

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



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 m², 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



Consiglio Nazionale
delle Ricerche

AQUAE

Il futuro è nell'oceano



La ricerca sul mare in Italia

La ricerca sul mare in Italia è un settore in forte crescita, che coinvolge diverse discipline scientifiche e tecnologiche. Il CNR, attraverso i suoi Istituti, svolge attività di ricerca di base e applicata, contribuendo allo sviluppo di nuove tecnologie e alla comprensione dei processi oceanici. Le attività di ricerca sono organizzate in un sistema di Istituti e Centri di ricerca, che operano in modo sinergico per affrontare le sfide della ricerca oceanica.

Il sistema di ricerca è organizzato in un modo gerarchico, con il CNR che coordina le attività dei vari Istituti e Centri di ricerca. Le attività di ricerca sono suddivise in diverse aree, come la biologia marina, la chimica oceanica, la fisica oceanica, la geologia oceanica, la meteorologia oceanica, la paleontologia oceanica, la psicologia oceanica, la sociologia oceanica, la tecnologia oceanica, la medicina oceanica, la nutrizione oceanica, la politica oceanica, la storia oceanica, la filosofia oceanica, la religione oceanica, l'arte oceanica, la letteratura oceanica, la musica oceanica, il teatro oceanico, il cinema oceanico, la televisione oceanica, il giornalismo oceanico, il marketing oceanico, il management oceanico, il business oceanico, il diritto oceanico, la medicina oceanica, la nutrizione oceanica, la politica oceanica, la storia oceanica, la filosofia oceanica, la religione oceanica, l'arte oceanica, la letteratura oceanica, la musica oceanica, il teatro oceanico, il cinema oceanico, la televisione oceanica, il giornalismo oceanico, il marketing oceanico, il management oceanico, il business oceanico, il diritto oceanico.



Mari e oceani

La ricerca oceanica si concentra sulle vaste distese di acqua salata presenti sulla superficie terrestre. Gli oceani sono risorse inestimabili e sorgenti di risorse preziose, che forniscono cibo, energia e materie prime. La ricerca oceanica è fondamentale per comprendere i processi oceanici e per sviluppare nuove tecnologie e risorse.

OSSIGENO O_2 CO_2

Il 71% dell'ossigeno prodotto nel mondo proviene dagli oceani. Gli oceani sono la principale fonte di ossigeno per gli esseri viventi, grazie alla fotosintesi delle alghe e delle piante marine.

CLIMA

Gli oceani regolano il clima terrestre, assorbendo e rilasciando calore. Gli oceani sono la principale fonte di calore per l'atmosfera, che regola il clima. Gli oceani sono anche la principale fonte di umidità per l'atmosfera, che regola il clima.

BIODIVERSITÀ

Gli oceani ospitano una grande varietà di specie marine, che contribuiscono alla biodiversità globale. Gli oceani sono la principale fonte di biodiversità, che regola il clima e il ciclo della vita.

ECONOMIA

Gli oceani sono una fonte di risorse preziose, che regolano l'economia globale. Gli oceani sono la principale fonte di risorse per l'industria, che regola l'economia.

La profondità degli oceani

Oceano	Profondità (m)
Oceano Pacifico	11000
Oceano Atlantico	8600
Oceano Indiano	7000
Oceano Artico	7235
Oceano Antartico	5450
Mare Mediterraneo	3563

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



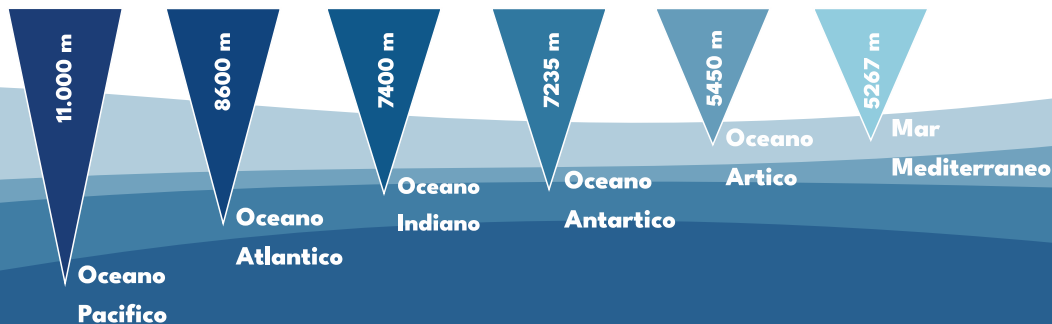
Mari e oceani



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

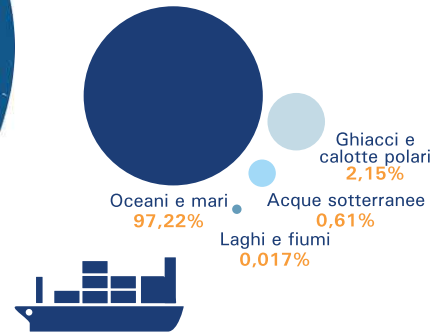
I **mari** sono invece insenature marginali degli oceani; sono più piccoli e generalmente diversi per caratteristiche

La profondità degli oceani



71%

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

O₂ & CO₂

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 CO₂ 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

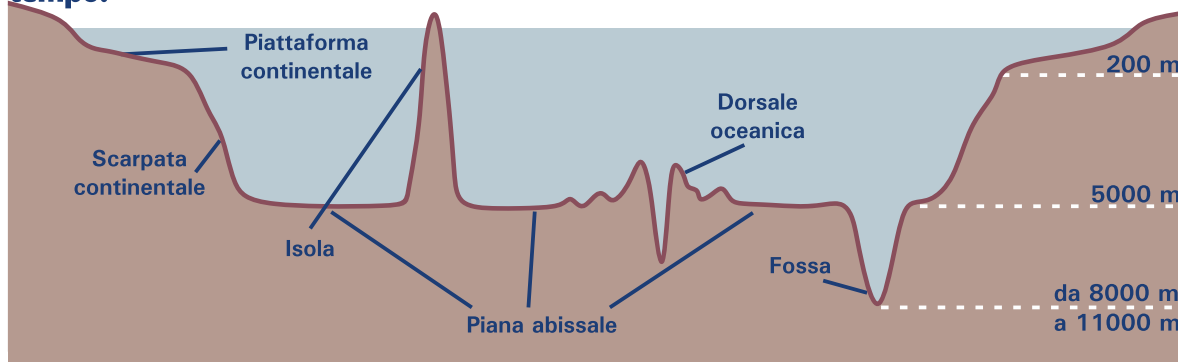


Il grande globo dei fondali oceanici

Materiali estratti dalla mostra interattiva
AQUAE. Il futuro è nell'oceano
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.

