

**Progrès des detection des polluants en Mediterranée**

**L'APPROCCIO ECOTOSSICOLOGICO  
INTEGRATO NELLA VALUTAZIONE DELLA  
QUALITA' AMBIENTALE DI AREE MARINE**

**Silvano Focardi**

**Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti"**

**Università degli Studi di Siena**

**focardi@unisi.it**

**XVII Rassegna del Mare  
Tunisi, 12 novembre 2006**

## Protezione ambientale

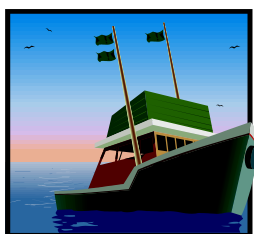
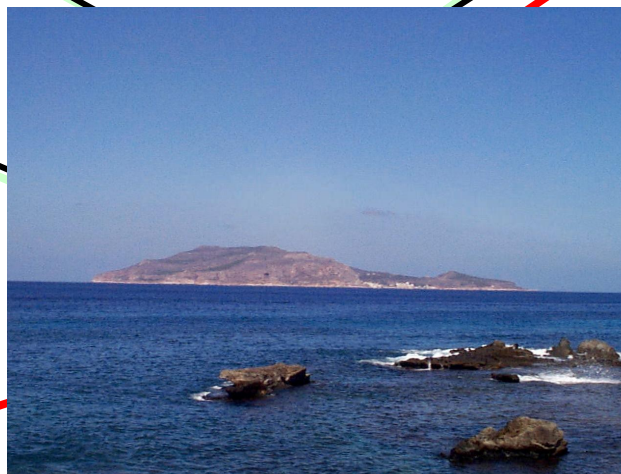
## Insedimenti urbani



## Produzione



## Industrie



## Traffico navale



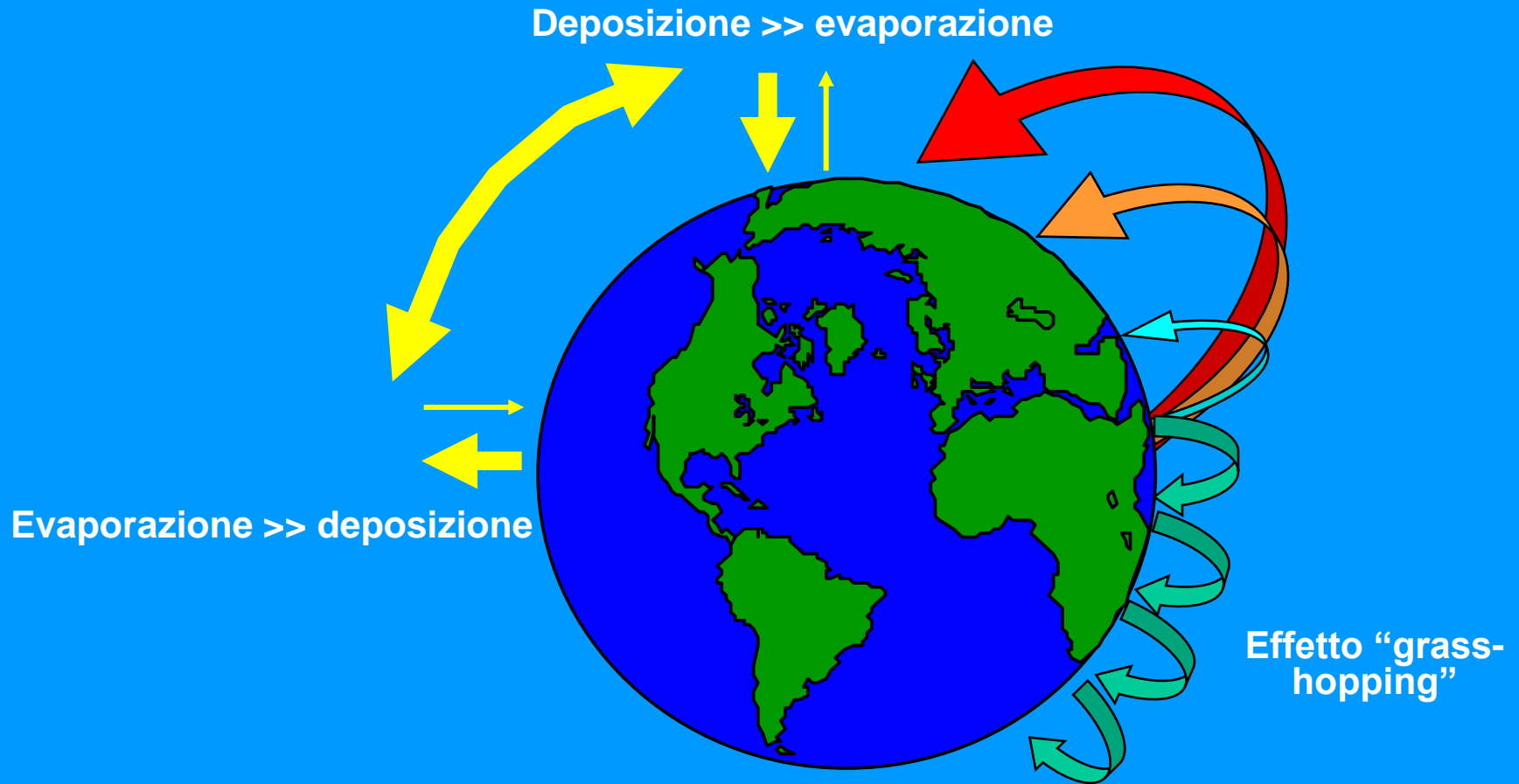
## Inquinanti atmosferici



## Fiumi

Gli ecosistemi marini mostrano un forte incremento di fattori di stress. Molti indicatori ambientali evidenziano come le zone costiere siano tra le più interessate da questi fenomeni.

# Ipotesi della distillazione/frazionamento globale



**Nessuna area è sicura per la capacità di movimento dei contaminanti, che dalle aree di uso si spostano anche nelle aree remote, lontano dai punti di immissione nell'ambiente.**



# Come possiamo valutare il rischio per gli ecosistemi marini?

**Da oltre 30 anni il biomonitoraggio rappresenta una strategia che cerca di rispondere a queste problematiche e di raggiungere obiettivi quali:**

- identificare i composti inquinanti**
- controllare le fonti di inquinamento**
- valutare lo stato di salute dell'ecosistema in studio**
- monitorare e predire le conseguenze future (effetti)**

# La “rivoluzione” del Mussel Watch



**1975: E. Goldberg “Mussel Watch” (USA)  
(UN, GESAMP, IOC, ICES, CIESM)**

**Utilizzo di organismi, soprattutto mitili, in grado di concentrare nei loro tessuti contaminanti dannosi per l’ecosistema marino (bioaccumulatori).**

**Questi organismi sono i bioindicatori più utilizzati fino ad oggi nei programmi di biomonitoraggio in molte Regioni del mondo.**

