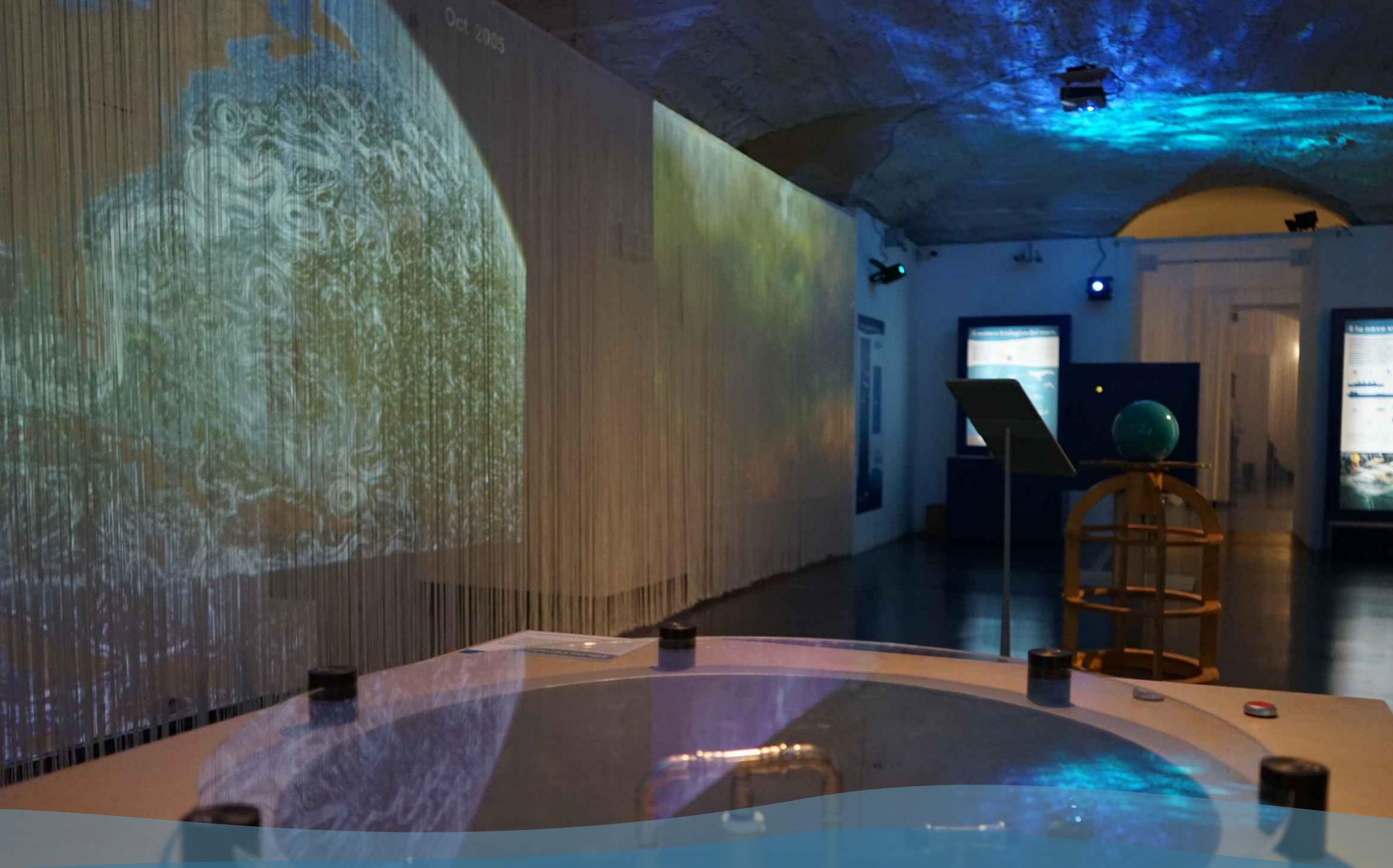


## Circolazione globale

Le correnti oceaniche trasportano calore dall'equatore ai poli e operano come un motore per il clima globale. Negli oceani ci sono numerose correnti, determinate e influenzate dai venti, dalla rotazione terrestre, dalla temperatura e dalla salinità dell'acqua. Quello che viene chiamato **nastro trasportatore oceanico** è un modello semplificato dell'intera circolazione oceanica mondiale che nasce dalla combinazione di tutte queste correnti.

Il nastro trasportatore è chiamato anche circolazione termoalina poiché i due fattori importanti che la controllano sono la temperatura (termo-) e la salinità (-alina). Entrambi questi fattori determinano la densità dell'acqua e sono proprio le diverse densità degli strati oceanici che ne determinano il movimento, insieme all'azione del vento che però non agisce a tutte le profondità. Le variazioni di densità dell'acqua sono causate da differenze di temperatura e di salinità, a loro volta indotte da evaporazione, precipitazioni, venti e intensità dell'irraggiamento solare. L'acqua calda ha una densità minore e risale mentre l'acqua fredda affonda. La densità dell'acqua cresce anche all'aumentare della concentrazione di sali minerali.





**Gli exhibit Coriolis e Turbolenze oceaniche**

Materiali estratti dalla mostra interattiva  
**AQUAE. Il futuro è nell'oceano**  
aquae.cnr.it



L'exhibit Vasca delle onde

Materiali estratti dalla mostra interattiva  
**AQUAE. Il futuro è nell'oceano**  
aquae.cnr.it

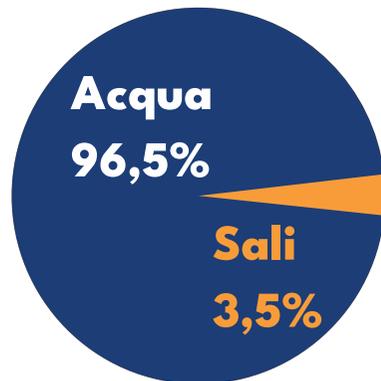
# Sapore di sale

L'acqua marina ha una salinità media del **35%**. Questo vuol dire che in 1 litro di acqua sono disciolti in media **35 g** di sali minerali.

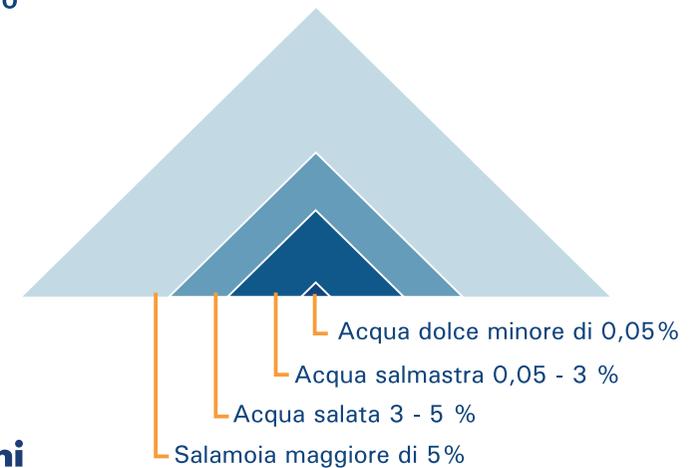
La salinità dei mari e degli oceani cambia con le condizioni locali della temperatura. Nei **mari caldi**, dove l'acqua superficiale è sottoposta a intenso irraggiamento solare e a forte evaporazione, può raggiungere **valori molto grandi**, mentre nei mari freddi scende a concentrazioni **significativamente più basse**.

Nel **Mar Morto**, che in realtà è un grande lago, la salinità è elevatissima, fino a dieci volte maggiore rispetto a quella degli oceani. Una concentrazione di sale del genere non permette lo sviluppo di alcuna forma di vita, eccetto alcuni microorganismi, alghe e una specie di gamberetto, da qui il nome **Mar Morto**.

