



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

Corso di Laurea
Scienze biologiche

IMPATTI ANTROPOGENICI MULTIPLI SU ECOSISTEMI MARINI
DELLE ISOLE GALAPAGOS

MULTIPLE ANTHROPOGENIC IMPACTS ON MARINE
ECOSYSTEMS OF THE GALAPAGOS ISLANDS

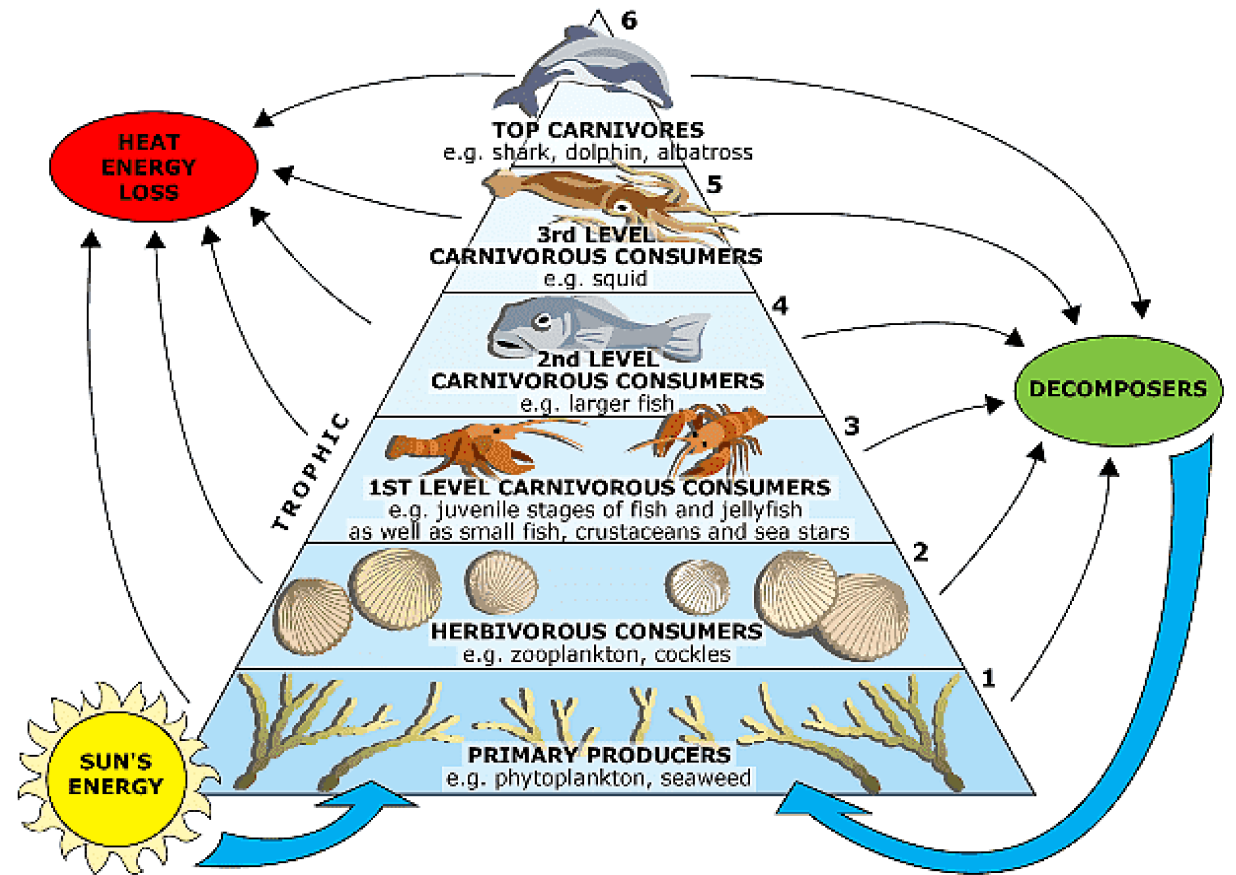
Tesi di Laurea
di:
MAZZARINI MATTEO

Docente Referente
Chiar.mo Prof.
CORINALDESI CINZIA

Sessione autunnale 18 dicembre 2024
Anno Accademico 2023-2024

CHE COS'E' UN ECOSISTEMA MARINO

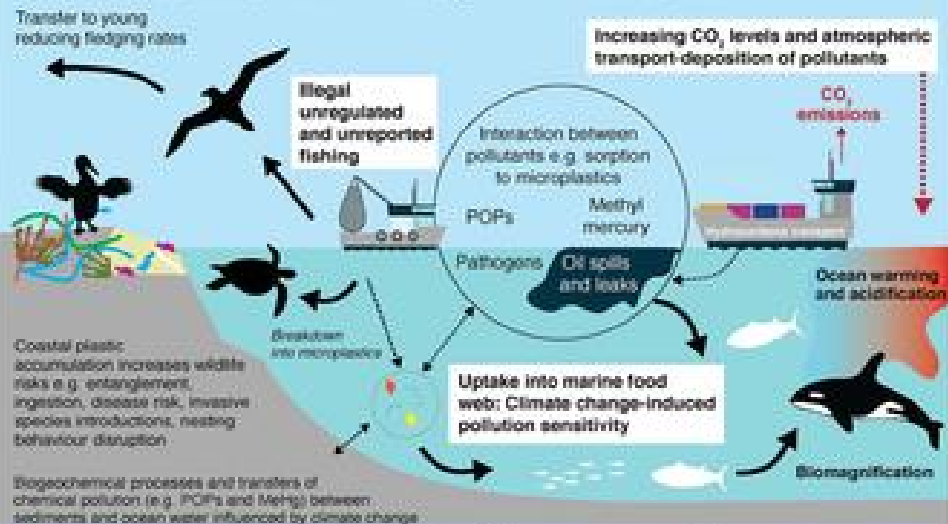
Consiste in una unità topografica composta dal **BIOTOPO** **acqua marina** e una **BIOCENOSI** formata dai diversi **organismi vegetali ed animali** che si connettono tra loro costituendo un **unicum dinamico** in costante equilibrio.