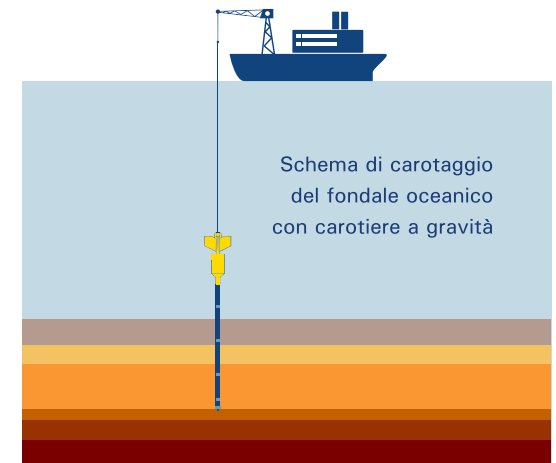
I carotaggi vengono effettuati dalla piattaforma continentale alla piana abissale. Queste indagini permettono di ottenere informazioni su sedimenti che risalgono fino a circa **200 milioni di anni fa**, età della più antica crosta oceanica.



Carota MR 83 - Sedimenti marini prelevati nel Mar Rosso



Posizionamento del carotiere a gravità per l'operazione di carotaggio



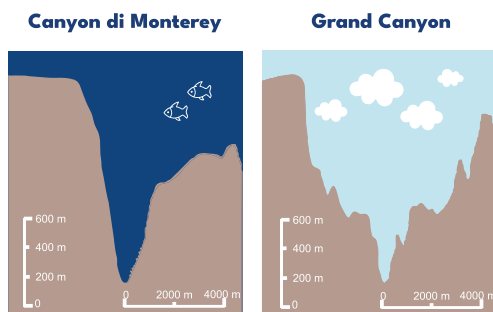
Lo sviluppo delle tecniche di carotaggio è iniziato negli anni Cinquanta e ha costituito una grande rivoluzione scientifica modificando le concezioni sul funzionamento del pianeta Terra. Attualmente i carotaggi **vengono effettuati in tutti gli oceani e mari**, in Artide e in Antartide.

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.

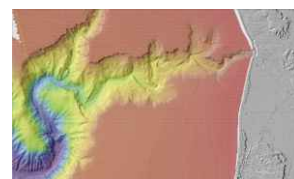
Paesaggio sottomarino

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.

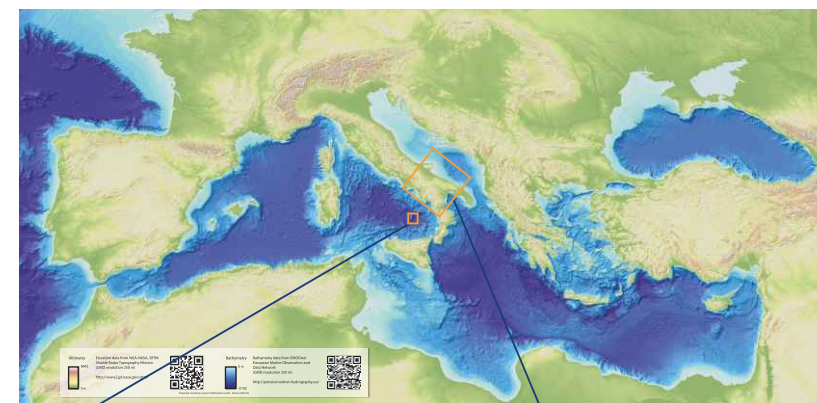


Le nuove tecniche di **misura della profondità** (rilievi batimetrici) offrono dettagli senza precedenti e consentono di ricostruire il paesaggio sottomarino con risoluzioni in alcuni casi decimetriche. Si tratta però di una conoscenza indiretta, come quella che i satelliti offrono della superficie di 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.

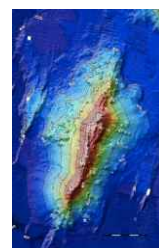


Batimetria del Canyon di Monterey

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

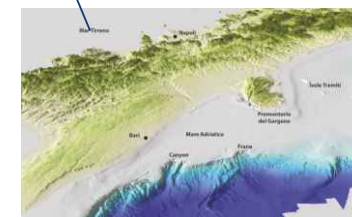


Lungo **60 km**
Largo **20 km**
Alto **3 km**
da 3400 a 489 m di profondità
Volume **1200 Km³**
Età **700 mila** anni

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



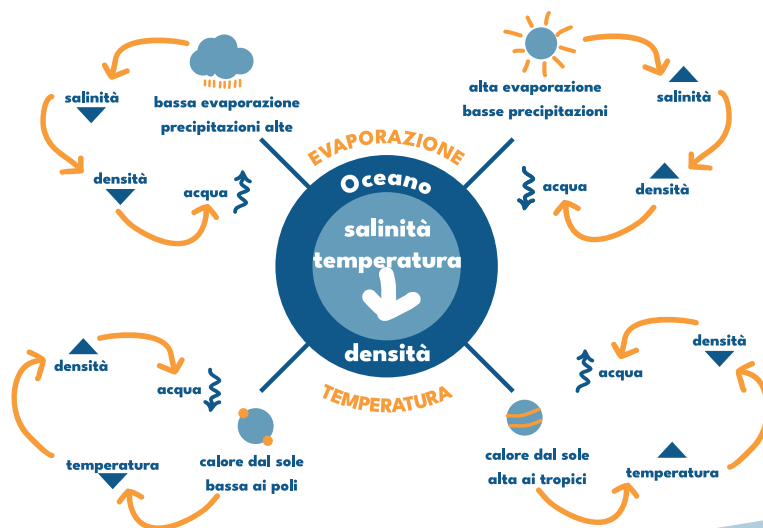
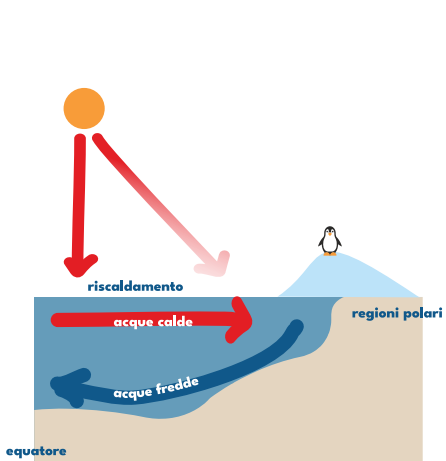
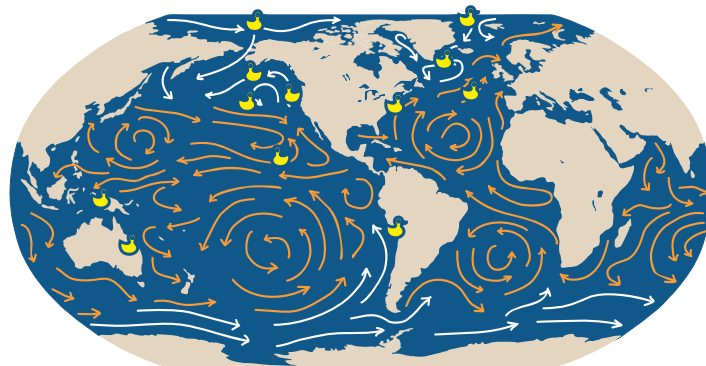
Vista 3D del modello digitale dell'Italia (toni di verde) della piattaforma continentale (grigio) e scarpata apula (blu), a 25 metri di risoluzione; sono evidenti **canyon** e **frane** sottomarine recenti in scarpata. Foto scattate da veicoli subacquei che documentano la vita di coralli nel buio a 600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