## Composizione del mare



## Classificazione delle acque in base alla salinità



## Salinità media di mari e oceani



Mar Morto  
35%



Mar Rosso  
4,2%



Mar Mediterraneo  
3,7%



Oceani  
3,2-3,7%



Mar Nero  
2%



Mar Baltico  
1,5%



Acqua dolce minore di 0,05%  
 Acqua salmastra 0,05 - 3 %  
 Acqua salata 3 - 5 %  
 Salamoia maggiore di 5%



Acqua dolce



Mar Mediterraneo



Mar Morto

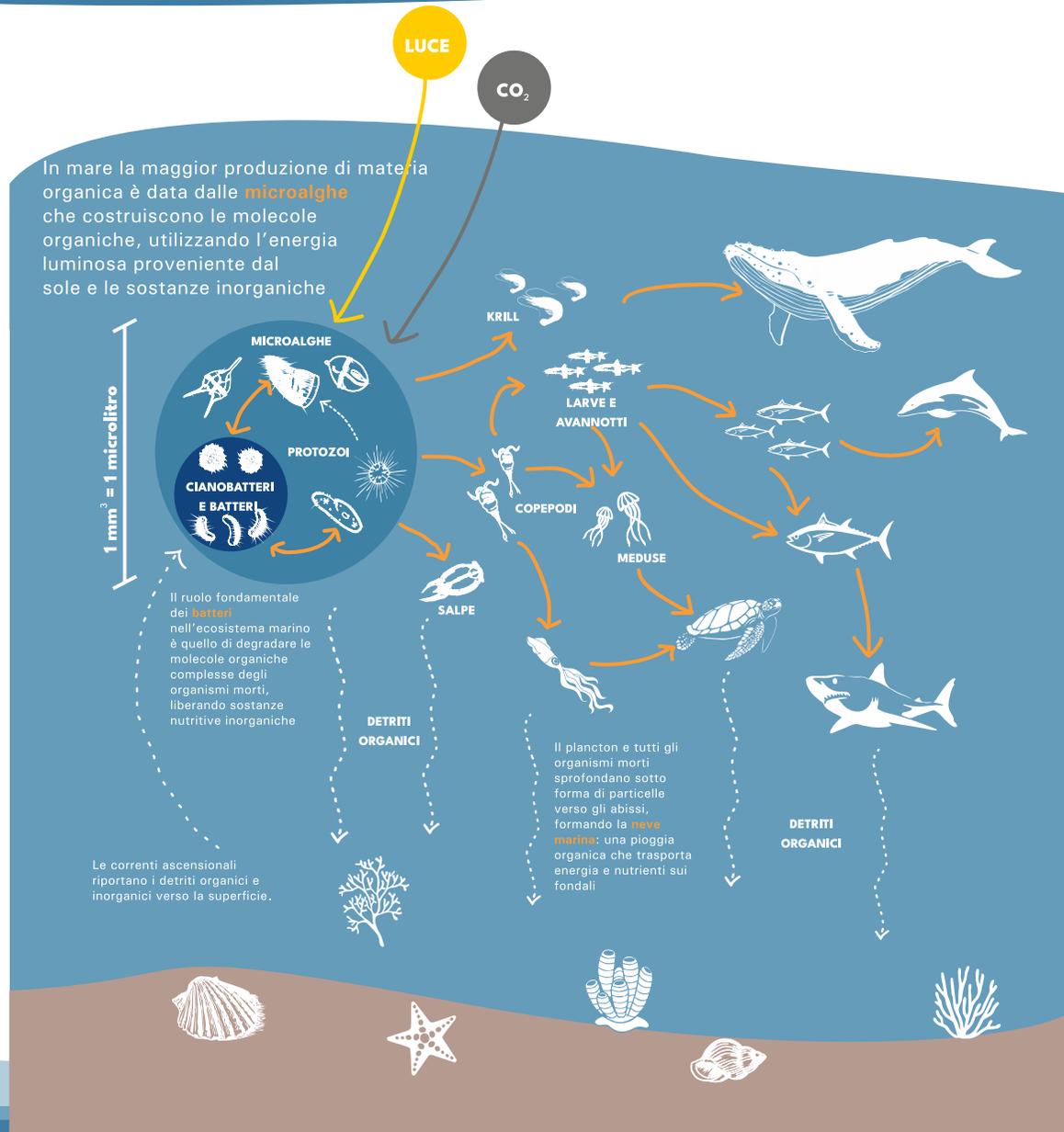
L'exhibit sulla salinità

Materiali estratti dalla mostra interattiva  
**AQUAE. Il futuro è nell'oceano**  
[aquae.cnr.it](http://aquae.cnr.it)



# Il motore biologico del mare

Un **microlitro** di oceano è la quantità di acqua di mare contenuta in un millimetro cubo. Al suo interno vivono numerosi organismi microscopici che possono essere considerati il vero e proprio motore biologico dell'ecosistema marino.



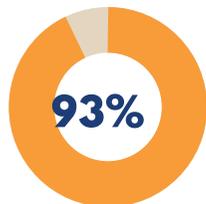
Gli esseri viventi presenti negli oceani costituiscono una enorme comunità di organismi in rapporto con l'ambiente che li circonda: l'insieme di queste due componenti - organismi e ambiente - forma un immenso **ecosistema**, il maggiore dell'intera **biosfera**. Le relazioni tra gli organismi marini sono molto complesse e vanno a costituire una serie di catene alimentari che si diramano in tutte le direzioni, formando delle vere e proprie reti trofiche.

# Oceani e clima

**Gli oceani svolgono un ruolo fondamentale nella regolazione del clima sulla Terra. Assorbono calore nei periodi e nelle zone più calde e lo rilasciano lentamente nei periodi e nelle zone più fredde. Questa azione è così forte da regolare la variabilità meteorologica tra le stagioni e da influire sulla variabilità climatica anche su archi temporali di decine di anni.**

**In altre parole, se con il riscaldamento climatico attuale lasciamo immagazzinare troppo calore negli oceani, ci ritroveremo il clima cambiato non per la prossima stagione, ma per svariati decenni a venire su tutto il**

## Gli oceani assorbono circa



del calore in eccesso che arriva sulla Terra



delle emissioni di anidride carbonica

Gli effetti sul clima nelle diverse zone della Terra sono in larga parte influenzati dalle correnti oceaniche, che agiscono come un nastro trasportatore che trasferisce acqua calda dall'equatore ai poli e acqua fredda in senso opposto. Questi movimenti oceanici regolano il clima globale, contrastando la distribuzione non uniforme della radiazione solare che raggiunge la superficie terrestre. Senza oceani e correnti oceaniche le temperature nelle diverse regioni della Terra sarebbero estreme - caldissimo all'equatore e freddissimo verso i poli - rendendo queste zone pressoché inabitabili.

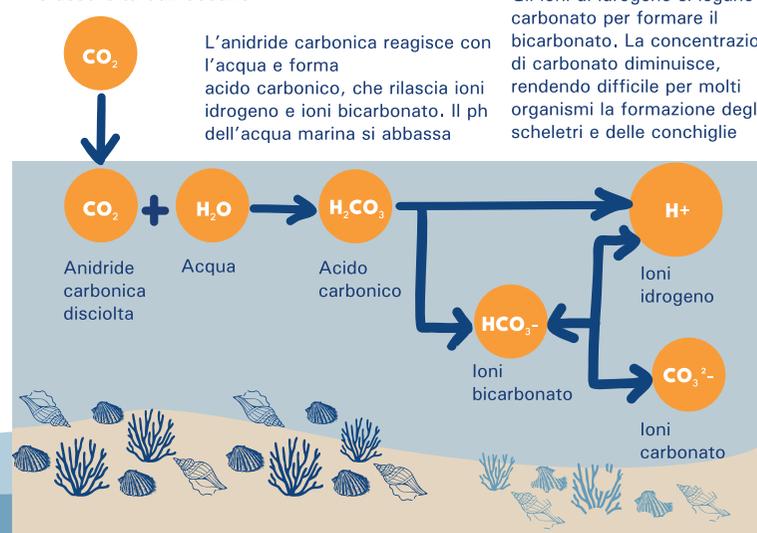


L'oceano rappresenta il principale serbatoio per il **ciclo dell'acqua** e, con i suoi continui scambi con l'atmosfera, è strettamente correlato al clima. Quando le molecole d'acqua vengono riscaldate, evaporano e passano all'atmosfera. Quasi tutta la pioggia che cade sulle terre emerse ha la sua origine negli oceani. A causa del riscaldamento globale, questo ciclo tende ad accelerare e aumenta la frequenza di eventi meteorologici estremi come alluvioni, siccità o uragani.