- ❖ L'arcipelago delle **Isole Galápagos** rappresenta un insieme di particolari modelli di **ecosistemi marini**. E' costituito da 13 isole posizionate al **centro dell'Oceano Pacifico**, di fronte alle coste dell'**Ecuador**.
- ❖ La fauna risulta essere di un interesse straordinario: difatti circa il **75% degli Uccelli** e il **97% dei Mammiferi marini e dei Rettili** sono **endemici**.
- ❖ A fronte dell'esponenziale crescita demografica, il 18 Marzo 1986 fu istituita la **Riserva Marina delle Galápagos (GMR)**.

Chemical and plastic pollution in Galapagos in the Anthropocene



Potential impacts from marine pollution, fishing pressure and climate change on the health and fitness of species

Plastic pollution



Entanglement causes injury and mortality in marine vertebrates
Ingestion of microplastics increases chemical and biological pollutants risks
Microplastics contamination of turtle and marine iguanas nesting beaches may affect temperatures and sex ratios
Debris incorporation in seabirds nests may affect reproductive success

Chemical pollution



Legacy and emerging persistent organic pollutants (POPs), chemicals of emerging concern and toxic metal contamination in marine mammals, seabirds and fish (e.g., immunotoxicity, endocrine disruption and reproductive impairments)
Protracted and sublethal toxic effects altered by climate change at the individual and population levels affecting evolutionary traits in the long term

Biological pollution



Ecosystem regime shifts from marine invasive species introductions
Galapagos fauna exposed to new pathogens and emerging infectious diseases driven by climate change

Light and acoustic pollution

Sea turtle hatchlings disoriented affecting population recruitment and survival
Migration and communication impacts from acoustic pollution on various marine fauna

IUU Fishing



Fishing pressure due to illegal, unreported, unregulated (IUU) fishing
Cascade effects in the foodweb ("fishing down foodwebs") with implications for evolutionary traits in fish (e.g. decreasing fish size)

Cumulative impact of multiple ecotoxicological and fishing pressure stressors can affect standing genetic variance of populations increasing vulnerability to climate

La crescita demografica ha prodotto **TRE** fattori di stress:

- **Inquinamento oceanico** locale e globale
- **Pesca intensiva** non regolata
- **Cambiamenti climatici** locali

I quali **interagiscono** tra loro tramite seguenti relazioni:

- interazioni tra **cambiamento climatico e inquinamento marino**
- pesca intensiva e interazioni con **l'inquinamento marino**

OBBIETTIVI

- **Esaminare come l'impatto antropogenico sta cambiando le isole**
- **Fornire nuove soluzioni per mitigare questo impatto**

Sono stati utilizzati i motori di ricerca **Google Scholar**, **Web of Science Core Collection** e **PubMed** tramite parole chiave come **'inquinanti'**, **'cambiamenti climatici'**, **'pesca industriale'**.

Inoltre sono stati utilizzati:

- Due **tabelle di supporto** con dati riguardanti l'inquinamento marino.
- Dati inerenti a **catture marine** e stime di **pesca non regolamentata** tra il 1950 e 2018.
- Tre database contenenti informazioni sulle **variazioni** del fenomeno **El Niño** in relazione all'**aumento** della **temperatura oceanica**.



INQUINAMENTO MARINO



Misurate altissime concentrazioni di **Coliformi Fecali** intorno alle acque del GMR.



Dal 2005 al 2008 la loro **concentrazione** è aumentata di **30 volte**, con picchi di più di **1400 CFU/mL**.



Una concentrazione così alta aumenta il rischio di **trasmissione orizzontale**.