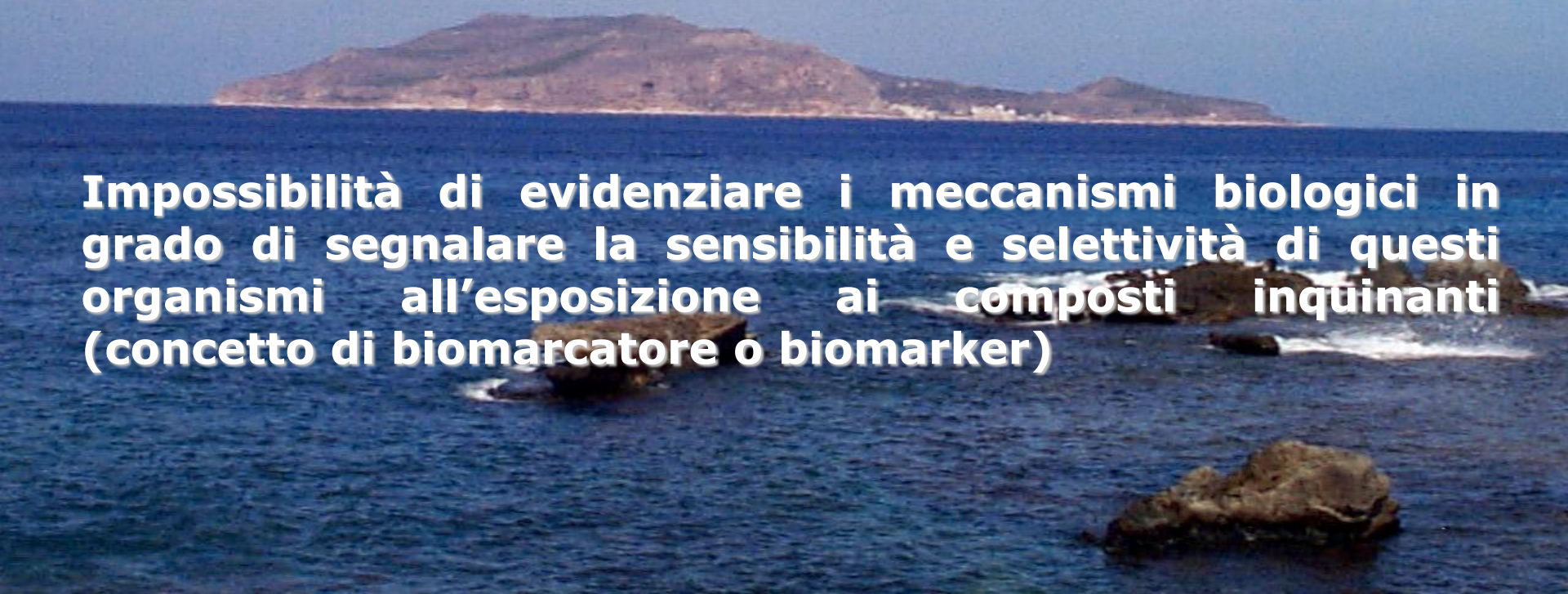


## **Principale limitazione del mussel watch:**

**incapacità di determinare gli effetti dell'inquinamento a carico delle varie componenti che costituiscono la comunità ecologica.**

**Impossibilità di valutare il rischio ambientale, di riconoscere cioè quali effetti esso sia in grado di provocare nell'ecosistema.**

**Impossibilità di evidenziare i meccanismi biologici in grado di segnalare la sensibilità e selettività di questi organismi all'esposizione ai composti inquinanti (concetto di biomarcatore o biomarker)**



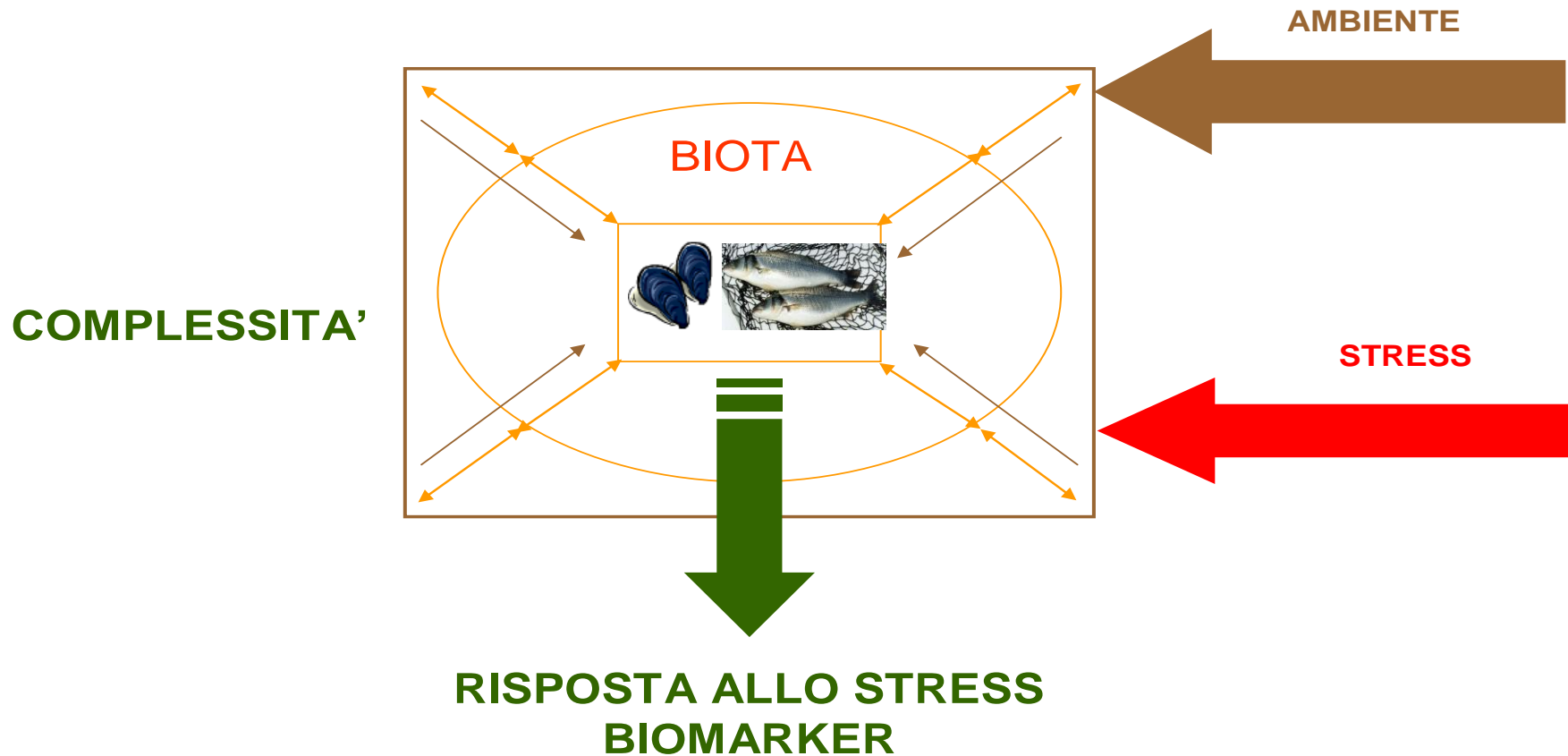


La scelta di specie “giuste” e non “comode”: le “specie chiave”