Gli oceani assorbono grandi quantità di  $CO_2$  dall'atmosfera, rallentando il ritmo del cambiamento climatico. Ma i benefici sul clima dovuti a questo accumulo hanno un costo: **l'acidificazione degli oceani**. La  $CO_2$  disciolta in acqua innesca infatti una serie di reazioni che portano ad un aumento dell'acidità dell'oceano.

Una conseguenza di questa acidificazione è l'abbassamento della concentrazione di ioni dicarbonato presenti nell'acqua di mare. Gli ioni di carbonato sono un importante elemento costitutivo di strutture come conchiglie e scheletri di corallo. In un oceano più "acido", con meno ioni carbonato a disposizione, cresceranno meno barriere coralline e un numero minore di organismi calcarei come ostriche, vongole e ricci di mare.

L'anidride carbonica dall'atmosfera è assorbita dall'oceano



# Osservare gli oceani

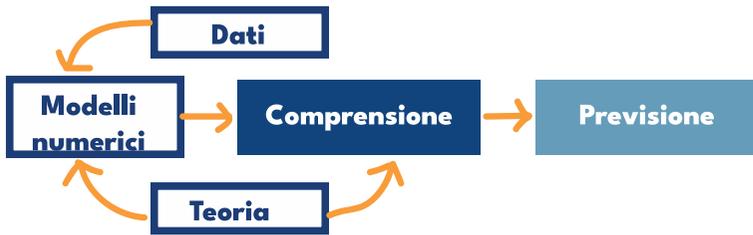
## Perché studiamo gli oceani?

L'oceano fornisce **risorse alimentari**: siamo interessati a conoscere i processi che ne influenzano la produttività (temperatura, correnti, presenza di nutrienti).

**Utilizziamo gli oceani** (trasporti marittimi, estrazioni di gas e petrolio, uso ricreativo): siamo interessati a studiare i processi che possono influenzare queste attività (onde, venti, correnti, temperatura).

L'oceano **influenza il clima** (distribuzione delle precipitazioni, clima regionale, formazione di tempeste e uragani, assorbimento di CO<sub>2</sub>): vogliamo comprendere e prevedere

## Come studiamo gli oceani



## L'oceanografia fisica studia

La **distribuzione delle proprietà** dell'acqua di mare, come temperatura, salinità, pressione, ossigeno e altri gas disciolti

Gli **scambi di energia e materia** tra l'oceano e l'atmosfera

Altre **proprietà specifiche** dell'acqua di mare, come la propagazione del suono o la penetrazione della luce

I **movimenti dell'acqua**, come le maree, le onde e le correnti



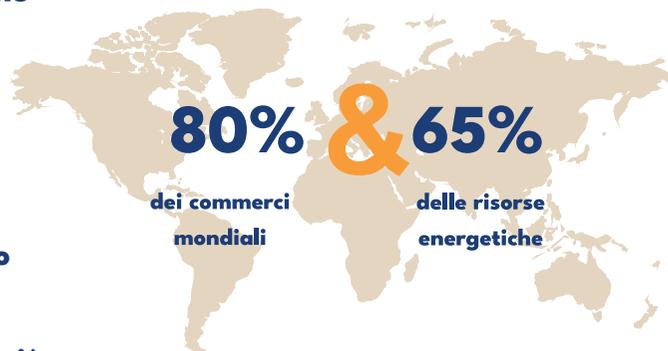


# E la nave va

Fin dall'antichità l'uomo costruisce imbarcazioni per spostarsi e trasportare merci attraverso la principale via di comunicazione a sua disposizione: il mare.

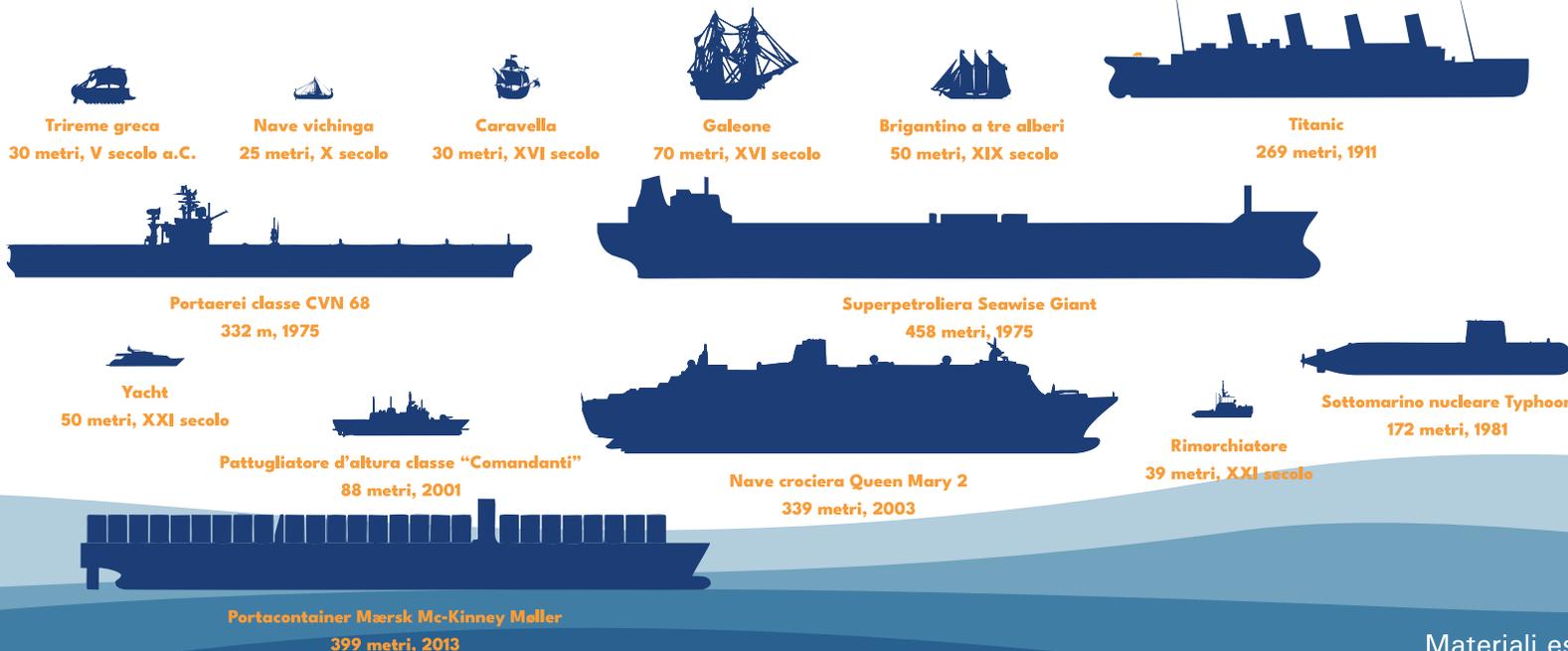
A partire dalla scoperta dell'America la navigazione estese gli orizzonti europei anche grazie al progresso nelle **costruzioni navali** ed all'aumento delle dimensioni dei natanti: passarono dalle 50 tonnellate delle piccole caravelle di Colombo fino alle 500 tonnellate dei galeoni secenteschi. Questa corsa a realizzare imbarcazioni sempre più grandi e avanzate non si è più arrestata ed oggi si costruiscono barche, sottomarini, piattaforme galleggianti e navi sempre più complesse e ricche di tecnologia.

## Gli oceani veicolano



La progettazione e costruzione di navi e imbarcazioni è un settore in cui l'Italia svolge un ruolo di leader mondiale: nel nostro Paese si fabbricano il 50% delle grandi navi da crociera e i migliori yacht del mondo, dei quali è il maggior esportatore.