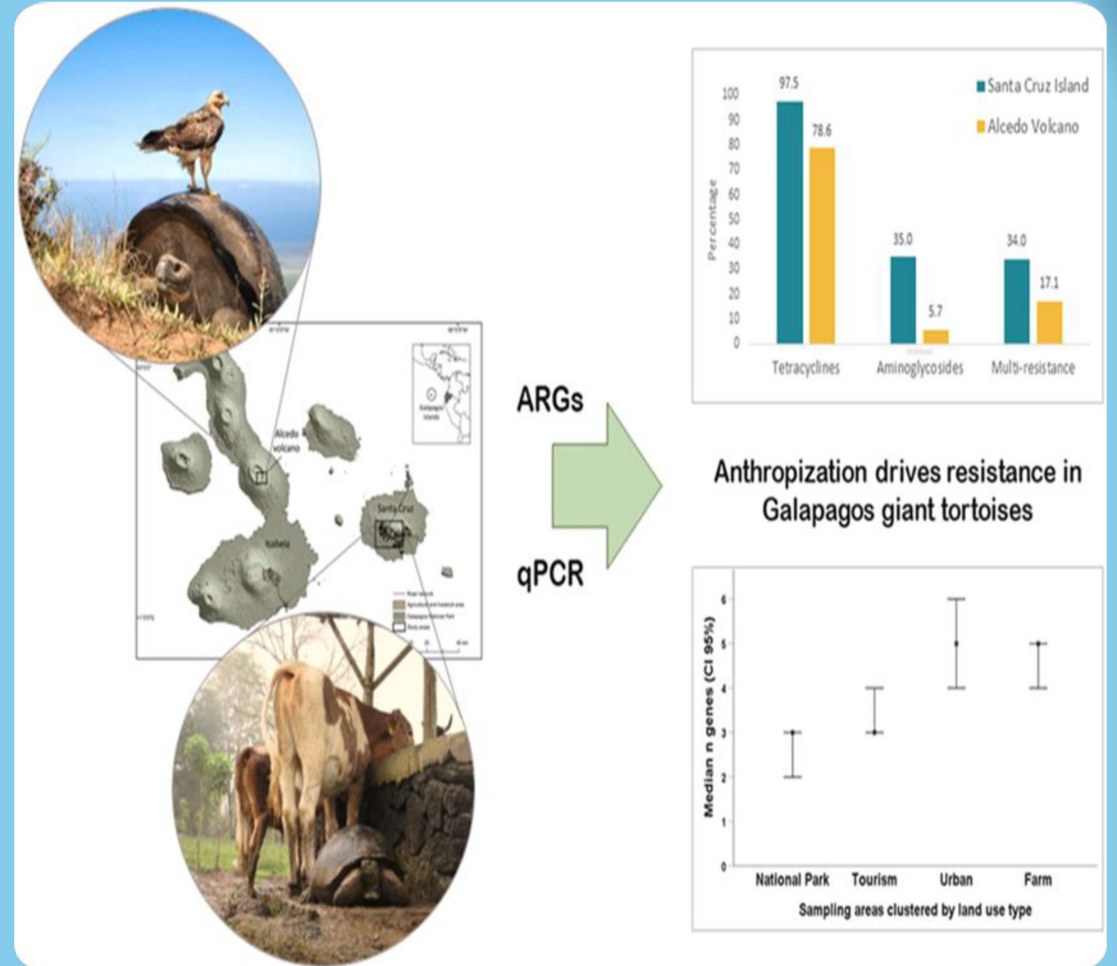
Indagini sierologico-epidemiologiche hanno rivelato un **passaggio di specie** di **morbillivirus e leptospirosi** avvenuto da animali domestici a leoni marini.



Sono stati trovati **ARGs** (geni resistenti agli antimicrobici virali) in specie di tartarughe **Chelonoidis**.



Essi prosperano grazie all'uso smodato di **antibiotici e antivirali** nelle industrie delle isole.



FUORIUSCITE DI PETROLIO E DIPENDENZA DAI COMBUSTIBILI FOSSILI

Turismo e pesca sono i principali servizi che utilizzano i combustibili fossili: nel **2014** ne sono stati consumati circa **38 mln** di litri.

La nave MV Jessica nel **2001** riversò circa **900.000 litri** di carburante in mare.

I combustibili producono effetti a **lungo termine**: nelle **iguane marine** autoctone sono stati rilevati livelli alti **di corticosterone plasmatico** causando loro ridotta crescita.