# La necessità di valutare gli effetti: i biomarker

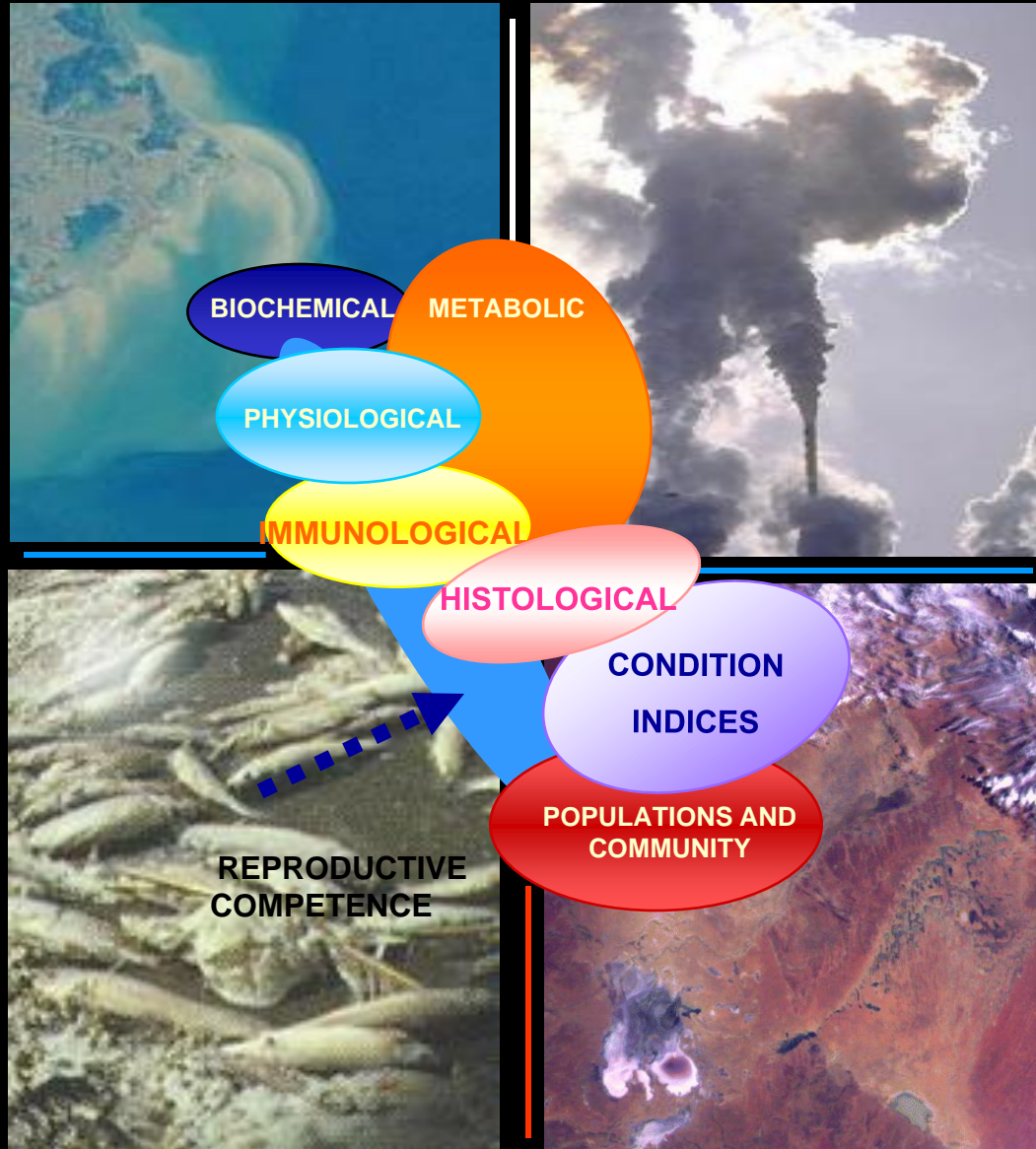
“..quella variazione biochimica, cellulare, fisiologica o comportamentale, che può essere misurata in un tessuto, in un fluido biologico o a livello dell'intero organismo (individuo o popolazione) la quale fornisce l'evidenza di un esposizione e/o effetto ad uno o più composti inquinanti” (NRC 1990)





# BASSA RILEVANZA ECOLOGICA

RISPOSTE  
A BREVE  
TERMINE



RISPOSTE A  
LUNGO  
TERMINE

REPRODUCTIVE  
COMPETENCE

ALTA RILEVANZA  
ECOLOGICA

## NUOVA IDEA?



The idea that human-made chemicals have adverse health effects, including endocrine disruption, is not entirely new. And, more than 30 years ago, Rachel Carson's book *Silent Spring* described how some synthetic chemicals were contaminating water, soil, wildlife and even humans. These chemicals, she warned, were causing severe health problems (egg shell thinning, cancer, die offs) in wildlife, especially in species at the top of the food chain that eat other contaminated animals and accumulate the most chemicals



# CONSEGUENZE DELL'AZIONE TOSSICA DEI POPs PAH ecc.

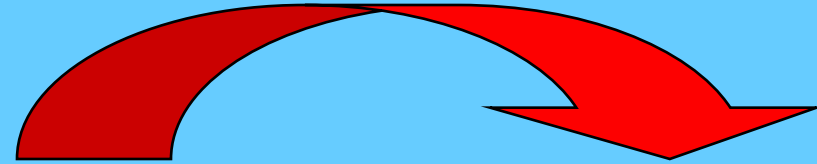
**Bioaccumulo**



**Induzione di enzimi  
farmaco-metabolizzanti  
(Cyt P-450s, GSTs, UDP-GTs)**



**Metabolismo e attivazione di  
xenobiotici e di tossine endogene**



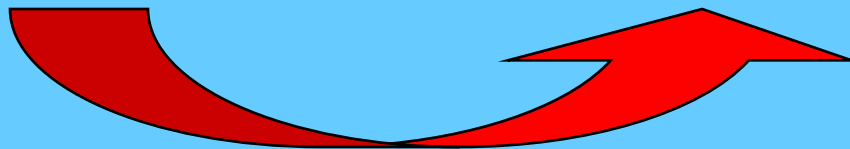
**Alterazioni della riproduzione**

**Immunotossicità**

**Teratogenesi**

**Carcinogenesi**

**Alterazioni ormonali**



HARBOR SEALS  
PDV EPIZOOTIC

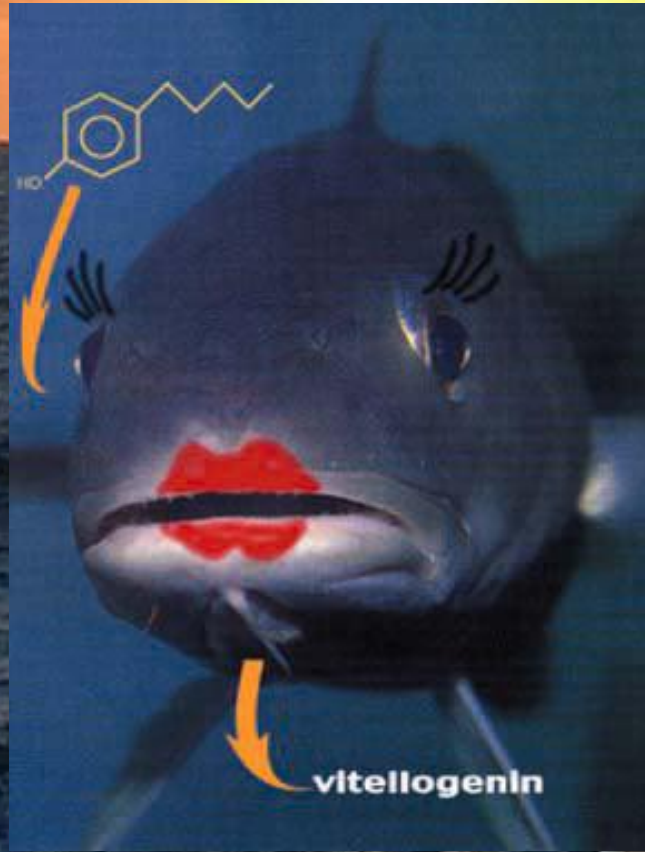


**In 1988, mass die-offs in Harbour Seals populations in the North and Baltic Seas: 20,000 killed by distemper virus.**



A photograph of two dolphins leaping from the water, captured in mid-air. The dolphins are sleek and dark-colored with lighter stripes along their sides. They are surrounded by a spray of white water droplets, creating a dynamic and energetic scene. The background is a deep, dark blue, suggesting the open ocean.