Le competenze "di eccellenza" proprie del nostro Paese non riguardano unicamente il design e la progettazione degli scafi, ma anche le fasi di **verifica sperimentale**, effettuate su modelli in scala testati in enormi vasche e sottoposti alle condizioni operative più difficili. Un'attività che viene svolta presso i laboratori del Cnr, meglio conosciuti come la "Vasca Navale" italiana.



Materiali estratti dalla mostra interattiva  
**AQUAE. Il futuro è nell'oceano**  
aquae.cnr.it



**Il canale di circolazione didattico  
di Cnr - Istituto di Ingegneria del Mare (soggetto a disponibilità)**

Materiali estratti dalla mostra interattiva  
**AQUAE. Il futuro è nell'oceano**  
aquae.cnr.it

# Porti e infrastrutture



## Il passato

I porti nascono dalla decisione di alcune comunità di stanziarsi lungo le coste, in luoghi **adeguatamente protetti**, per avvantaggiarsi dell'accesso diretto a risorse come la pesca e per attivare rotte commerciali di medio e largo raggio. Quelli che quindi oggi chiamiamo porti erano in passato vere e proprie città affacciate sul mare e dotate di **infrastrutture** materiali e immateriali adeguate a sostenere gli scambi commerciali via mare.

I porti erano **luoghi di scambio** e non solo di passaggio delle merci: questo comportava il valore aggiunto legato allo scambio di culture, esperienze e saperi. Non era raro in passato, infatti, che le città di porto ospitassero stabilmente comunità provenienti dai Paesi con cui esse commerciavano.

## Il presente

Il rapido sviluppo dell'economia globale dal dopoguerra ad oggi ha portato a un aumento vertiginoso dello scambio di merci via mare: i trasporti via mare sono ancora oggi i più economici e puliti. Questo ha comportato la costruzione di navi sempre più grandi, determinando l'esigenza di potenziamento delle **infrastrutture logistiche** a servizio delle aree portuali e un corrispondente sviluppo degli **apparati tecnologici**, determinando la concentrazione dei servizi portuali in grandi centri globali. Oggi il porto è diventato un'infrastruttura progettata per il **passaggio** più fluido e veloce possibile delle merci.

In molti casi, questo ha determinato lo spostamento delle attività portuali al di fuori dei nuclei urbani storici, verso nuove aree maggiormente adeguate a entrare nel circuito dei grandi commerci globali, determinando dunque la **separazione** di quella simbiosi fisica tra città e porto che aveva costituito per millenni l'identità delle città di mare.

La conseguenza di questi cambiamenti epocali è stata, in molti casi, la **dismissione** di vaste aree urbanizzate, in precedenza direttamente o indirettamente collegate ai porti. Questo fenomeno ha prodotto un elevato fabbisogno di rigenerazione al quale ancora oggi si stenta a far fronte.

Rigenerazione delle aree portuali urbane **dismesse** o declinanti al fine di favorire la riconnessione tra città e porto

Presenza di un enorme **patrimonio culturale**, sia materiale che immateriale, all'interno delle città portuali storiche, su cui è possibile fare leva per stimolare un nuovo sviluppo economico

## Il futuro dei porti

Riconnessione tra città e porto come prima mossa per il ripristino dell'idea più generale di porto quale luogo di **scambio** e non solo di passaggio di merci

Porti come "hub" (nuclei) in grado di guidare la domanda di **innovazione** e sviluppo di ambiti territoriali più vasti, ripristinando quindi anche un legame di scambio tra città di mare ed entroterra

L'economia per la quale oggi questo scambio è di nuovo possibile è l'economia della **conoscenza**, che investe soprattutto in innovazione, in reti di sapere, in comunità di confronto, sperimentazione e pratica. In questo senso, i porti sono ancora luoghi privilegiati, in quanto i trasporti (e tra questi, come si è visto, quelli marittimi sopra tutto) attirano una enorme quantità di fondi per la **ricerca** e l'innovazione

## Traffico in milioni di TEU nel 2017 nei 15 porti più grandi del mondo

Shanghai (Cina)	40,23
Singapore (Singapore)	33,67
Shenzhen (Cina)	25,21
Ningbo-Zhoushan (Cina)	24,61
Hong Kong (Cina)	20,76
Busan (Sud Corea)	20,47
Guangzhou (Cina)	20,37
Qingdao (Cina)	18,30
Los Angeles (Long Beach) (USA)	16,89
Dubai (Emirati Arabi uniti)	15,37
Tianjin (Cina)	15,07
Rotterdam (Paesi Bassi)	13,73
Port Kelang (Malesia)	11,98
Anversa (Belgio)	10,45
Xiamen (Cina)	10,38

Il TEU è la misura standard di volume nel trasporto dei container e corrisponde a un container da 20 piedi per un volume di circa 40 metri cubi



17.000 navi transitano ogni giorno nelle acque dell'Unione Europea

# La pesca

La pesca è un'attività che da millenni fornisce cibo alle popolazioni insediate presso laghi, mari o fiumi.

Per **tre miliardi** di persone il pesce è la principale fonte di proteine e questo lo rende il prodotto naturale più commerciato al mondo.

Ma la dipendenza globale da questa importante risorsa è anche la più grande minaccia per la **sopravvivenza** delle popolazioni ittiche.

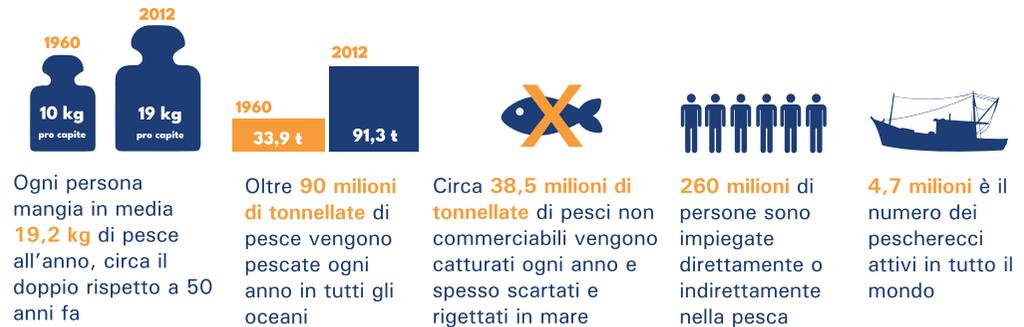
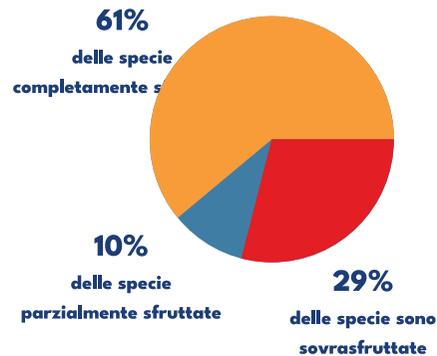


La **pesca nel Mar Mediterraneo** ha una cruciale importanza culturale, sociale ed economica, fornendo una importante fonte di reddito e sostenendo le tradizioni e lo stile di vita di molte comunità costiere. Tuttavia la pesca marittima nel Mar Mediterraneo deve affrontare importanti sfide: circa il **90 per cento** degli stock sfruttati è al di fuori dei limiti biologici di sicurezza e le catture cominciano a diminuire.