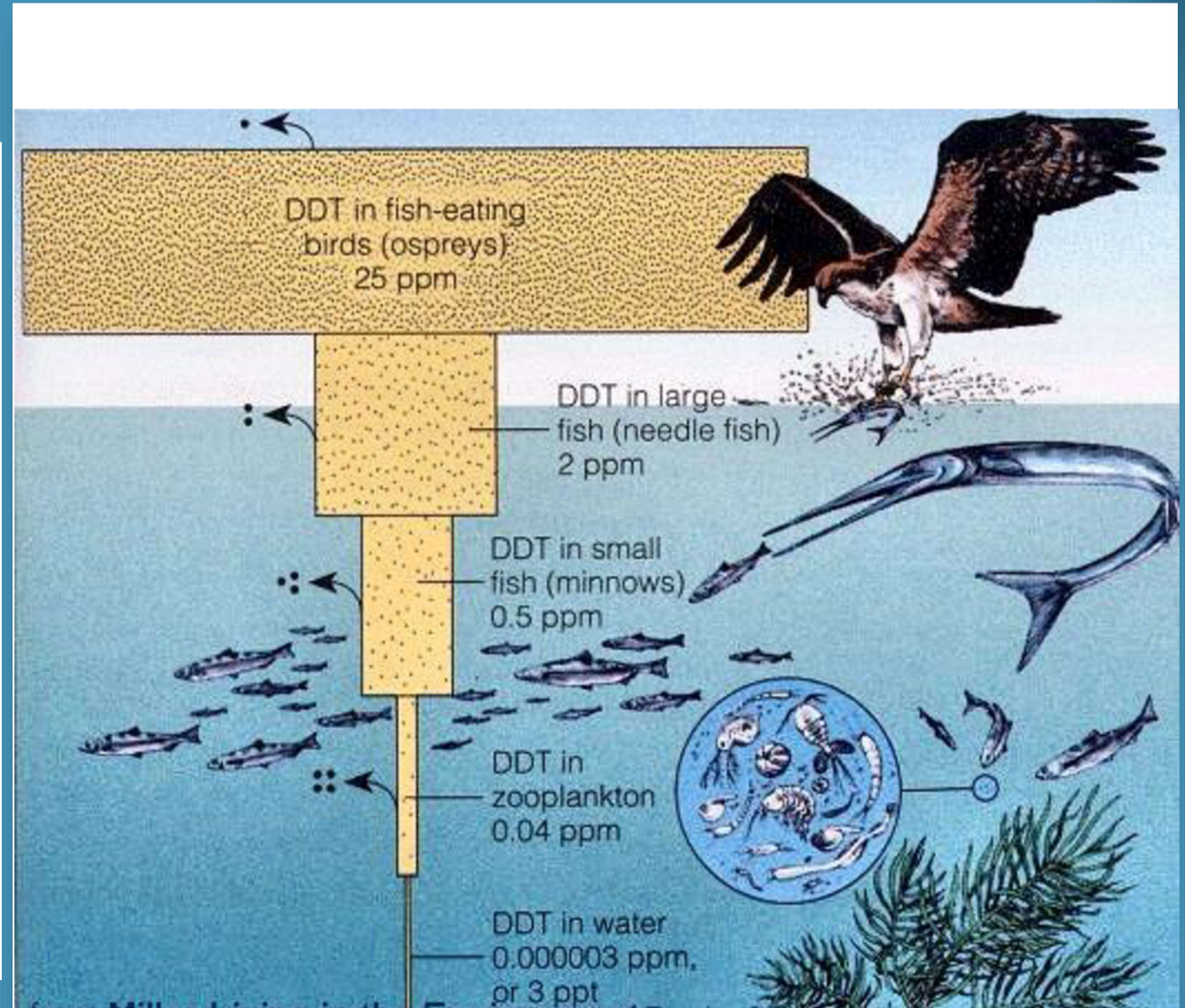


INQUINANTI CHIMICI

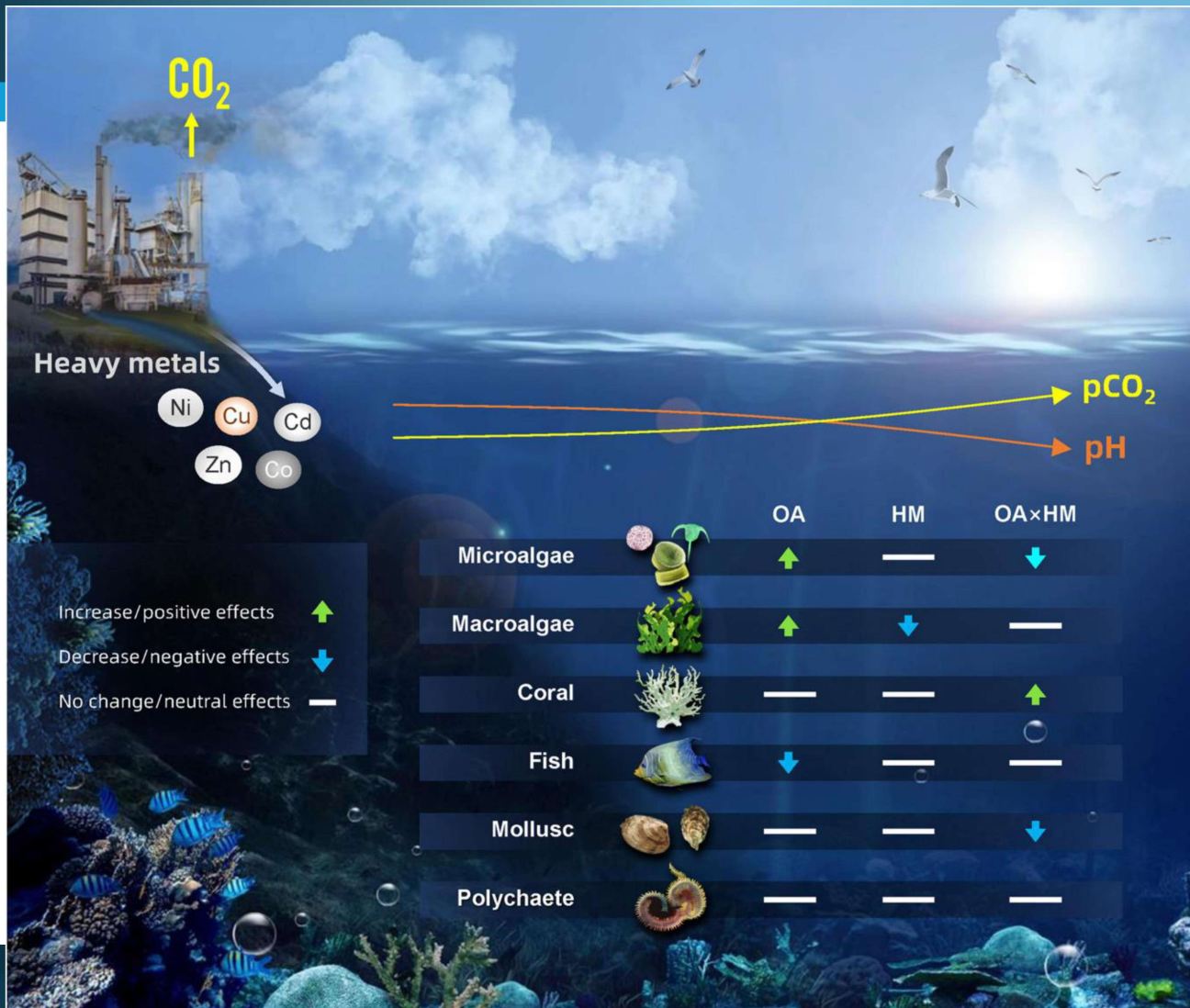
Sono **meno evidenti** dei combustibili tossici ma anche essi hanno **effetti a lungo termine**.