La dinamica degli oceani

“Duck Story”

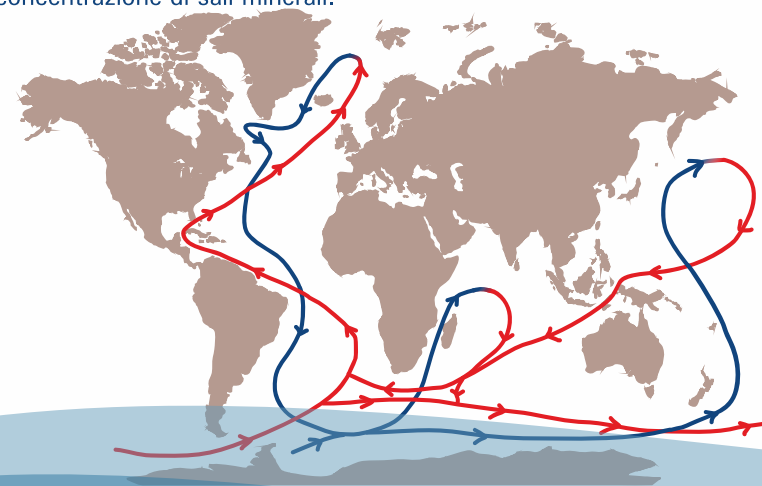
Una nave nel 1992 perde in mare un container carico di 29.000 **paperelle gialle**. Per oltre 20 anni questi giocattoli hanno attraversato gli oceani seguendo la circolazione globale, dando **preziose informazioni** agli scienziati sulle correnti e sui vortici oceanici.

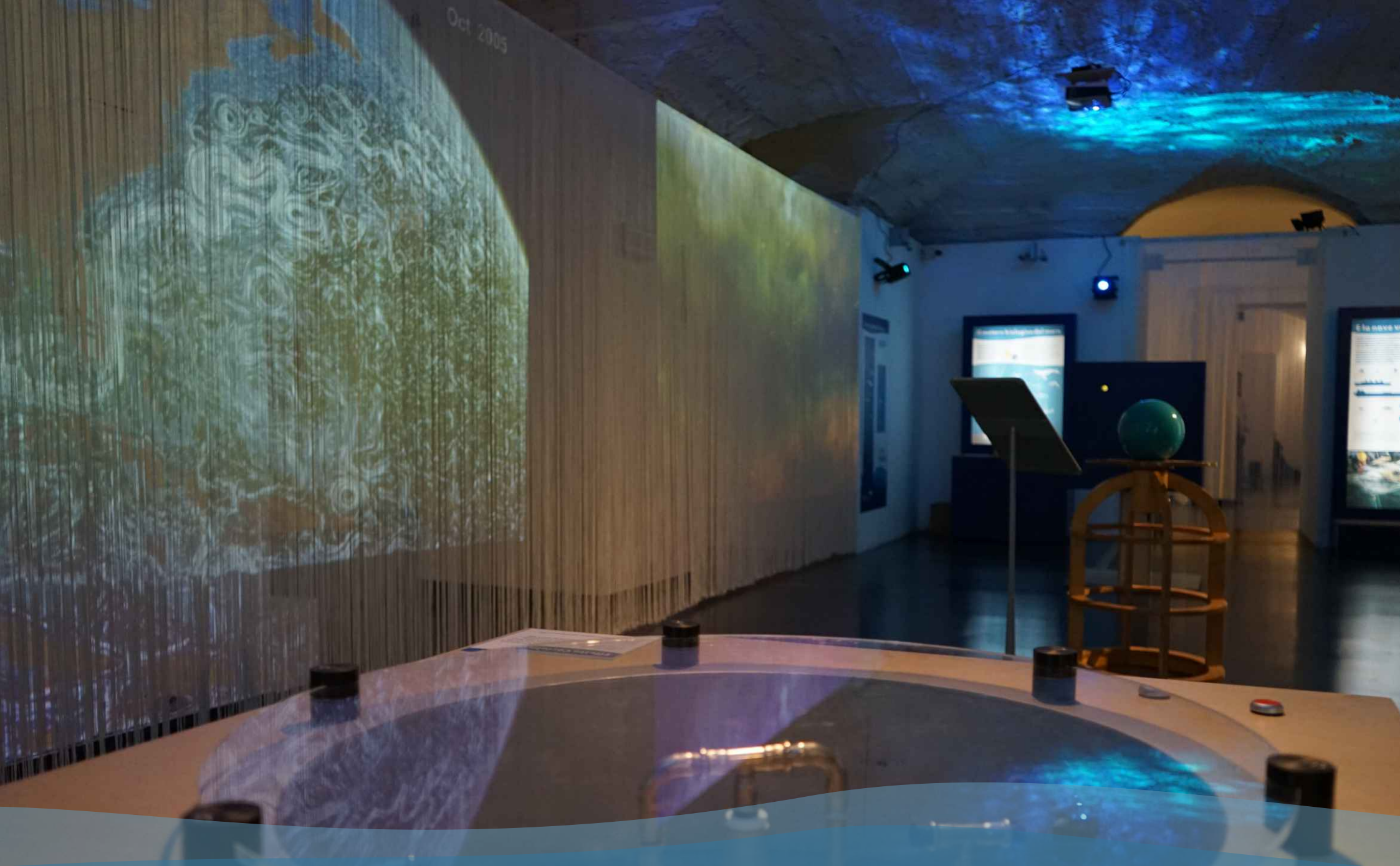


Circolazione globale

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

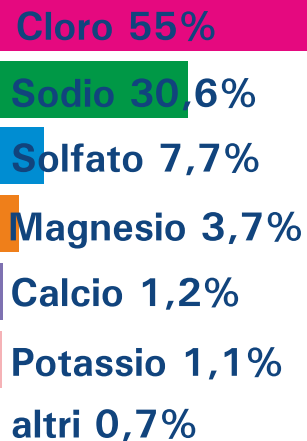
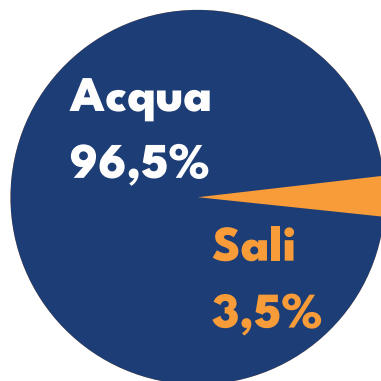
Sapore di sale

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.