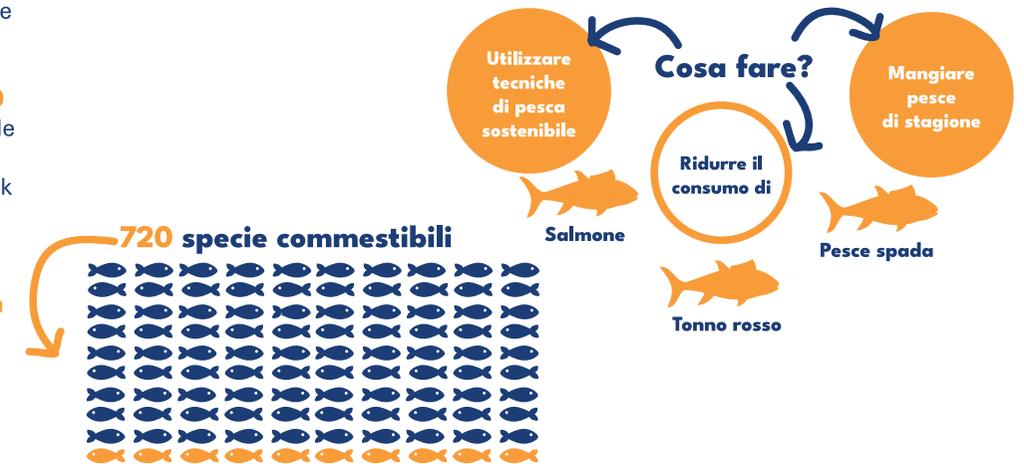
Durante il Summit sullo Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite a New York nel settembre 2015, i leader mondiali hanno presentato una serie di 17 obiettivi di **sviluppo sostenibile** per porre fine alla povertà, combattere la disuguaglianza, l'ingiustizia e affrontare il problema del cambiamento climatico entro il 2030. L'obiettivo 14, dal titolo "**Conservare e utilizzare in modo sostenibile gli oceani, i mari e le risorse marine per lo sviluppo sostenibile**", è di particolare rilevanza per la gestione delle attività di pesca nel Mar Mediterraneo e stabilisce obiettivi ambiziosi che promuovono la salute degli ecosistemi marini.



## Stato degli stock ittici nel mondo



Di recente, il Mar Mediterraneo si è trovato in una situazione di instabilità a causa dei conflitti politici in corso, esacerbando il problema della migrazione attraverso il mare. Al tempo stesso, colmare il divario esistente nel tasso di sviluppo tra le diverse subregioni del Mar Mediterraneo rimane una priorità assoluta. In particolare, il settore della pesca ha un ruolo importante da svolgere in tale strategia, in quanto è cruciale per il sostentamento, la sicurezza alimentare e lo sviluppo sostenibile a lungo termine dell'area mediterranea.



Solo il **10%** delle specie viene commercializzato

Materiali estratti dalla mostra interattiva **AQUAE. Il futuro è nell'oceano**  
[aquae.cnr.it](http://aquae.cnr.it)

# Specie marine aliene

Le specie aliene comprendono tutti quegli organismi introdotti dall'uomo, intenzionalmente o meno, in una regione diversa da quella della loro distribuzione naturale. Le **specie aliene** sono considerate una delle principali cause di riduzione della biodiversità dovuta all'alterazione degli equilibri preda-predatore e ai meccanismi di competizione sulle risorse e alla diffusione di patogeni. In alcuni casi tali effetti possono avere anche ripercussioni sanitarie ed economiche nei diversi settori produttivi.



Commercio di specie per acquari



Acquacoltura



Costruzione di canali



Navigazione



Commercio di crostacei vivi

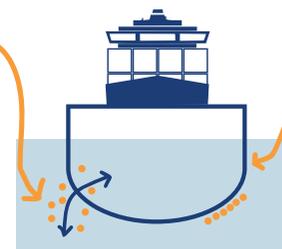
Come arrivano nel Mar Mediterraneo?

## 50%

delle specie aliene viaggia a bordo delle nostre navi

**Nelle acque di zavorra**  
Che vengono caricate dalla nave nel porto di partenza e scaricate in quello di arrivo per stabilizzare la nave durante la navigazione o durante le operazioni di carico e scarico

**Dove trovano un passaggio?**



**Attaccati allo scafo come "bio-fouling"**  
Ogni oggetto immerso in mare, e quindi anche lo scafo di una nave, viene ricoperto da una serie eterogenea di organismi marini che scelgono, come sede definitiva della loro esistenza, quella invitante superficie ancora disabitata

**Quanti organismi, potenzialmente alieni, possono viaggiare su una nave?**



Immaginiamo una nave cargo di ultima generazione

**CMA CGM Jules Verne**

Lunghezza: 396 metri

Volume di acque di zavorra: circa 45.000 m<sup>3</sup>

Superficie dello scafo a disposizione del "bio-fouling": 20.300 m<sup>2</sup>

**Organismi marini trasportati**

1.129 organismi/m<sup>2</sup> sullo scafo

da 3.000 a 50.000 individui/m<sup>3</sup> nelle acque di zavorra

**Nelle acque di zavorra**

$$20.300 \times 1.129 =$$

**22.918.700**

**Attaccati allo scafo**

$$45.000 \times 3.000 =$$

**135.000.000**

$$45.000 \times 50.000 =$$

**2.250.000.000**

**Totale\* organismi potenzialmente viaggianti sul megacargo da 157.918.700 a 2.272.918.700**

\*Peggior scenario: scafo privo di protezione antivegetativa efficace e assenza di un impianto di trattamento delle acque di zavorra

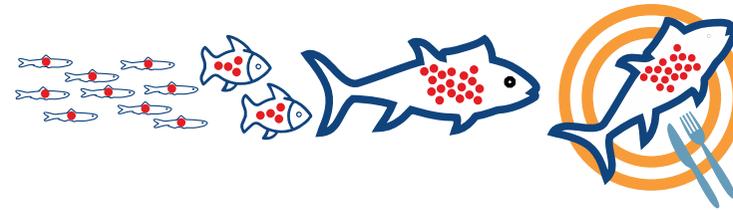
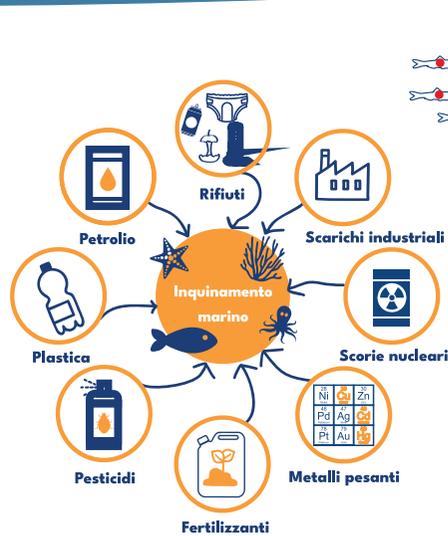
Materiali estratti dalla mostra interattiva  
**AQUAE. Il futuro è nell'oceano**  
aquae.cnr.it

# L'inquinamento dei mari

Le attività umane e le crescenti richieste di risorse esercitano un'enorme pressione sull'ecosistema marino.

Dai sacchetti di plastica ai pesticidi, ai prodotti petrolchimici, la **maggior parte dei rifiuti prodotti dall'uomo finisce, in un modo o**

L'inquinamento degli oceani è dovuto sia alle attività terrestri, sia a quelle marine



**Bio-accumulo**  
Alcune sostanze inquinanti possono entrare nella catena trofica marina e si **accumulano** nei predatori più grandi

Le emissioni in atmosfera dovute a industrie e trasporti sono un'altra fonte rilevante dell'inquinamento da attività umane. Una volta emessi, molti composti chimici (rame, nichel, mercurio, cadmio, piombo, zinco e composti organici sintetici) rimangono nell'aria per settimane, se non di più. Con i venti si spostano e ricadono negli oceani. Tutti questi inquinanti e rifiuti sono poi ridistribuiti sulla superficie del globo dalle correnti dei mari.

**80%**

dell'inquinamento dei mari proviene dalla terraferma



**20%**

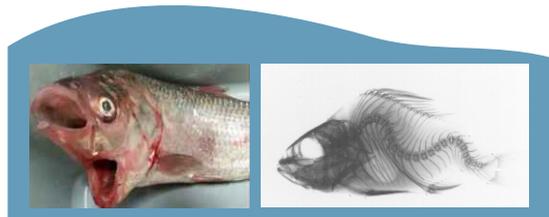
dell'inquinamento dei mari proviene da attività svolte in mare (pesca, acquacultura, trasporti marittimi, estrazioni petrolifere ecc...)