I più pericolosi sono i **POP (Persistent Organic Pollutants)**, di cui ne fa parte il **DDT (Diclorofeniltricloroetano)**.

Nella popolazione di **leoni marini** ne sono state trovate altissime concentrazioni, provocando loro un effetto **antiadrenergico** causando la **femminilizzazione** nei neonati.



METALLI PESANTI



Alta concentrazione di **Hg, Pb, e Cu** rilevate in organismi quali grandi pesci pelagici (**tonni e squali**) e pinnipedi marini.

La loro **concentrazione** aumenta a causa di **antivegetativi (TBT)** e del **trasporto transpacifico** tramite **flusso di correnti** dal continente sudamericano.

Inoltre i metalli sono soggetti a **biomagnificazione**, accumulandosi sempre più nei **tessuti** degli organismi man mano che si risale la **catena alimentare**.

INQUINAMENTO DA PLASTICA

Macroplastiche

Nelle Galápagos, la **produzione massima** di plastica è stata stimata di **25-30 t/giorno**, di cui oltre il **50%** è prodotta nell'isola di **Santa Cruz**.

Inoltre una recente ricerca che identifica le fonti **di detriti di plastica galleggianti** a livello del **Pacifico sud orientale** ha evidenziato le **coste continentali** come **fonti di inquinamento** da plastiche.

Sono state osservate **interazioni** della **fauna locale** con le macroplastiche:

- I **fringuelli** di San Cristóbal includono **detriti** di plastica nei loro nidi
- I **leoni marini** interagiscono con **attrezzi** da pesca galleggianti, **pezzi** di plastica, nylon e **corde**



Microplastiche

Le microplastiche causano diverse **disfunzioni enzimatiche ed ormonali** negli organismi, come **blocco degli enzimi della crescita e produzione di steroidi**.

Agiscono come **vettori per gli agenti inquinanti** facilitandone il trasporto: tramite la loro **biomagnificazione** si alza ad esempio la **concentrazione dei POP** nei tessuti degli organismi.

Causano infine **problemi di salute all'uomo** tramite **consumo** di pesce contenente queste microplastiche.

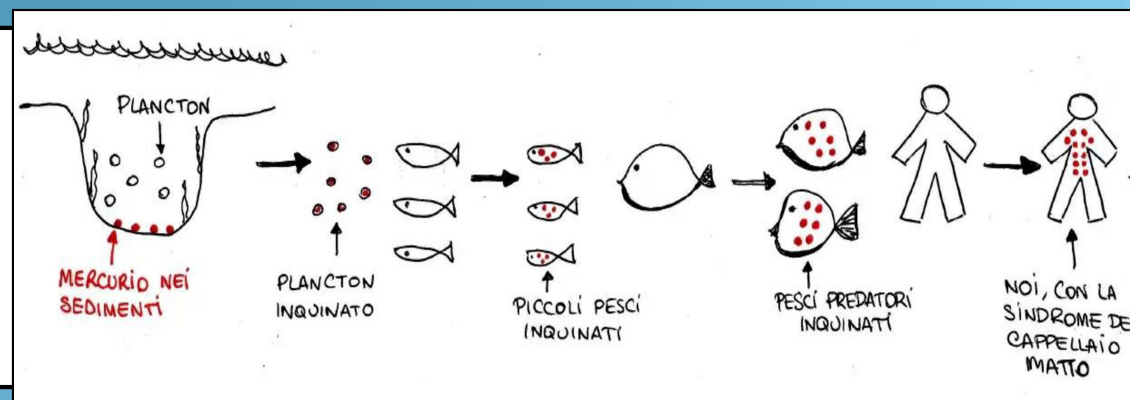


MICROPLASTICHE & NANOPLASTICHE



Plastiche: dimensioni > 5mm	Microplastiche: dimensioni < 5mm
Entaglement	Vettore per inquinanti (POP)
Ingestione	Lesioni interne
Interazione nociva	Problemi ormonali ed enzimatici