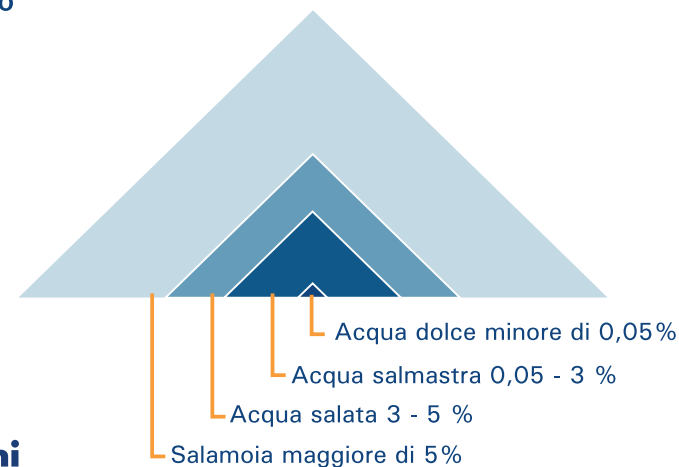
La salinità dei mari e degli oceani cambia con le condizioni locali della temperatura. Nei **mari caldi**, dove l'acqua superficiale è sottoposta a intenso irraggiamento solare e a forte evaporazione, può raggiungere **valori molto grandi**, mentre nei mari freddi scende a concentrazioni **significativamente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

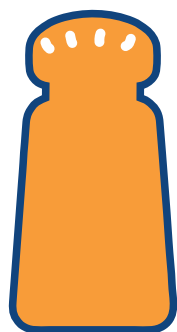
Composizione del mare



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

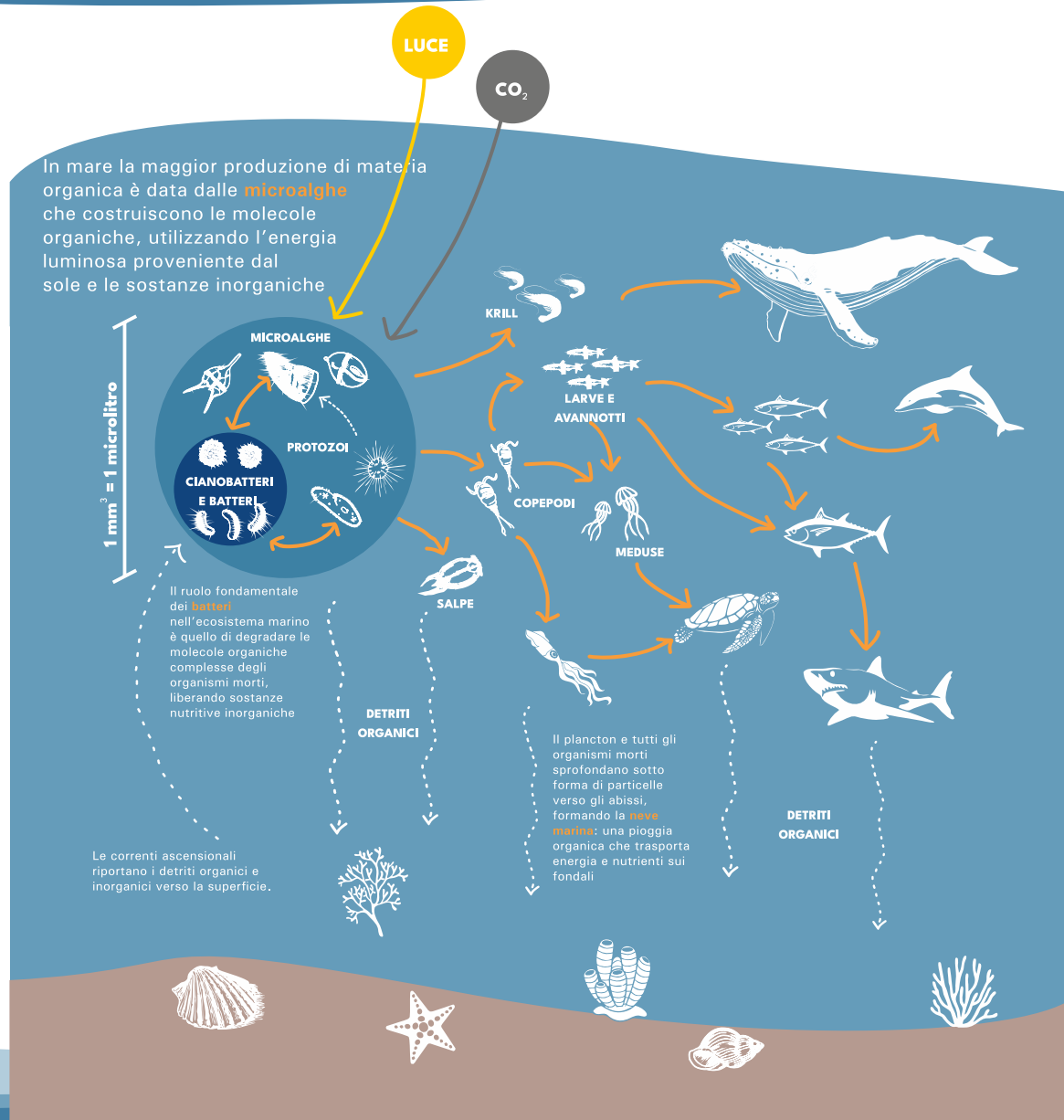
L'exhibit sulla salinità

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



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**.



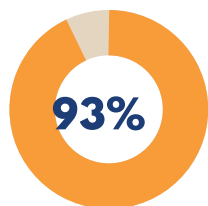
Gli esseri viventi presenti negli oceani costituiscono una enorme comunità di organismi in rapporto con l'ambiente che li circonda: l'insieme di queste due componenti - organismi e ambiente - forma un immenso **ecosistema**, il maggiore dell'intera **biosfera**. Le relazioni tra gli organismi marini 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

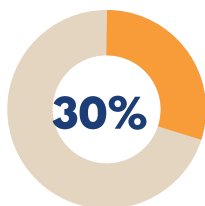
Gli oceani svolgono un ruolo fondamentale nella regolazione del clima sulla Terra. Assorbono calore nei periodi e nelle zone più calde e lo rilasciano lentamente nei periodi e nelle zone più fredde. Questa azione è così forte da regolare la variabilità meteorologica tra le stagioni e da influire sulla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

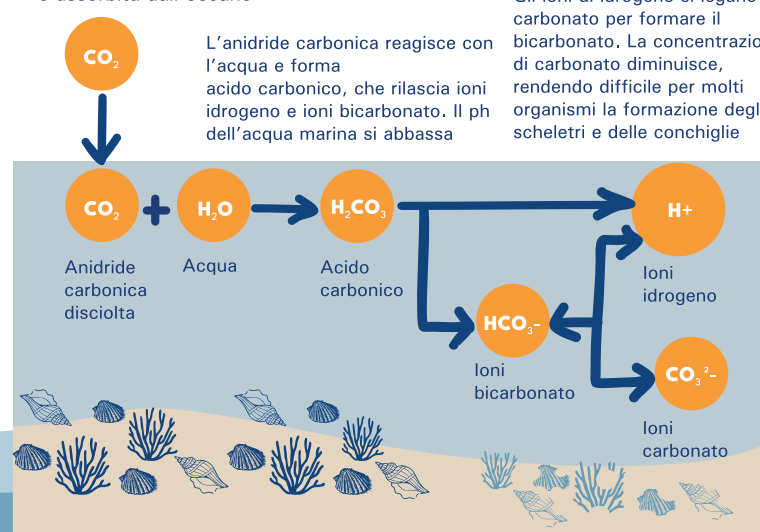


L'oceano rappresenta il principale serbatoio per il **ciclo dell'acqua** e, con i suoi continui scambi con l'atmosfera, è strettamente correlato al clima. Quando le molecole d'acqua vengono riscaldate, evaporano e passano all'atmosfera. Quasi tutta la pioggia che cade sulle terre emerse ha la sua origine 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

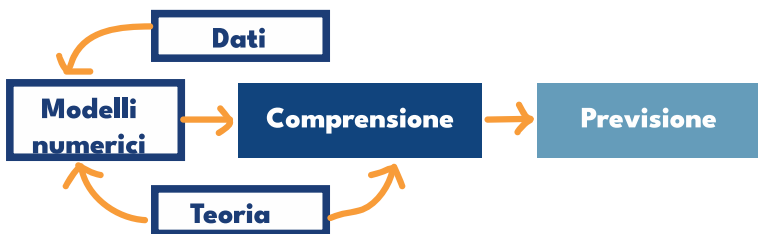
Perché studiamo gli oceani?