Una delle principali pressioni umane che colpiscono l'ambiente marino deriva dall'**inquinamento chimico**

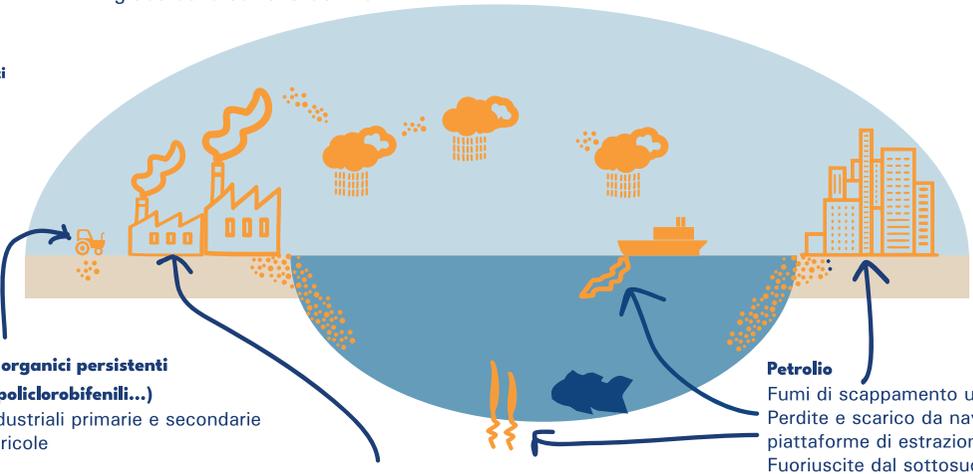
**Metalli pesanti**  
Cr Cu Cd

**Metilmercurio**  
 $H_3C-Hg^+$

**Policlorobifenili**



Alcuni inquinanti possono interagire a livello cellulare procurando **alterazioni metaboliche e genetiche**.



Materiali estratti dalla mostra interattiva  
**AQUAE. Il futuro è nell'oceano**  
aquae.cnr.it

# L'oceano di plastica

La produzione mondiale di plastica è cresciuta in maniera esponenziale dagli anni Cinquanta ad oggi. Purtroppo, molta di questa plastica diventa velocemente rifiuto che, se non gestito correttamente, si disperde nell'ambiente. Tra questi rifiuti plastici circa **8 milioni di tonnellate** finiscono nei mari di tutto il mondo, dove possono restare anche per qualche centinaia di anni

## Tempi di degradazione della spazzatura marina

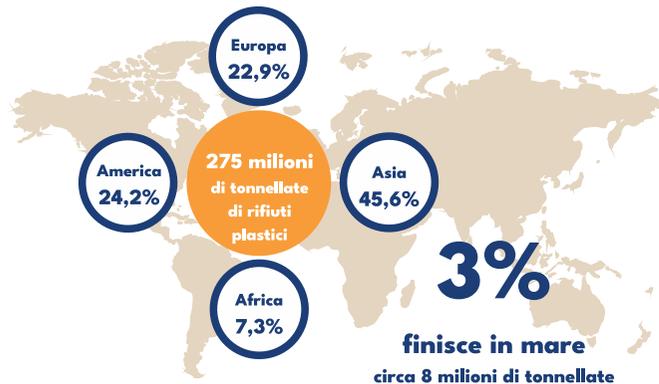
La plastica non è inquinante in quanto tale, lo diventa quando viene **abbandonata** nell'ambiente anziché essere smaltita correttamente

 <b>Carta assorbente</b> 2-4 settimane	 <b>Torsole</b> 2 mesi	 <b>Quotidiano</b> 6 settimane	 <b>Mozzicone di sigaretta</b> 1-5 anni	 <b>Borsina plastica</b> 10-20 anni
 <b>Boa galleggiante</b> 50 anni	 <b>Lattina in alluminio</b> 200 anni	 <b>Bottiglia plastica</b> 450 anni	 <b>Lenza da pesca</b> 600 anni	 <b>Bottiglia in vetro</b> indeterminato



Il motivo per cui la plastica diventa parte dei rifiuti marini, ovvero **Marine Litter**, è la mancata gestione del rifiuto e la non corretta applicazione delle **tre «R»**

## Quanta plastica finisce in mare ogni anno?



## Macro-Micro-Nano plastiche

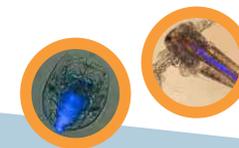


Gli organismi marini di grandi dimensioni possono subire danni dalle **macroplastiche** e **mesoplastiche** perché vi rimangono intrappolati oppure, scambiandole per cibo, vengono soffocati



Le plastiche, frammentandosi in **microplastiche**, possono essere ingerite dagli organismi ed entrare nella catena trofica marina. Le microplastiche possono interagire anche con le sostanze chimiche già presenti in mare e trasferirle nella catena trofica

Il reale effetto ecotossicologico sulla catena trofica delle **nanoplastiche**, a causa delle ridottissime dimensioni, è ancora molto incerto





**Il grande vortice d'acqua**

Materiali estratti dalla mostra interattiva  
**AQUAE. Il futuro è nell'oceano**  
aquae.cnr.it



# Energia dal mare

La crescita della popolazione mondiale richiede la capacità di affrontare con urgenza alcune sfide sociali che vanno dal crescente fabbisogno energetico alla scarsità di cibo e acqua.

L'utilizzo di **fonti rinnovabili** dal mare è una soluzione promettente per la disponibilità di grandi spazi, per la varietà delle risorse marine e per il basso impatto visivo dalla



## Energia dalle maree

L'acqua di alta marea viene intrappolata in un bacino ottenuto tramite una diga che la rilascia con la bassa marea, mettendo in moto delle turbine accoppiate a generatori elettrici



## Energia dalle onde

La produzione di energia avviene mediante dispositivi flottanti dalle forme più svariate che trasformano il movimento delle onde nel moto relativo di un rotore



## Energia dalle correnti

La corrente mette in movimento le pale di turbine nel mare, similmente a quanto avviene con le pale eoliche



## Energia dal gradiente di temperatura

### (energia talassotermica)

La differenza tra la temperatura delle acque superficiali e profonde viene sfruttata per la produzione di energia elettrica mediante un ciclo a vapore (Ocean Thermal Energy

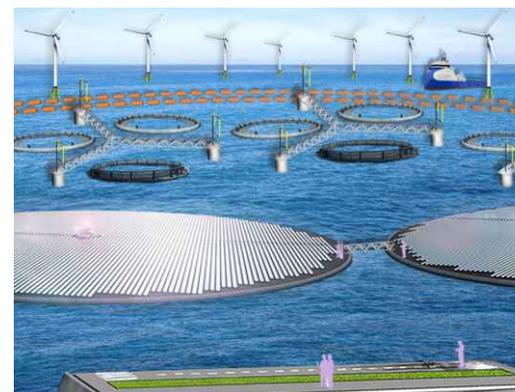
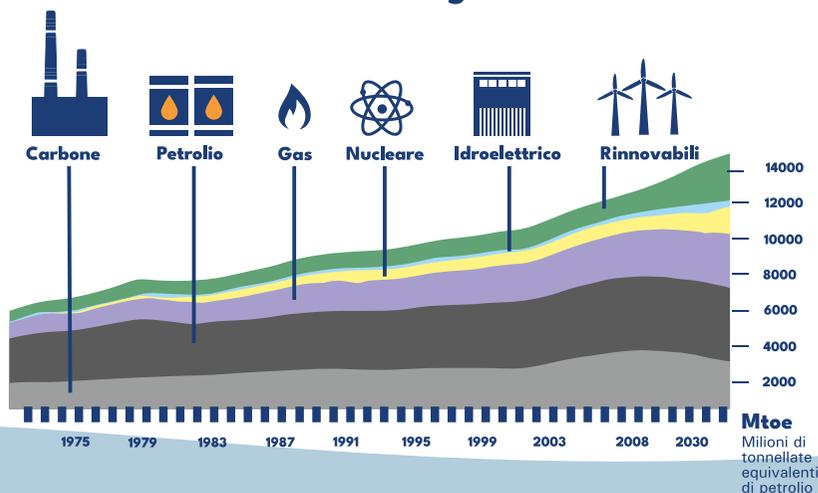


## Energia dal gradiente salino

### (energia osmotica)

Sfrutta l'energia osmotica derivante dalla differenza di salinità tra gli oceani e l'acqua dolce in corrispondenza delle foci dei fiumi

## Il consumo di energia nel mondo



## Il futuro nella Smart City galleggiante

L'**Arcipelago Energetico** si pone come esempio di smart city galleggiante, autonoma dal punto di vista energetico e capace di utilizzare l'energia prodotta da fonti rinnovabili marine per la produzione di combustibili liquidi (metanolo e idrogeno), nonché per i costosi processi di desalinizzazione di acqua marina e per le attività di acquacoltura.