Biomagnificazione



PESCA INTENSIVA

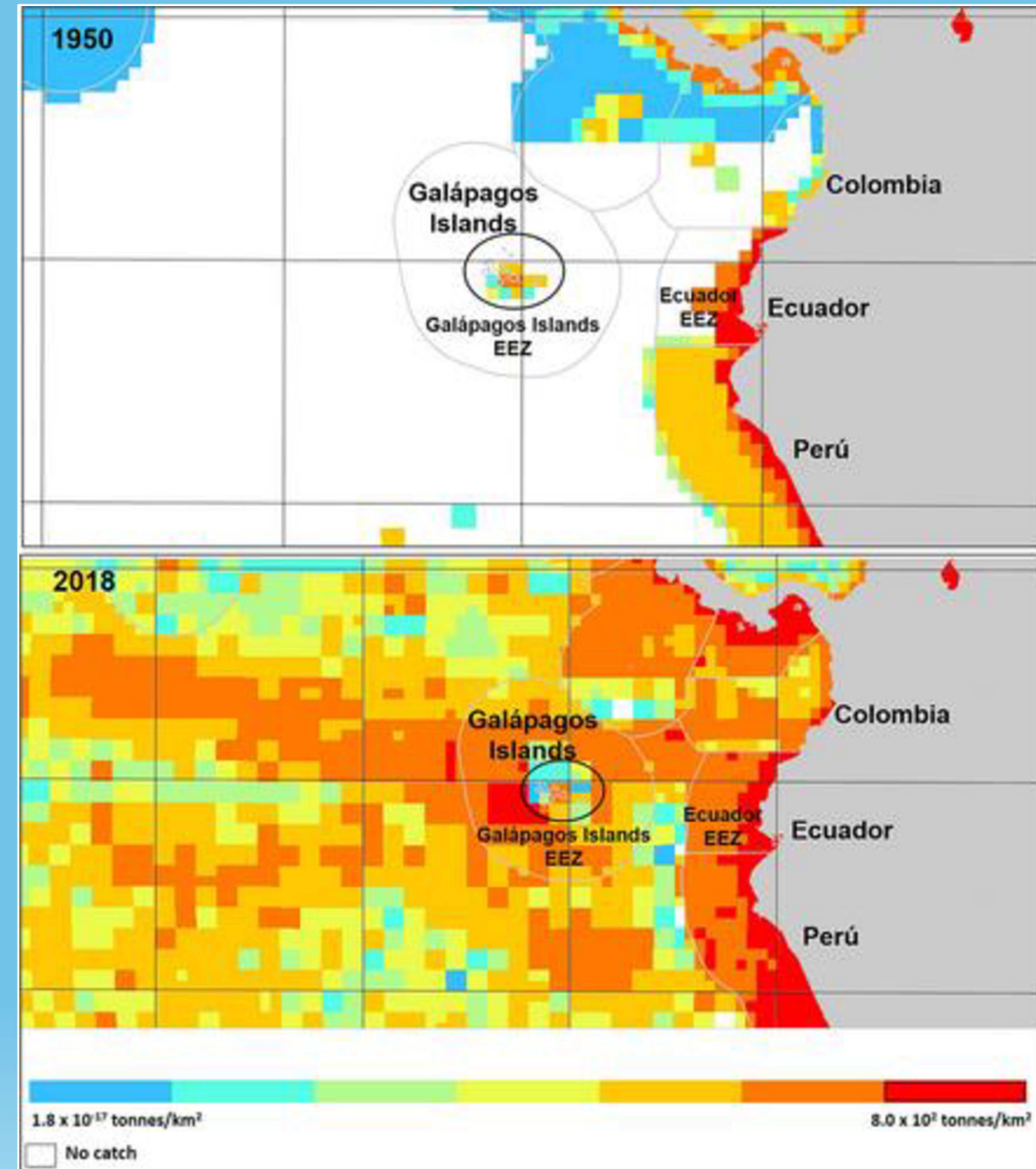
Nelle isole vengono praticate due tipologie di Pesca:

- **Su piccola scala (SSF)**, che negli anni ha raggiunto un **buon livello** di regolamentazione
- **Su larga scala (LSF)** composta soprattutto da **flotte straniere**

Quest'ultima è in **grande espansione** e infligge enormi **danni** alla **composizione** e **dimensione** delle comunità degli organismi pescati

- ❖ **Rimozione** selettiva delle specie bersaglio
- ❖ **Cambiamenti** nella **biomassa** complessiva delle **catene trofiche**

Inoltre la presenza di queste flotte è **fonte** mobile di oggetti di **plastica**, causando ulteriore **inquinamento marino**.