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 CO₂): 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



La pesca

Panel titled "La pesca" (Fishing) featuring a pie chart, a bar chart, and various icons representing different aspects of the fishing industry and environmental impact.

L'inquinamento dei mari

Panel titled "L'inquinamento dei mari" (Marine Pollution) featuring a large circular diagram with "80%" and "20%" segments, and various icons of pollution sources.

Osservare gli oceani

Panel titled "Osservare gli oceani" (Observing the Oceans) featuring a central flowchart with circular nodes and various icons of oceanographic equipment and research.

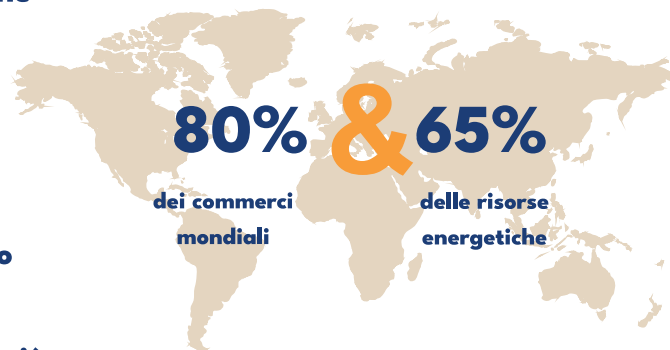


E la nave va

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

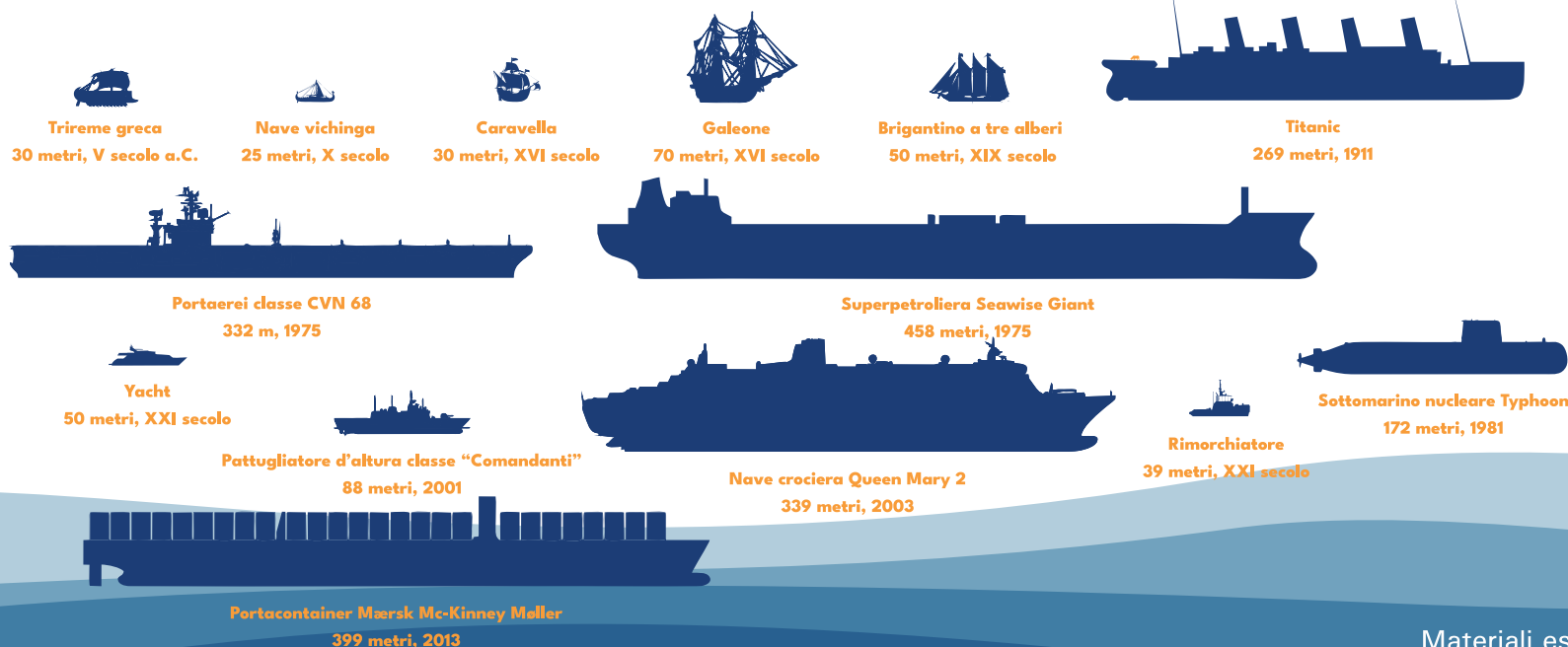
A partire dalla scoperta dell'America la navigazione estese gli orizzonti europei anche grazie al progresso nelle **costruzioni navali** ed all'aumento delle dimensioni dei natanti: passarono dalle 50 tonnellate delle piccole caravelle di Colombo fino alle 500 tonnellate dei galeoni secenteschi. Questa 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