L'arcipelago è costituito da un schieramento esterno di convertitori di energia dalle onde, con la duplice funzionalità di:

- ♦ estrarre energia dalle onde;
- ♦ fungere da diga, favorendo una riduzione del campo ondoso nella zona interna.

In questo modo all'interno si possono costruire dei moduli galleggianti ("isole"), ciascuno con delle funzionalità ben precise: dalla produzione di energia con pannelli solari, all'acquacoltura e ad altre attività produttive e ricreative.

Esternamente ai convertitori di energia dalle onde e in zone di mare con alto potenziale ventoso, una fattoria eolica galleggiante garantirà un importante apporto energetico alle attività presenti all'interno dell'arcipelago.

La flessibilità dell'Arcipelago energetico consente una progettazione mirata per lo sfruttamento delle risorse energetiche presenti nel sito, per essere integrata al meglio con le necessità produttive ed economiche delle comunità locali e per rappresentare il minore impatto possibile sull'ecosistema marino.

# Robotica marina

Gli oceani costituiscono un'immensa risorsa di cibo e di materie prime, ma sono ancora in gran parte **inesplorati** a causa delle difficoltà che l'uomo incontra ad operare in un ambiente così arduo da affrontare come quello marino.

La robotica marina è lo **strumento** che può aiutare l'uomo a vincere le sfide poste dall'esplorazione degli oceani e consentirgli di conoscere meglio, mettere a frutto e proteggere le enormi risorse in essi presenti.

## Il robot



Aiuta l'uomo supportando il subacqueo nelle sue attività e monitorandone le condizioni di salute



Sostituisce l'uomo eseguendo lavori ripetitivi come campionamenti lungo percorsi predefiniti in superficie o in profondità



Estende l'uomo permettendogli di intervenire da remoto in luoghi inaccessibili come i fondali marini, sotto il pack, sotto le pareti dei ghiacciai, nei campi minati

**ASV - Autonomous Surface Vehicle** battelli autonomi, lavorano in superficie, ad esempio per rilievo del profilo del fondale portuale e costiero



Charlie ASV

## Tipologie di robot marini

**AUV - Autonomous Underwater Vehicle** veicoli subacquei autonomi, lavorano nella colonna d'acqua, ad esempio per campionamenti su larga scala di parametri bio-chimico-fisici delle acque, per rilievo del profilo del fondale



**ROV - Remotely Operated Vehicle** veicoli subacquei filoguidati, lavorano in prossimità di strutture naturali e/o antropiche, permettendo l'interazione fisica con esse, ad esempio installazioni "offshore", condotte sottomarine, raccolta campioni



e-URoPe

## Il futuro della robotica marina

Robot modulari, trasformabili e portabili



POP ART

Nave estesa con robot subacquei e di superficie



ARES

Nave autonoma



La nave autonoma Yara Birkeland

### Robotica marina

Gli esseri costituiscono un'immensa risorsa di vita e di materia prima, ma sono presenti in gran parte... in mare dove il rischio che l'uomo inquina ed aggrava le condizioni può essere più difficile come quello terrestre.

La robotica marina è la tecnologia che permette l'uomo di vedere le aree profonde dell'oceano e di esplorare gli habitat e i cambiamenti di temperatura, salinità e pH e di proteggere le risorse marine in modo sostenibile.

**Il robot**

- Robotica marina**: Robotica marina: robotica marina: robotica marina.
- Estetica l'uomo**: Estetica l'uomo: Estetica l'uomo: Estetica l'uomo.
- Robustezza l'uomo**: Robustezza l'uomo: Robustezza l'uomo: Robustezza l'uomo.

**Strategie di robotica marina**

- Autonomia**: Autonomia: Autonomia: Autonomia.
- Intelligenza**: Intelligenza: Intelligenza: Intelligenza.
- Adattabilità**: Adattabilità: Adattabilità: Adattabilità.

**Il futuro della robotica marina**

- Autonomia**: Autonomia: Autonomia: Autonomia.
- Intelligenza**: Intelligenza: Intelligenza: Intelligenza.
- Adattabilità**: Adattabilità: Adattabilità: Adattabilità.



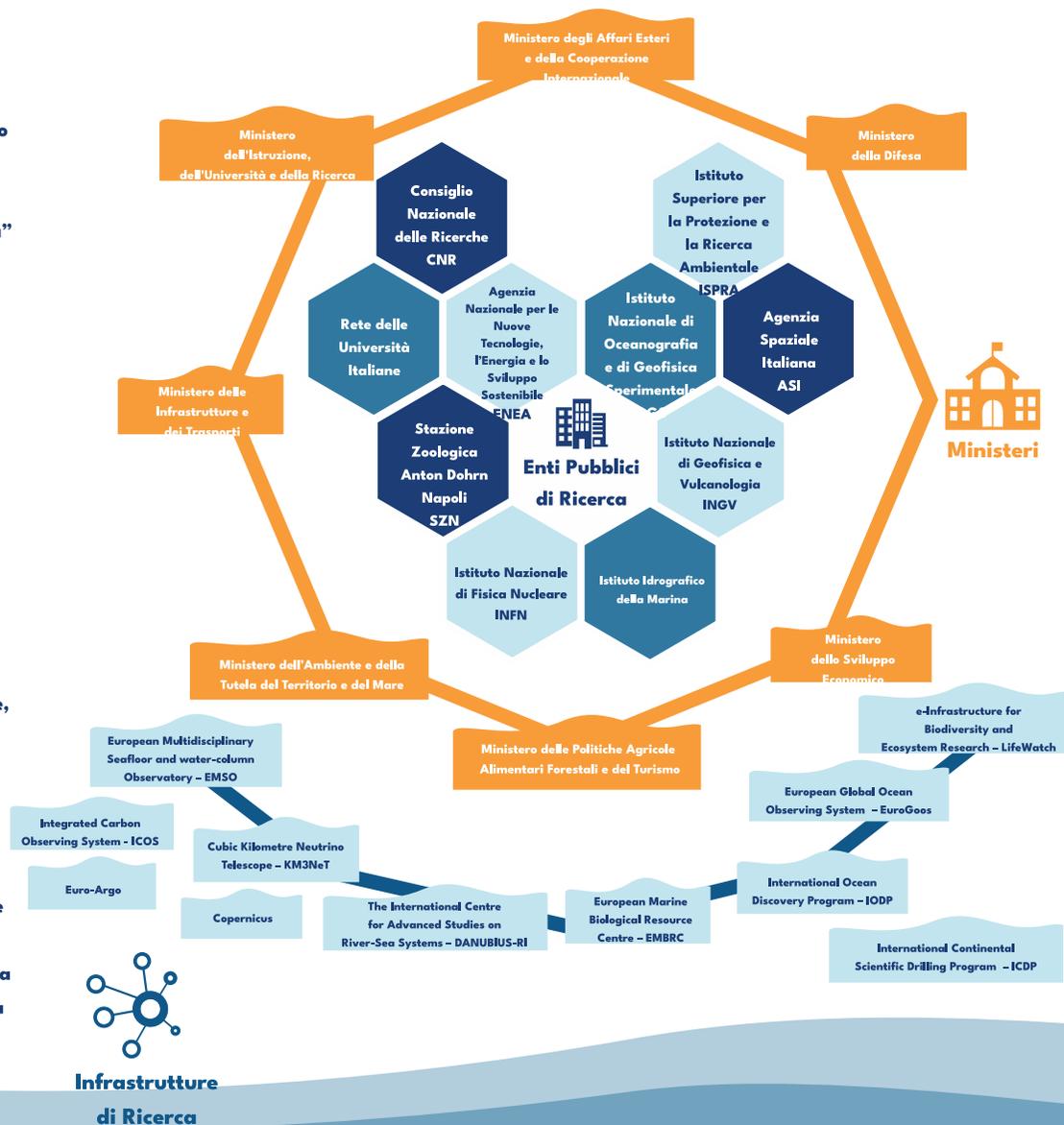
**Il robot e-URoPe (electronic - Underwater Robotic Pet) di Cnr - Istituto di Ingegneria del Mare**