**Western Mediterranean Sea, 1990: measles epidemic in Striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*), several thousand specimens dead; Central Mediterranean, 1991: the same epizootic in Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) kills several thousands.**



**INTERSEX: male and female characteristics are manifest in gonads**



# Approccio Ecotossicologico Integrato (AEI)

## BIO-FASE

Risposte allo stress  
Biomarker di esposizione  
Biomarker di effetto

**AChE**

Inibizione

**MXR**

**MFO**

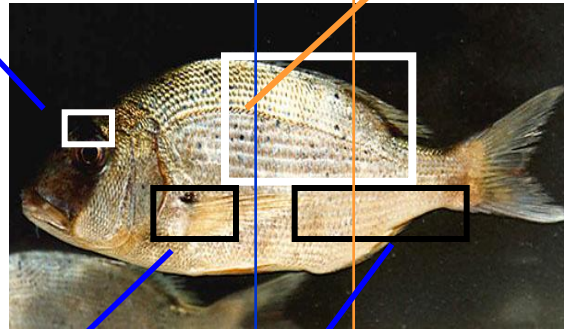
**HSP**

Induzione

**GSI**

**GONADI**

Maturazione e sviluppo gameti



## CHEMI-FASE

Residui  
di pesticidi e metalli  
pesanti

**HCB**

Stress

**DDT**

Tossico - ED

**PCB**

Tossici - ED

**IPA**

Cancerogeni- ED

**METALLI**

Tossici

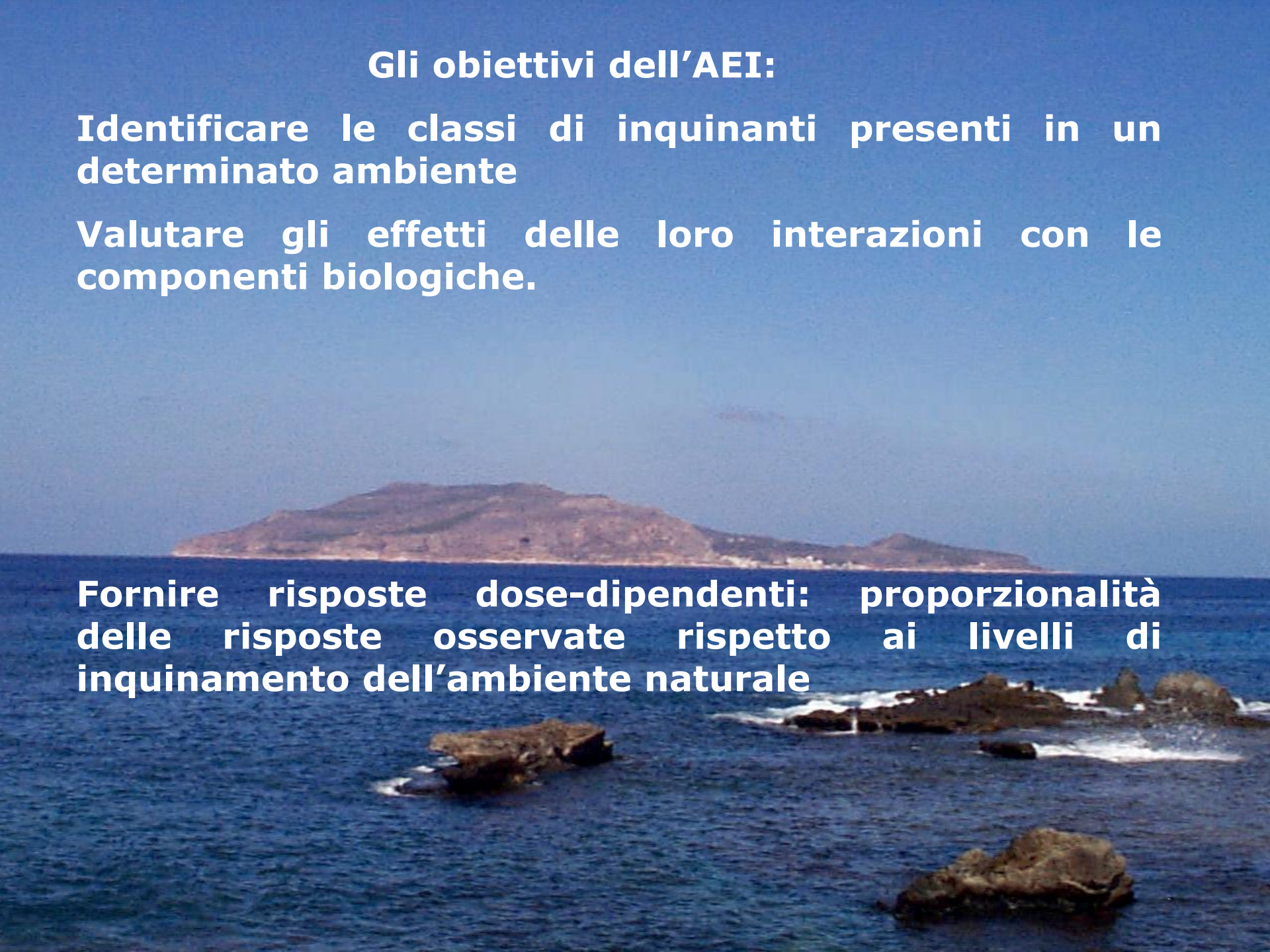
Hg, Zn, Fe

## **Gli obiettivi dell'AEI:**

**Identificare le classi di inquinanti presenti in un determinato ambiente**

**Valutare gli effetti delle loro interazioni con le componenti biologiche.**

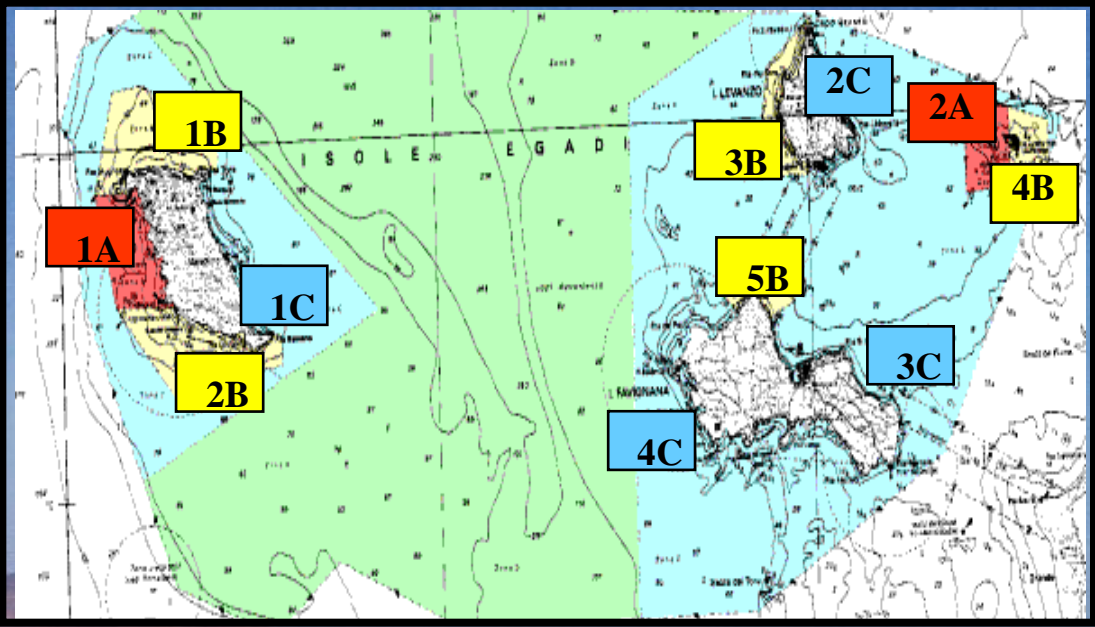
**Fornire risposte dose-dipendenti: proporzionalità delle risposte osservate rispetto ai livelli di inquinamento dell'ambiente naturale**