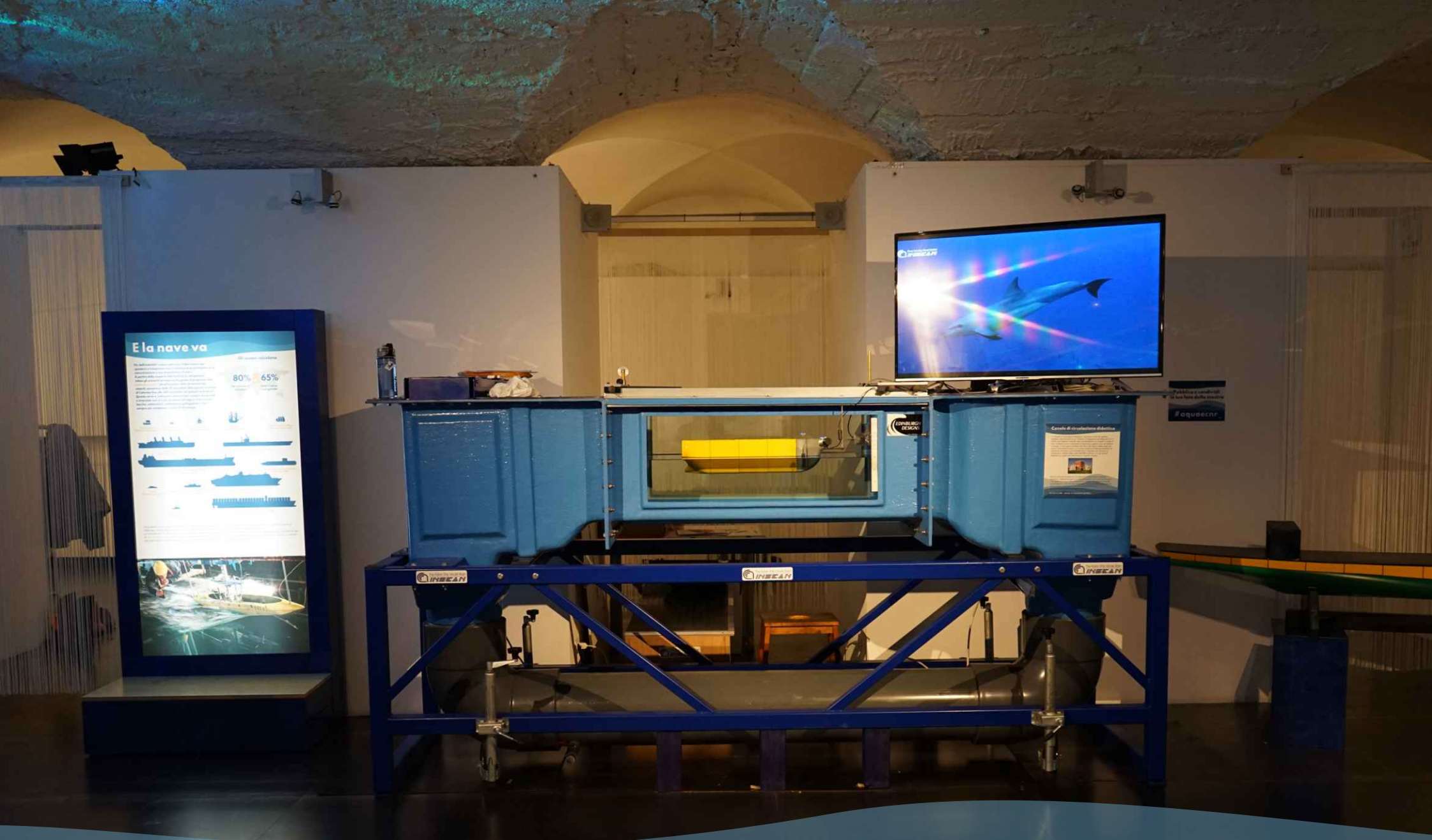


La progettazione e costruzione di navi e imbarcazioni è un settore in cui l'Italia svolge un ruolo di leader mondiale: nel nostro Paese si fabbricano il 50% delle grandi navi da crociera e i migliori yacht del mondo, dei quali è il maggior esportatore.

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.

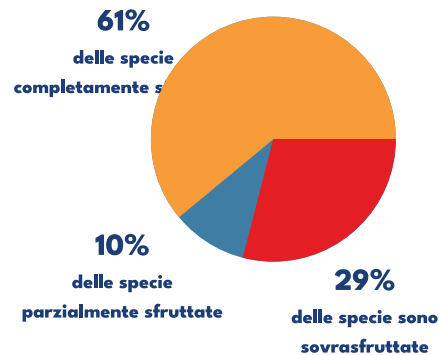


La **pesca nel Mar Mediterraneo** ha una cruciale importanza culturale, sociale ed economica, fornendo una importante fonte di reddito e sostenendo le tradizioni e lo stile di vita di molte comunità costiere. Tuttavia la pesca marittima nel Mar Mediterraneo deve affrontare importanti sfide: circa il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

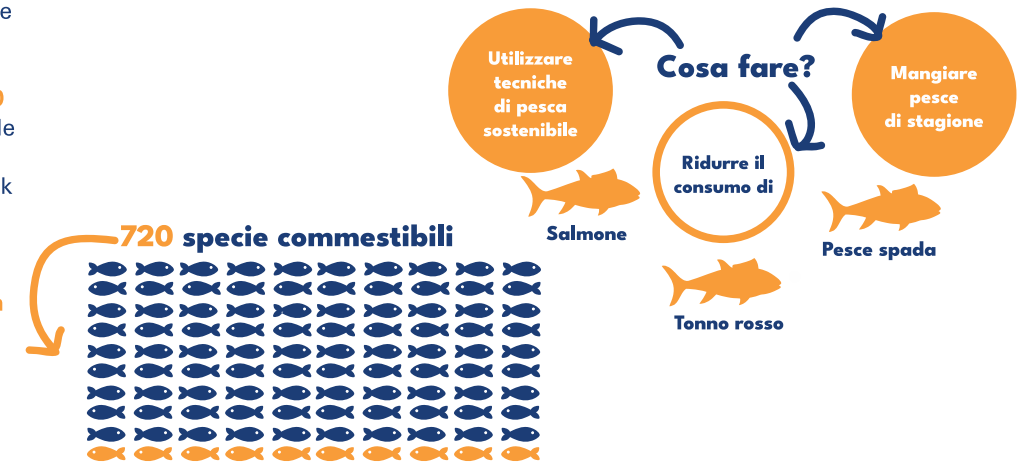
Durante il Summit sullo Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite a New York nel settembre 2015, i leader mondiali hanno presentato una serie di 17 obiettivi di **sviluppo sostenibile** per porre fine alla povertà, combattere la disuguaglianza, l'ingiustizia e affrontare il problema del cambiamento climatico 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

Specie marine aliene

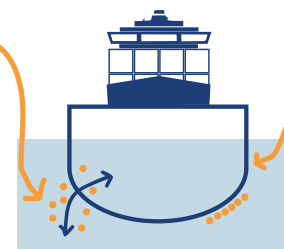
Le specie aliene comprendono tutti quegli organismi introdotti dall'uomo, intenzionalmente o meno, in una regione diversa da quella della loro distribuzione naturale. Le **specie aliene** sono considerate una delle principali cause di riduzione della biodiversità dovuta all'alterazione degli equilibri 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.

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 m³

Superficie dello scafo a disposizione del "bio-fouling": 20.300 m²

Organismi marini trasportati

1.129 organismi/m² sullo scafo

da 3.000 a 50.000 individui/m³ nelle acque di zavorra



Commercio di specie per acquari



Acquacoltura



Costruzione di canali

Come arrivano nel Mar Mediterraneo?