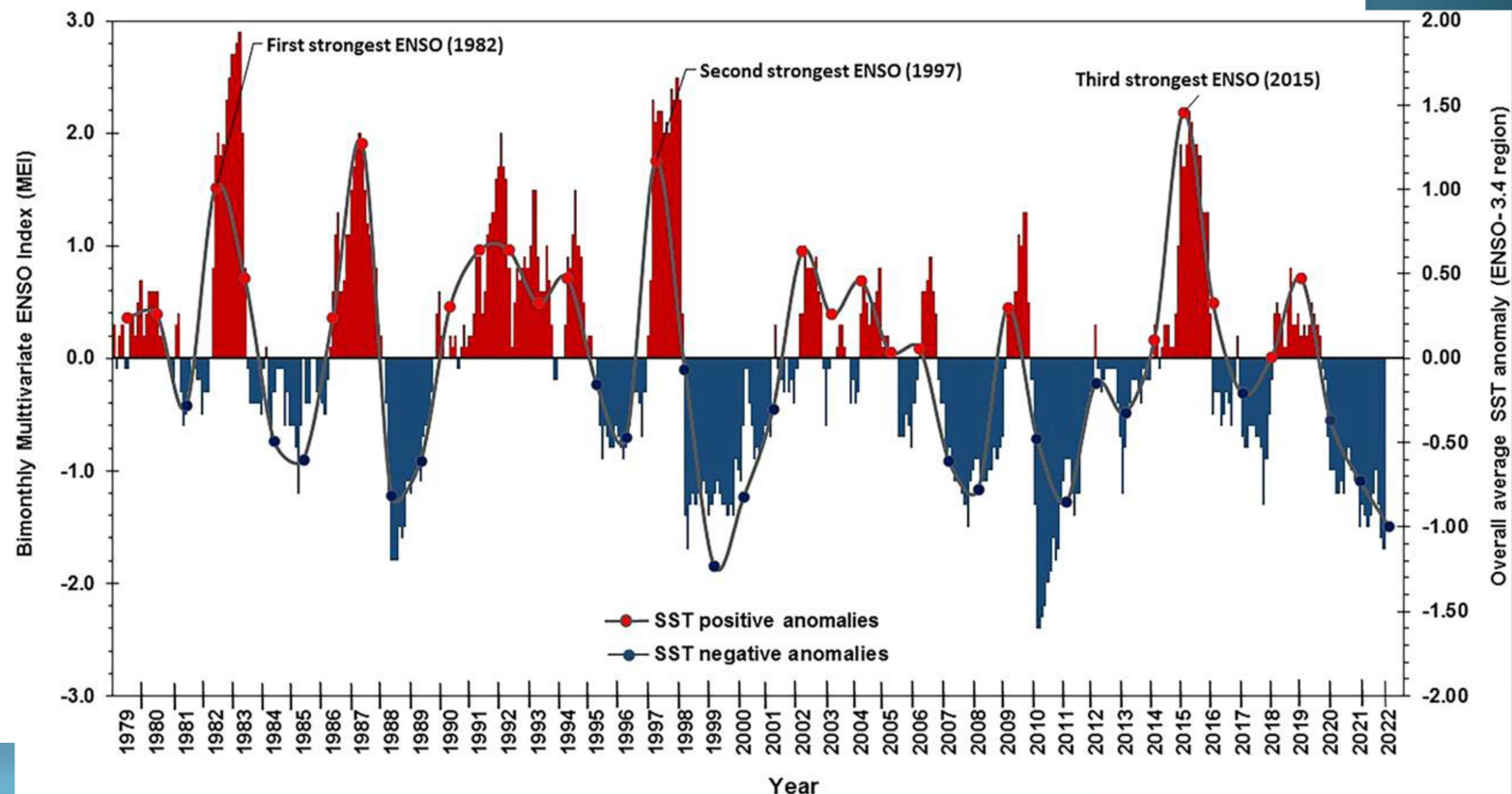
CAMBIAMENTO CLIMATICO

Questo problema ha innescato **tre fenomeni** legati a **El Niño**:

- ❖ Il primo nel **1982**
- ❖ Il secondo nel **1997**
- ❖ Il terzo nel **2015**

Effetti provocati:

-  **Acidificazione** e **aumento T** acque
-  **Innalzamento** livello del mare
-  **Aumento** precipitazioni



INTERAZIONE TRA CAMBIAMENTI CLIMATICI (CC) ED INQUINAMENTO



Processo suddiviso in **due tipologie**:

❖ **Dominato dai CC**: aumento della concentrazione degli inquinanti causata dai CC



Un esempio è l'**amplificazione dell'accumulo di POP e metilmercurio** nei pesci e nei mammiferi marini.

❖ **Dominato dagli inquinanti**: la loro presenza esacerba gli effetti dei CC.



Aumento del rischio di **malattie** nei mammiferi marini dovuto ai CC.