# L'AEI nell'Area Marina Protetta delle Isole Egadi

- Zona A
- Zona B
- Zona C





***Paracentrotus lividus*** (Lamarck, 1816) is a sea urchin species belonging to the echinoid family. This herbivorous invertebrate lives on rocky, detritus bottoms or near seagrass beds (Mojetta and Ghisotti, 1994).



***Patella caerulea*** (Linnaeus, 1758), is a mollusc belonging to the Patellidae family. This gastropod is a grazing herbivorous species that scrapes the seagrass patina covering rocks to feed (Mojetta and Ghisotti, 1994).



***Coris julis*** (Linnaeus, 1758) is the most abundant wrasse species in the Mediterranean Sea (García-Rubiés and Macperson, 1995). This hermaphroditic, proterogynous and diandric teleost fish species inhabits coastal areas with either rocky bottoms or seagrass beds (Bruslé, 1987; Fisher et al., 1987). *C. julis* is a benthic predator can be found between the surface and up to a depth of 150 m (De Pirro et al., 1999; Gordo et al., 2000).





## **Biomarkers**

EROD nella donzella

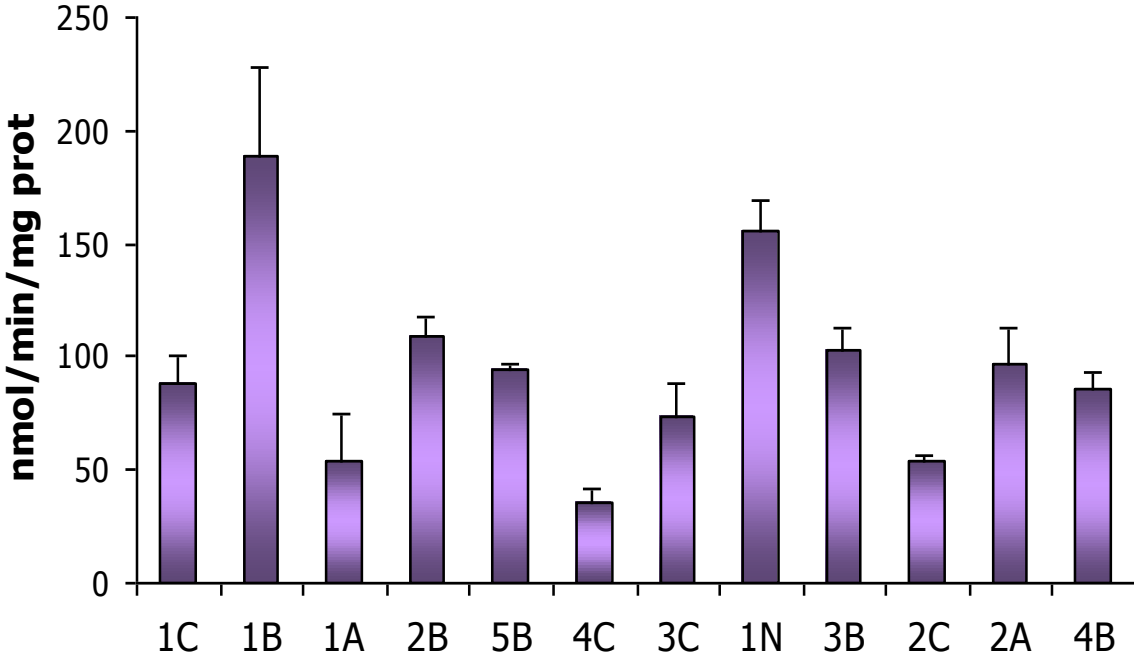
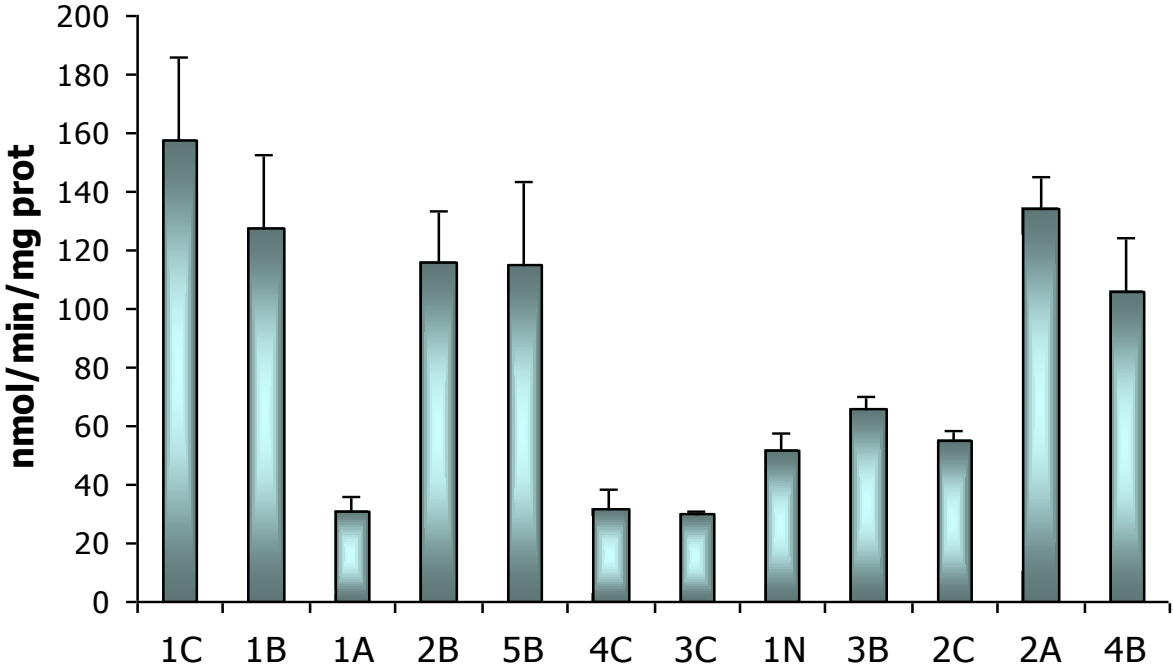
Benzo[a]pyrene monooxygenase (B[a]PMO) nella donzella

NADH-ferricianide reductase (NADH-ferry red) and NADH-Cytochrome c reductase (NADH-Cyt c red) in riccio e patella

Cholinesterase versus acetylthiocholine (ChE versus ASCh) in tutte e tre le specie