Navigazione



Commercio di crostacei vivi

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

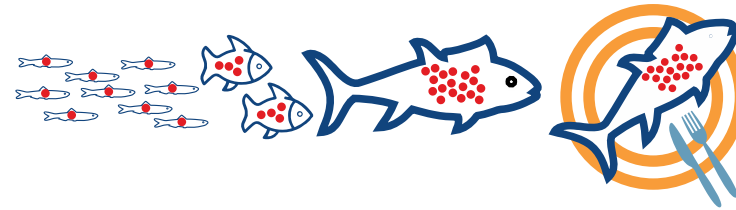
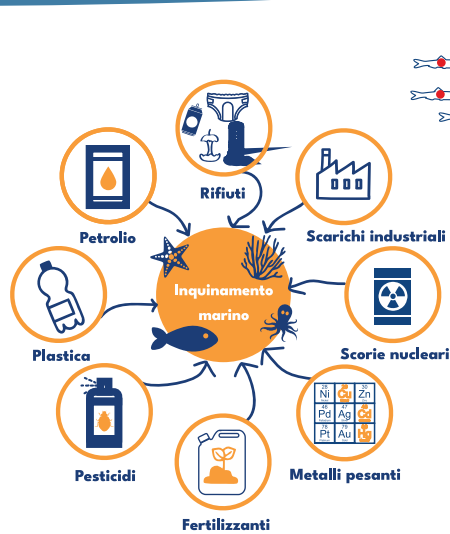
Materiali estratti dalla mostra interattiva
AQUAE. Il futuro è nell'oceano
aquae.cnr.it

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%

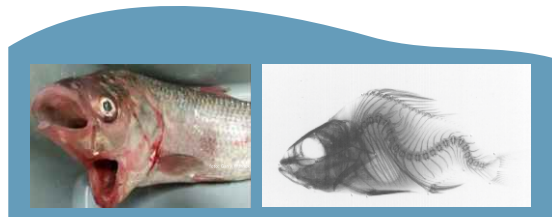
dell'inquinamento dei mari proviene da attività svolte in mare (pesca, acquacultura, trasporti marittimi, estrazioni petrolifere ecc...)

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

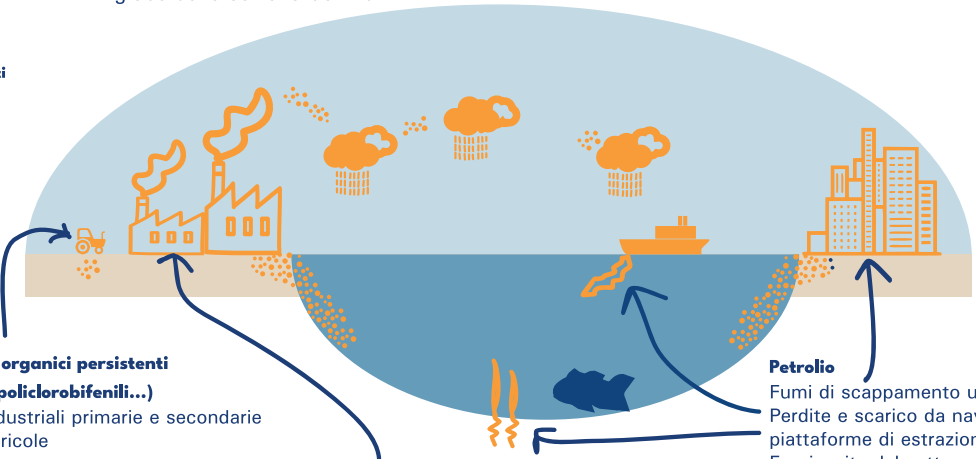
Metalli pesanti
Cr Cu Cd

Metilmercurio
 H_3C-Hg^+

Policlorobifenili



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



Inquinanti organici persistenti (pesticidi, policlorobifenili...)
Attività industriali primarie e secondarie
Attività agricole

Metalli pesanti
Attività industriali ed estrattive
Discariche

Petrolio
Fumi di scappamento urbano
Perdite e scarico da navi e piattaforme di estrazione
Fuoriuscite dal sottosuolo

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

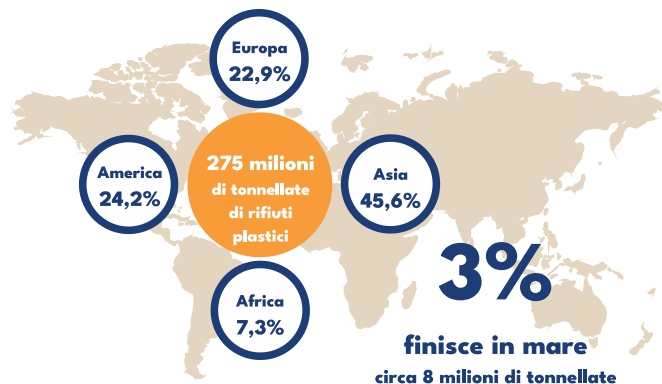
La plastica non è inquinante in quanto tale, lo diventa quando viene **abbandonata** nell'ambiente anziché essere smaltita correttamente

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

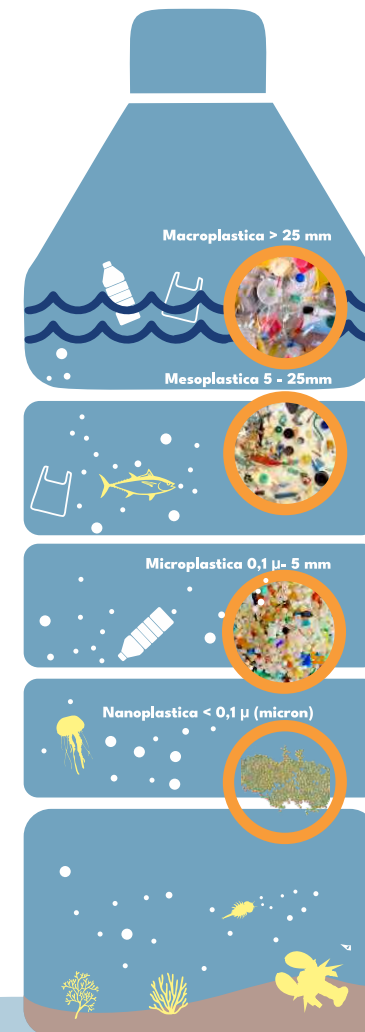


Il motivo per cui la plastica diventa parte dei rifiuti marini, ovvero **Marine Litter**, è la mancata gestione del rifiuto e la non corretta applicazione delle **tre «R»**

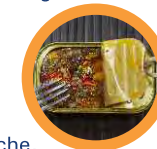
Quanta plastica finisce in mare ogni anno?



Macro-Micro-Nano plastiche

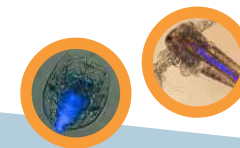


Gli organismi marini di grandi dimensioni possono subire danni dalle **macroplastiche** e **mesoplastiche** perché vi rimangono intrappolati oppure, scambiandole per cibo, vengono soffocati



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

Con il termine **energia dal mare** si fa riferimento ad una serie di tecnologie, anche molto diverse tra loro, che sfruttano il potenziale energetico degli oceani. Molte di queste tecnologie si trovano ancora in una fase di studio, ma le possibilità di sviluppo sono molto incoraggianti.