Materiali estratti dalla mostra interattiva  
**AQUAE. Il futuro è nell'oceano**  
[aquae.cnr.it](http://aquae.cnr.it)

# La ricerca sul mare in Italia

Pensiamo l'oceano come un'illimitata vastità e, sbagliando, siamo portati a pensare che altrettanto illimitate siano le sue risorse e la sua resilienza a qualunque tipo di **pressione antropica**. Non è così. Dobbiamo ripensare l'economia tenendo conto che anche l'oceano, con i suoi ecosistemi e i suoi meccanismi di circolazione, vada preservato e protetto. Per due secoli la nostra società ha pensato la "crescita economica" come lineare e illimitata. A fronte di questa prospettiva, illusoria e non sostenibile, dobbiamo renderci conto di come l'oceano ci abbia fino ad ora 'aiutato' in modo silenzioso e insostituibile. L'**acidificazione** delle acque oceaniche consente di tenere il drammatico aumento di CO<sub>2</sub> in Atmosfera "soltanto" a poco più di 400 ppm invece che a oltre 600 ppm (in assenza di oceano); il **riscaldamento globale** sarebbe più drastico se l'oceano non assorbisse una grande quantità di calore portando però ad un'inevitabile aumento di volume delle sue acque e quindi all'**aumento del livello del mare** che percepiamo solo quando la nostra economia si trova a combattere l'erosione costiera o l'annegamento di intere isole oceaniche; infine, l'oceano è diventato un immenso "bidone delle spazzature" dove gettiamo sostanze chimiche disciolte e, negli ultimi 50 anni, ... **tantissima plastica** (su cui, fortunatamente, sta aumentando l'attenzione della società).

Non possiamo pensare di salvare l'ecosistema oceanico mantenendo inalterata la nostra idea di crescita economica e occupandoci solo di preservare qualche zona "bella" da usare magari in un quadro di turismo di massa industrializzato. Dobbiamo **studiare l'oceano**, le sue creature e i suoi fondali ma contemporaneamente dobbiamo cambiare la nostra economia passando ad una **economia circolare** che superi la produzione di rifiuti e l'impostazione "usa e getta" che il nostro Pianeta non può più sostenere neanche col paziente aiuto del suo oceano.



In Italia il sistema della ricerca marina è rappresentato da nove Enti e Istituti, vigilati da tre Ministeri e da una vasta rete di Università vigilate dal MIUR. Oltre 2000 tra ricercatori e tecnici, impegnati nelle diverse discipline che caratterizzano la ricerca marina e marittima, dirigono e partecipano a progetti internazionali, europei e nazionali, dedicati alla comprensione dei principali processi che caratterizzano e guidano l'evoluzione dell'ambiente marino e costiero e allo sviluppo di nuove tecnologie per un uso sostenibile e moderno delle sue risorse. Uno sforzo imponente che supporta in maniera attiva anche lo sviluppo dell'innovazione nel settore privato e dell'"economia blu del Paese" e contribuisce alla corretta applicazione della politica di gestione e protezione dell'ecosistema marino e all'attuazione della politica marittima integrata.

Fondamentali per le attività di ricerca e sviluppo delle realtà locali, oltre alla rete capillare di Istituti e Centri di eccellenza distribuiti su tutto il territorio nazionale, sono le Infrastrutture di Ricerca che rappresentano "ambienti" e piattaforme tecnologiche interconnesse a livello europeo per la crescita, il trasferimento della conoscenza e la formazione nei settori di punta del comparto marino e marittimo.



**Il Presidente della Repubblica Sergio Mattarella  
all'inaugurazione tenutasi in sede Centrale Cnr il 21 novembre 2018**

Materiali estratti dalla mostra interattiva  
**AQUAE. Il futuro è nell'oceano**  
aquae.cnr.it



**Il gruppo di progetto della mostra con il Direttore Generale del Cnr  
all'inaugurazione in sede Centrale Cnr il 21 novembre 2018**

Materiali estratti dalla mostra interattiva  
**AQUAE. Il futuro è nell'oceano**  
aquae.cnr.it

# AQUAE. Il futuro è nell'oceano

## **Gruppo di progetto del Consiglio Nazionale delle Ricerche**

**Unità Comunicazione afferente alla Presidenza**  
Daniela Gaggero, Francesca Messina, Filippo Sozzi

**Dipartimento Scienze del Sistema Terra e Tecnologie  
per l'Ambiente**  
Simona Longo, Antonello Provenzale, Fabio Trincardi

**Istituto di Scienze Marine**  
Lucilla Capotondi, Katrin Schroeder

**Istituto per lo studio degli Impatti Antropici e  
Sostenibilità in ambiente marino**  
Marco Faimali, Mario Sprovieri

**Istituto di Ingegneria del Mare**  
Gabriele Bruzzone, Massimo Caccia, Marina Landolfi,  
Alessandro Moriconi

**Istituto di Scienze Polari**  
Angelo Viola

## **Contributi scientifici**

**Istituto di Scienze Marine**  
Elisabetta Campiani, Simone Colella, Andrea Pisano,  
Gianluca Volpe

**Istituto per lo studio degli Impatti Antropici e  
Sostenibilità in ambiente marino**  
Maria Bonsignore, Chiara Gambardella, Francesca  
Garaventa, Marco Melita

**Istituto di Ingegneria del Mare**  
Massimo Guerra, Claudio Lugni, Andrea Mancini

**Istituto per le Risorse Biologiche  
e le Biotecnologie Marine**  
Luca Bolognini, Fabio Grati, Iole Leonori, Mauro  
Marini, Alessandro Lucchetti

**Istituto per le Tecnologie della Costruzione**  
Roberto Malvezzi, Paolo Mirabelli, Marco Padula,  
Francesca Picenni

## **Servizi a cura di Cnr Unità Comunicazione afferente alla Presidenza**

**Responsabile**  
Francesca Messina

**Progettazione scientifica exhibit e  
formazione animatori scientifici**  
Luca Balletti, Filippo Sozzi

**Design exhibit e progetto grafico**  
Daniela Gaggero

**Realizzazione exhibit e allestimenti**  
Manuele Gargano, Filippo Novara, Alberto Ravazzolo

**Logistica e rapporto con i fornitori**  
Patrizia Cecchetto, Claudia Valentini

**Servizi tecnico informatici**  
**sito web aquae.cnr.it**  
Alix Madeleine di Maio

**Segreteria e contabilità**  
Francesca Lupi

## **Altri contributi dalla rete Cnr**

**Sezione Acquisti - Ufficio Servizi Generali della  
Direzione Centrale**  
**Supporto alla Rete Scientifica e alle Infrastrutture**  
Emanuela Guadalupi

**Strumentazione scientifica**  
Mireno Borghini, Roberto Bozzano, Giorgio Bruzzone,  
Roberta Ferretti, Mauro Giacomelli, Angelo Odetti, Sara  
Pensieri, Edoardo Spirandelli

**Video "Il Plancton"**  
**Istituto per lo studio degli Impatti Antropici e  
Sostenibilità in ambiente marino**  
Angela Cuttitta, Gabriella Titone, Edulab  
**Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale**  
Ivan Ferrari, Francesco Gabellone, Francesco Giuri

**Si ringrazia**  
Sonia Albertazzi, Emilio Fortunato Campana, Andrea  
Felici, Francesca Gorini, Leonardo Langone, Marco Ligi,  
Gabriele Marozzi, Pierpaolo Orrico, Daniele Ranocchia,  
Marzia Rovere, Guido Villani

**Traduzioni**  
Barbara Pernati, Cnr Ufficio Programmazione  
e Grant Office

Materiali estratti dalla mostra interattiva

**AQUAE. Il futuro è nell'oceano**  
aquae.cnr.it