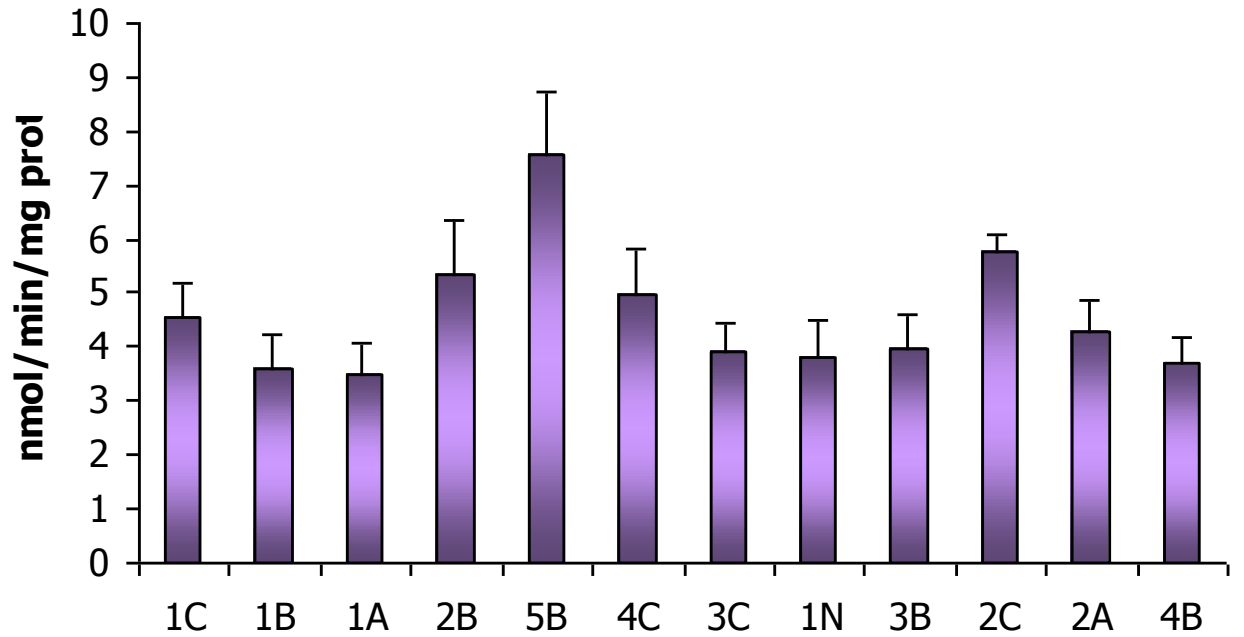
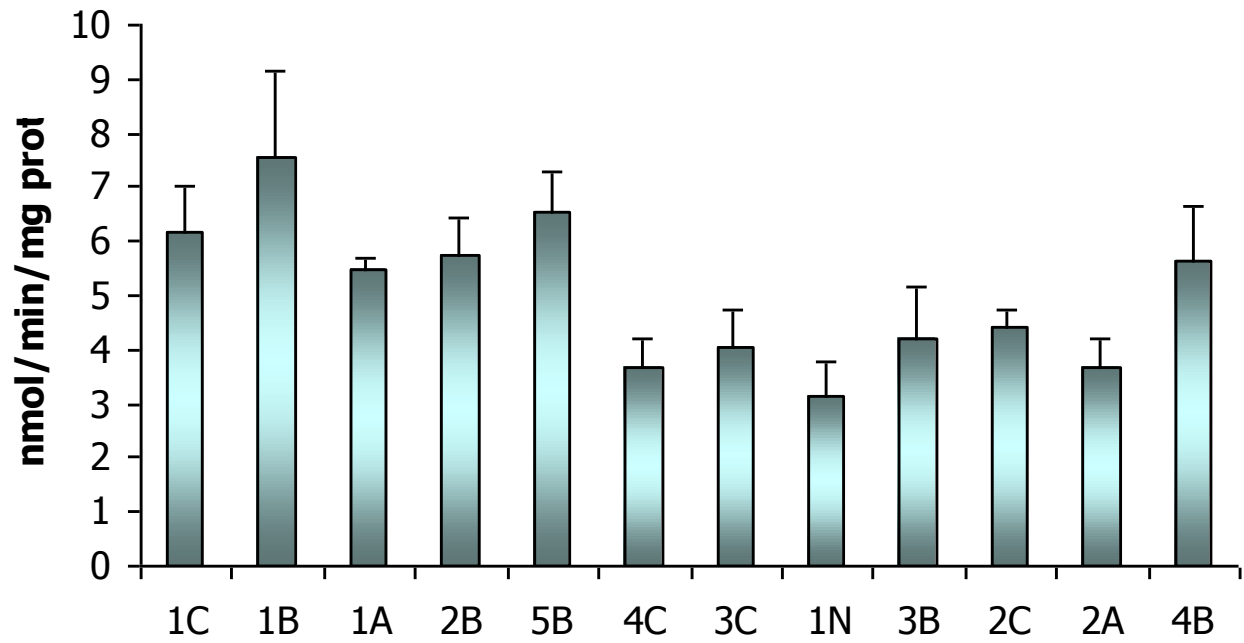
**Contaminanti: PCB in tutte e tre le specie nell'organismo *in toto***