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 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 dal gradiente salino (energia osmotica)

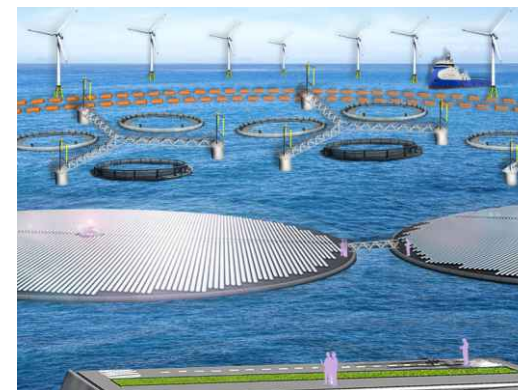
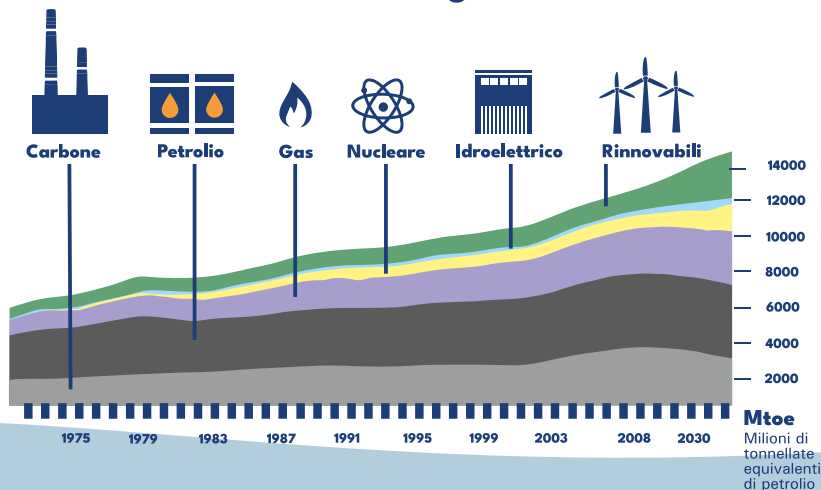
Sfrutta l'energia osmotica derivante dalla differenza di salinità tra gli oceani e l'acqua dolce in corrispondenza delle foci dei fiumi



Energia dalle correnti

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

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

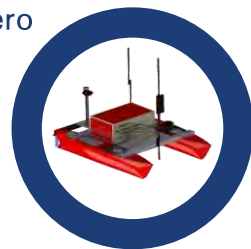


Sostituisce l'uomo eseguendo lavori ripetitivi come campionamenti lungo percorsi predefiniti in superficie o in profondità



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

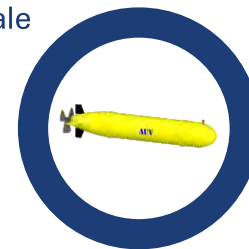
ASV - Autonomous Surface Vehicle battelli autonomi, lavorano in superficie, ad esempio per rilievo del profilo del fondale portuale e costiero



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.

Strategie di robotica marina

- Robotica marina**: Robotica marina: Robotica marina: Robotica marina.
- Robotica marina**: Robotica marina: Robotica marina: Robotica marina.

Il futuro della robotica marina

- Robotica marina**: Robotica marina: Robotica marina: Robotica marina.
- Robotica marina**: Robotica marina: Robotica marina: Robotica marina.



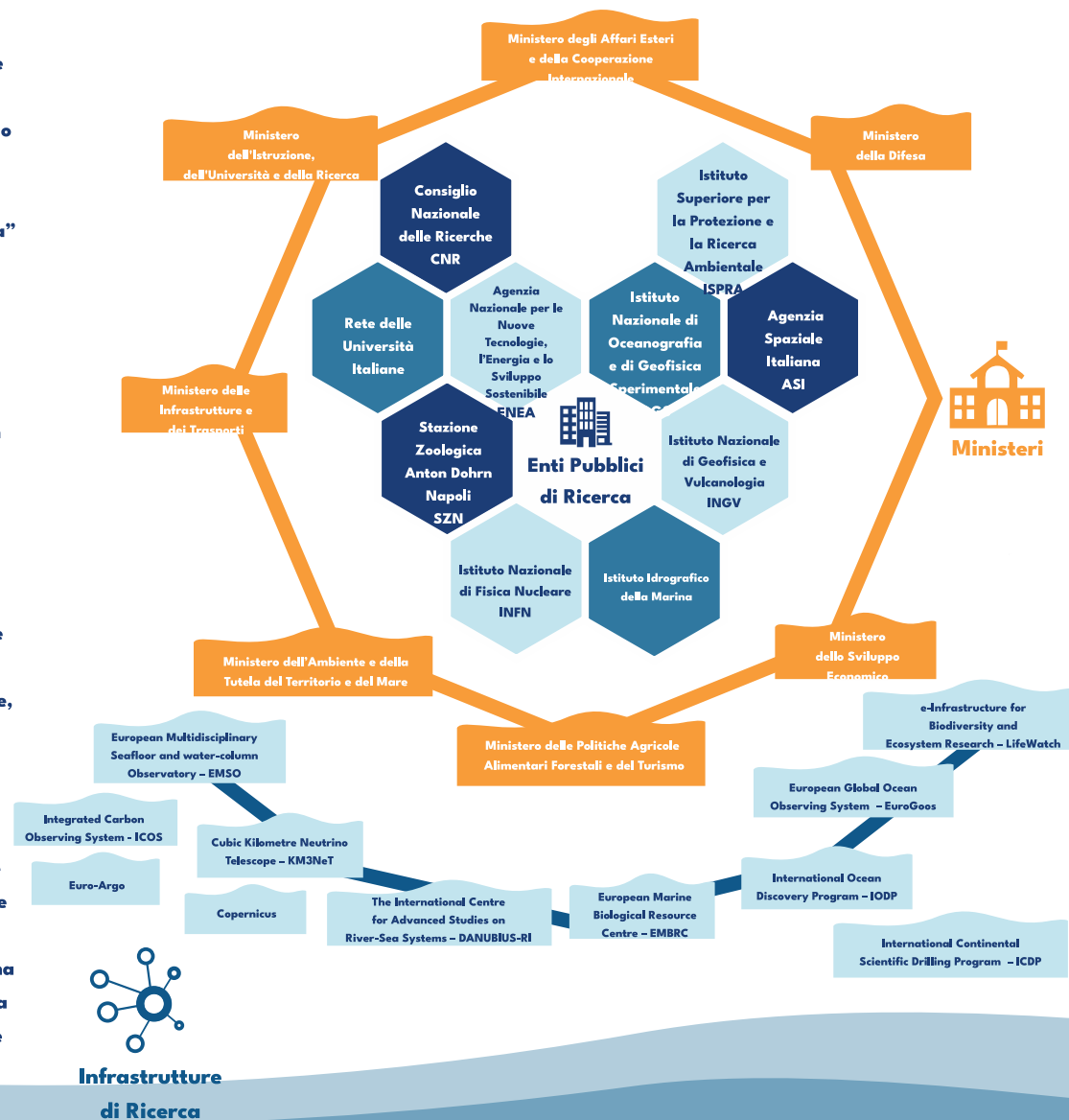
Il robot e-URoPe (electronic - Underwater Robotic Pet) di Cnr - Istituto di Ingegneria del Mare

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

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 CO₂ 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