CONCLUSIONI

L'impatto antropogenico è pesante e variegato e i fattori si combinano

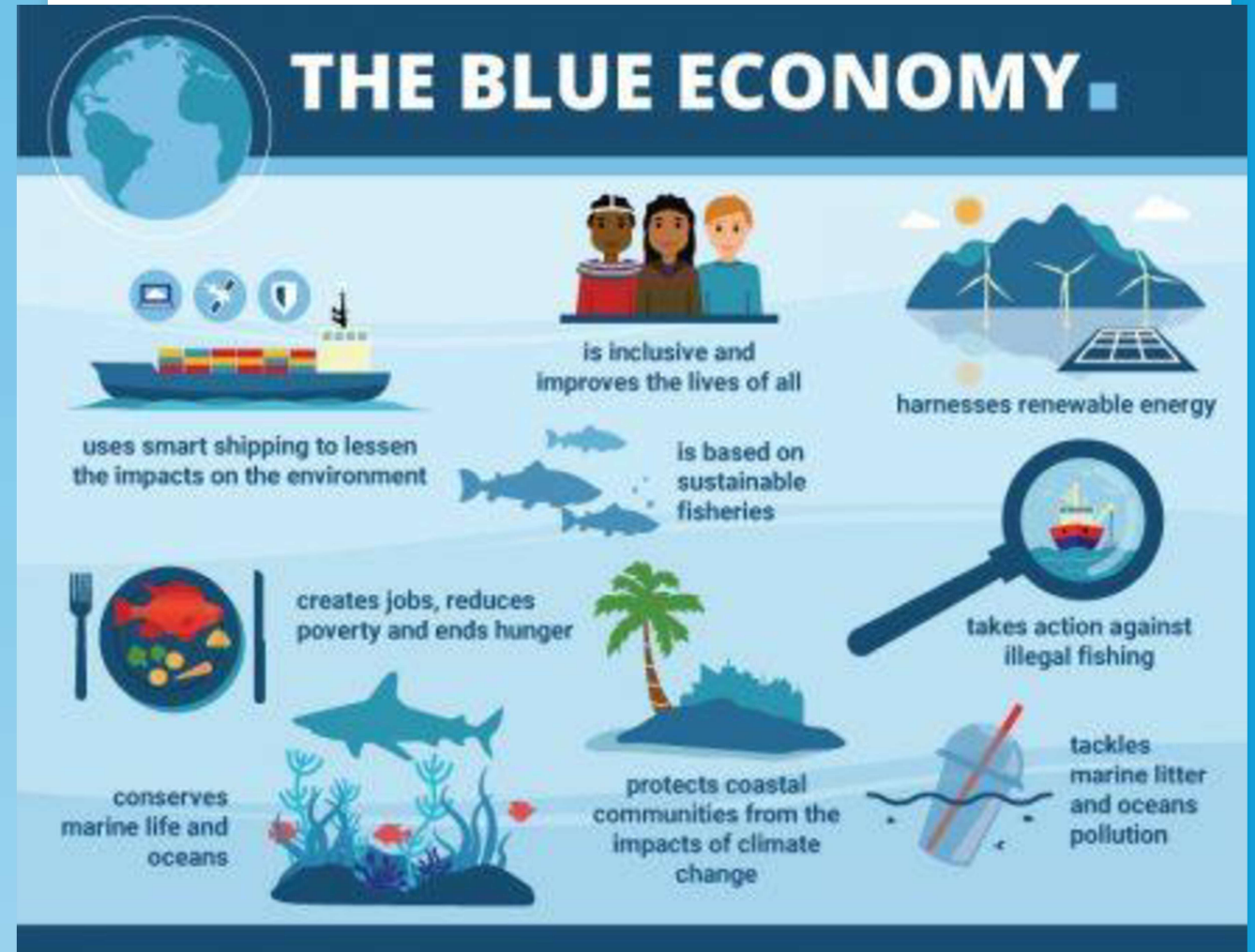
Soluzioni possibili:

Progetti ed eventi di sensibilizzazione

promossi dagli enti governativi

Promulgazione di leggi più restrittive per mitigare i fattori di stress

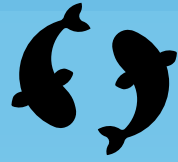
Campagne per la diffusione del concetto di **Blue Economy**





RIASSUNTO ESTESO

L'ecosistema marino è molto particolare e reattivo ai fattori di stress introdotti dall'uomo. In merito a questa tematica è stato compiuto uno studio di revisione su ecosistemi particolari come quello delle Isole Galápagos: è stato possibile dedurre che nonostante il delicato equilibrio ivi presente sia in parte capace di compensare l'aggressivo fattore introdotto, al momento risulta elevata la probabilità che esso possa arrivare a rompersi. Come esito, tutto ciò metterebbe a rischio l'esistenza di moltissimi organismi presenti e di conseguenza l'equilibrio su più larga scala, finendo per colpire l'uomo stesso. Risultano quindi indispensabili una molto più accorta politica di salvaguardia di questi ambienti e l'istituzione di regole ferree che limitino il più possibile l'impatto antropico sugli stessi.



BIBLIOGRAFIA



- **Alava et al., ‘Multiple anthropogenic stressors in the Galápagos Islands’ complex social–ecological system: Interactions of marine pollution, fishing pressure, and climate change with management recommendations’, 27 luglio 2022**
- **Rodriguez, A. , & Valencia, M. (2000). Estudio de la calidad de las aguas costeras insulares en la Provincia de Galápagos 1999 . Acta Oceanográfica del Pacifico , 10 , 79 – 96 .**
- **Leslie, H. A., van Velzen, M. J. M., Brandsma, S. H., Vethaak, D., Garcia-Vallejo, J. J., & Lamoree, M. H. (2022). Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. Environment International, 163, 107199**
- **Nieto-Claudin, A. , Deem, SL , Rodríguez, C. , Cano, S. , Moity, N. , Cabrera, F. , & Esperón, F. (2021). Resistenza antimicrobica nelle tartarughe delle Galapagos come indicatore della crescente impronta umana . Inquinamento ambientale , 284 , 117453**
- **Alava, J. J., Salazar, S., Cruz, M., Jiménez-Uzcátegui, G., Villegas-Amtmann, S., Paéz-Rosas, D., Costa, D. P., Ross, P. S., Ikonomidou, M. G., & Gobas, F. A. P. C. (2011). DDT strikes back: Galápagos sea lions face increasing health risks. Ambio, 40(4), 425–430.**
- **Muñoz-Abril, L. J., Valle, C. A., Alava, J. J., Janssen, S. E., Sunderland, E. M., Francisco Rubianes-Landázuri, F., & Emslie, S. D. (2022). Elevated mercury concentrations and isotope signatures (N, C, Hg) in yellowfin tuna (Thunnus albacares) from the Galápagos Marine Reserve and waters off Ecuador**
- **<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>**
- **<https://scholar.google.com/>**
- **<https://clarivate.com/academia-government/scientific-and-academic-research/research-discovery-and-referencing/web-of-science/web-of-science-core-collection/>**