# NADH CYT C red

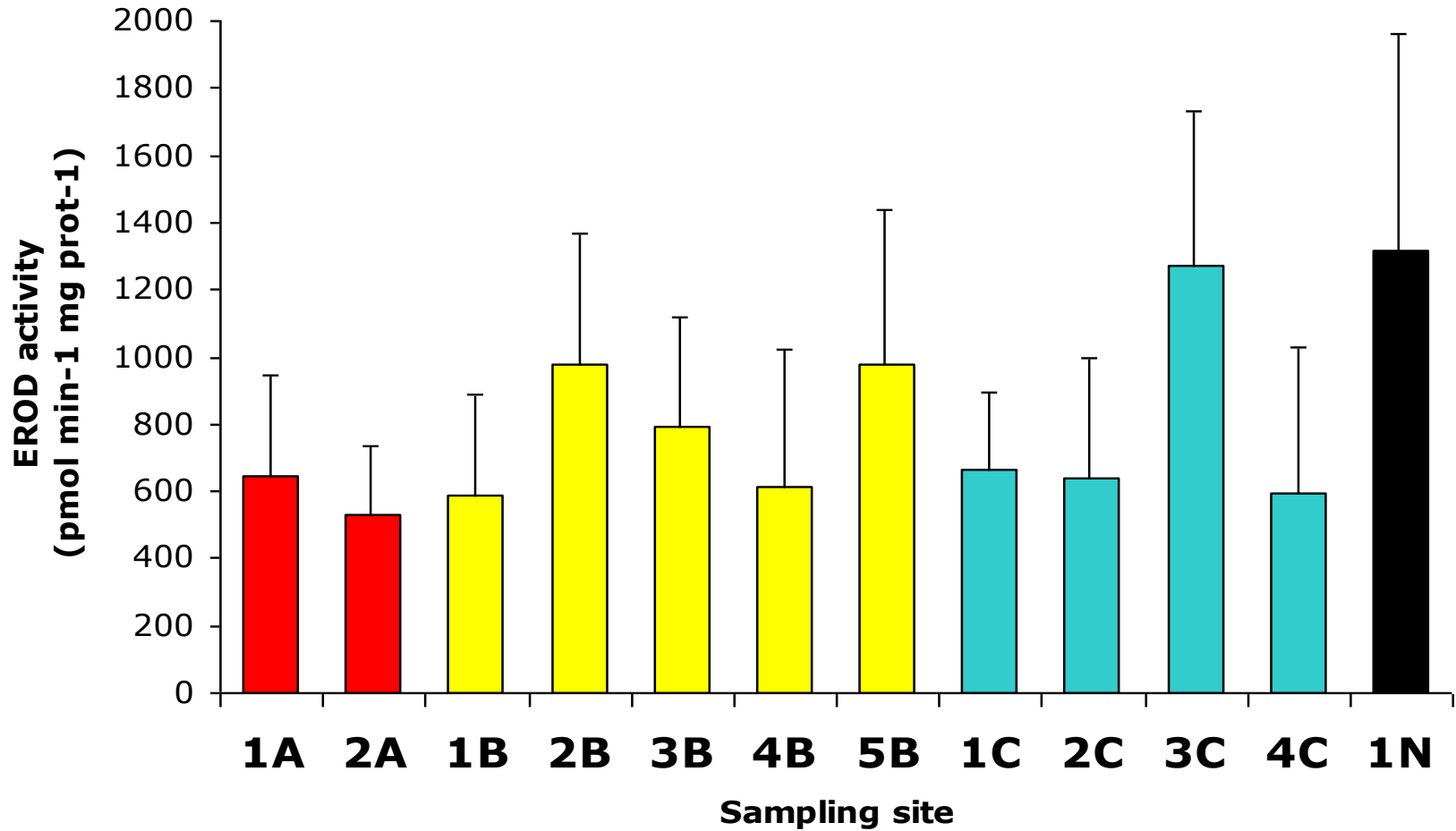




# AChE



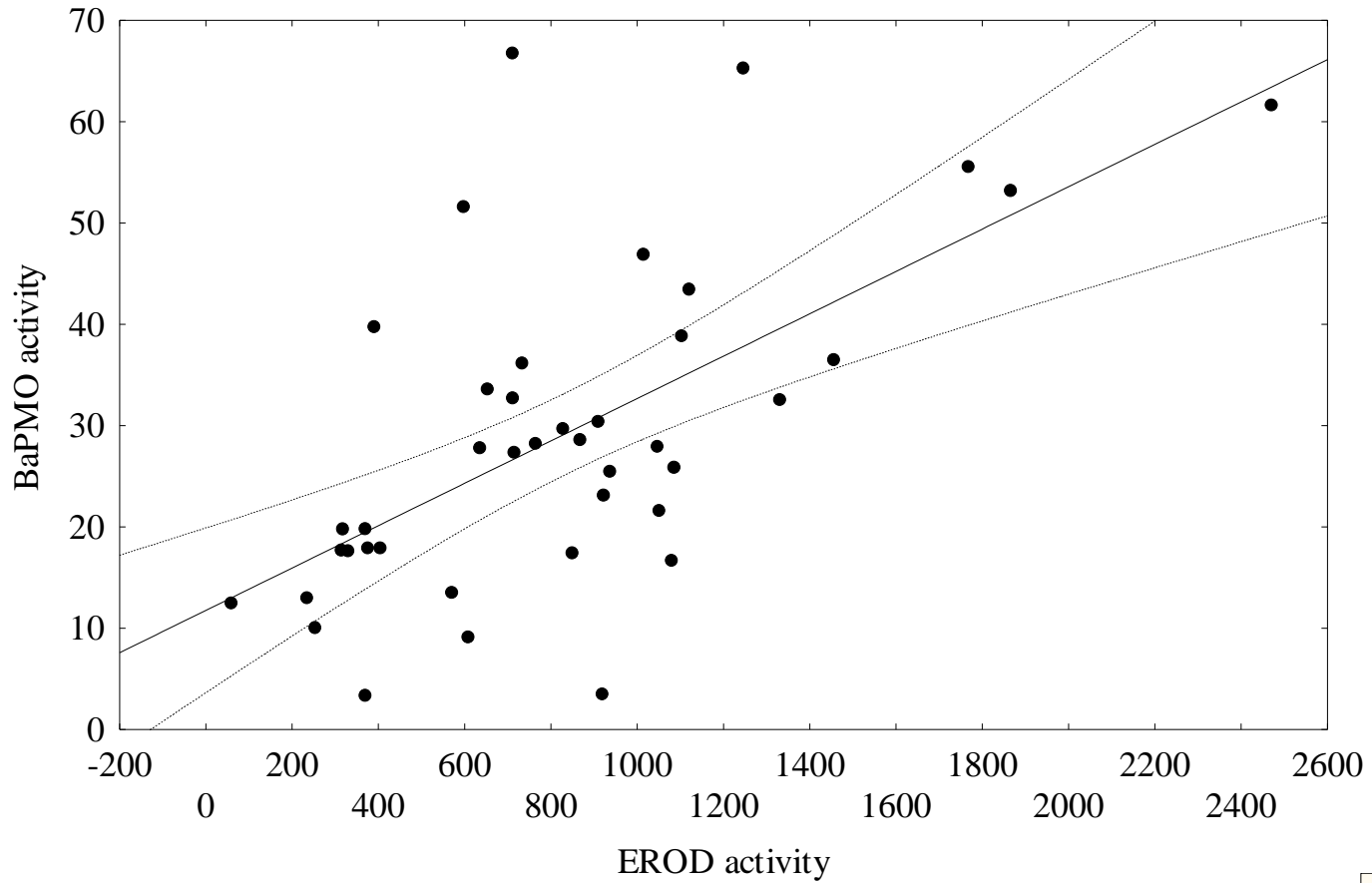
# EROD



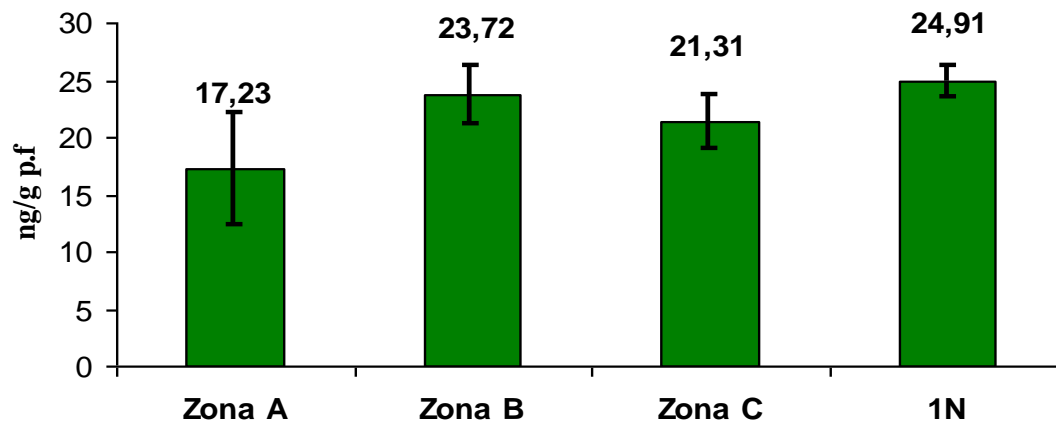
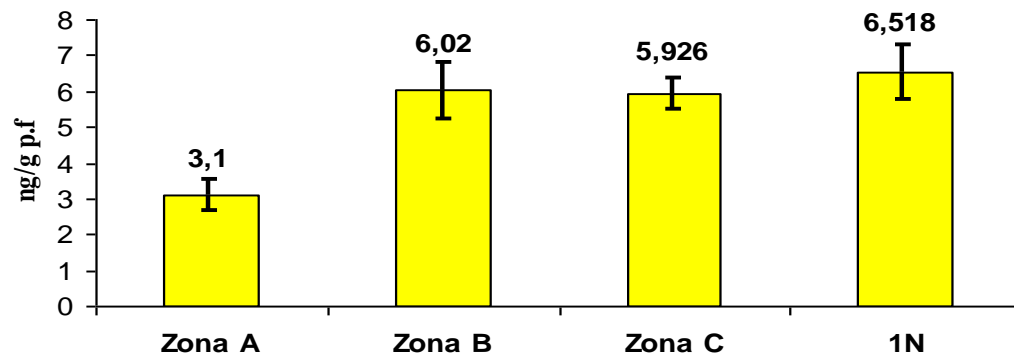
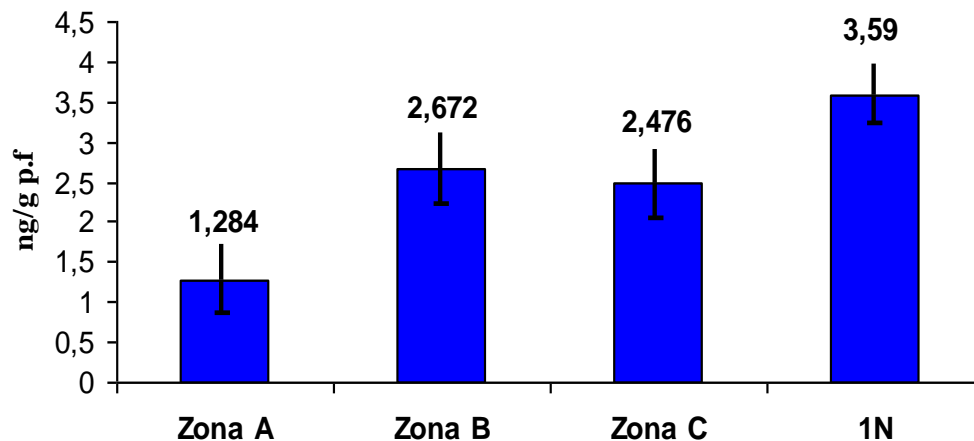




**Scatterplot: EROD activity vs. BaPMO activity**  
**BaPMO activity = 11.763 + 0.02091 \* EROD activity**  
**Correlation: r= 0.62405**



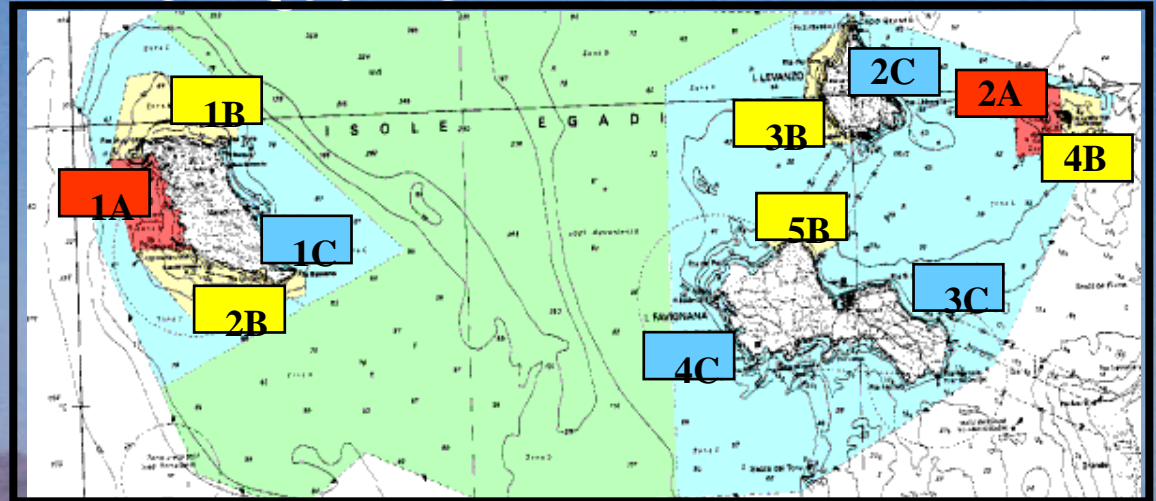
# PCB



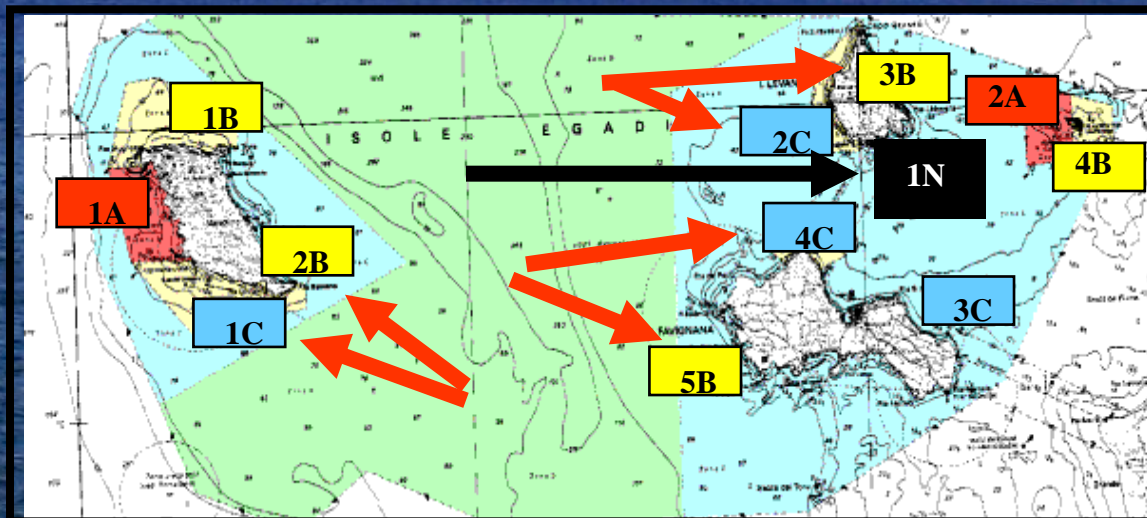


# Possibile ridefinizione dell'Area Protetta secondo i risultati sulla qualità ambientale ottenuti dall'applicazione dell'approccio ecotossicologico integrato, con il progetto MoNiOua EGADI

prima



dopo



# DIREZIONI FUTURE



**Per avere risposte utili dobbiamo porci la domanda giusta.**

**Spesso le azioni dell'uomo tese a risolvere i problemi ambientali sono fallite o hanno avuto l'effetto contrario**



**perché la domanda non è stata posta correttamente  
o non è stata rivolta alle “strutture” adeguate.**



**Fornire strumenti per predire le conseguenze future e valutare lo stato di salute di un ecosistema complesso come quello marino è un problema che non può essere risolto con analisi monodimensionali o che riguardano un solo livello ecologico.**



**L'approccio ecotossicologico integrato rappresenta a mio avviso un passo in avanti nella direzione di un biomonitoraggio multidimensionale.**



**La sfida sta nel riuscire a trasformare le informazioni che si ricavano da questi studi in un indice sintetico che permetta di trasferirle facilmente ai responsabili della gestione dei sistemi ecologici, affinché non restino patrimonio della sola ricerca scientifica.**