



Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali



# ALTERNANZA SCUOLA LAVORO collaborazione PLS – SCIENZE NATURALI E AMBIENTALI

Laboratori per le scienze di base

Settembre – Dicembre 2019



**Laboratorio di antropologia** (10 ore). Si affronteranno tematiche inerenti i principi di evolucionismo applicati all'origine dell'uomo, con approfondimenti sull'evoluzione biologica e culturale dell'uomo.



**Laboratorio di Botanica** (15 ore). Studio delle piante acquatiche marine, con particolari approfondimenti sulla loro importanza per il pianeta, le tecniche di monitoraggio ed aspetti di riforestazione. Verrà svolta una lezione in *streaming* subacqueo.



**Laboratorio di ecologia** (15 ore). Il laboratorio prevede lo studio di alcuni ecosistemi con particolare riferimento alle relazioni fra organismi ed ambiente. Saranno svolte lezioni di base sull'ecologia, esperimenti in laboratorio ed escursioni in campo.



**Laboratorio di bioindicatori** (10 ore). Verranno condotte attività sui biomarkers cellulari e animali, con esercitazioni in riferimento alle normative europee e nazionali che regolano la valutazione e il monitoraggio dell'ambiente.



**Laboratorio di chimica e geochimica ambientale** (15 ore). Il laboratorio prevede la determinazione di alcuni parametri macroscopici (salinità, pH, alcalinità) attraverso le principali metodiche analitiche e l'interpretazione dei dati chimici e geochimici in materia di inquinamento delle acque e dell'aria.



**Laboratorio Barca da Ricerca** (10 ore). Il laboratorio prevede un'esperienza all'interno della barca da Ricerca "Antonino Borzi" del Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare - Università degli Studi di Palermo. Saranno utilizzate le strumentazioni a bordo per lo studio delle acque e dei fondali marini.

contatti e prenotazioni: [agostino.tomasello@unipa.it](mailto:agostino.tomasello@unipa.it)



**DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA  
TERRA E DEL MARE**



Dipartimento di Scienze della  
Terra e del Mare



Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Laboratorio di Botanica

## Docente Agostino Tomasello

| Argomento                                                   | Durata (ore) | Luogo                                                                                                       | Data     | orario      |
|-------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------|
| Lezione Introduttiva                                        | 2            | Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare (via Archirafi, 26 - Aula Maggio)                            | 23/05/19 | 15.00-17.00 |
| Analisi biometriche in laboratorio ed elaborazione dei dati | 4            | Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare (via Archirafi, 26 Laboratorio 5° piano ed aula informatica) | 27/5/19  | 14.00-18.00 |
| Lezione in streaming subacqueo                              | 2            | Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare (via Archirafi, 26 - Aula Maggio)                            | 28/05/19 | 14,30-16,30 |
| Escursione                                                  | 6-8          | Sciaccia (Maragani) partenza e rientro in viale delle Scienze Edificio 16 lato via E. Basile                | 10/06/19 | 8.30-16.00  |



Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Streaming subacqueo





Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Laboratorio di Botanica

## Lezione introduttiva

L'ambiente marino

Le piante marine: adattamenti evoluzione  
e morfologia

Ruolo ed importanza ecologica

Metodi di studio

Riforestazione





Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali





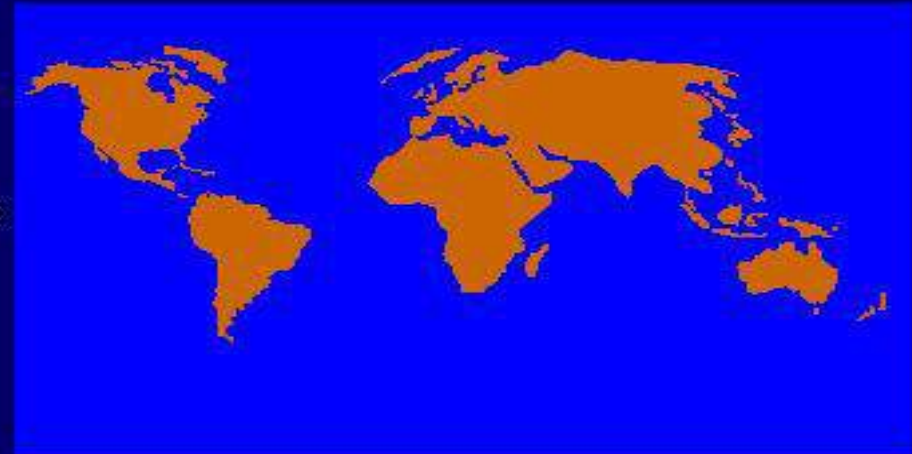
Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Lezione introduttiva

## L' OCEANO GLOBALE

**Il 70% del pianeta  
è coperto dagli oceani**

**Gli ambienti marini  
costieri sono quindi di  
importanza strategica per  
la gestione  
dell'ambiente globale**





Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

## Ripartizione dell'acqua nel pianeta

97 % è salata

1.6 % ghiaccio

1.4 sotterranea

in minima parte è

acqua dolce superficiale



Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

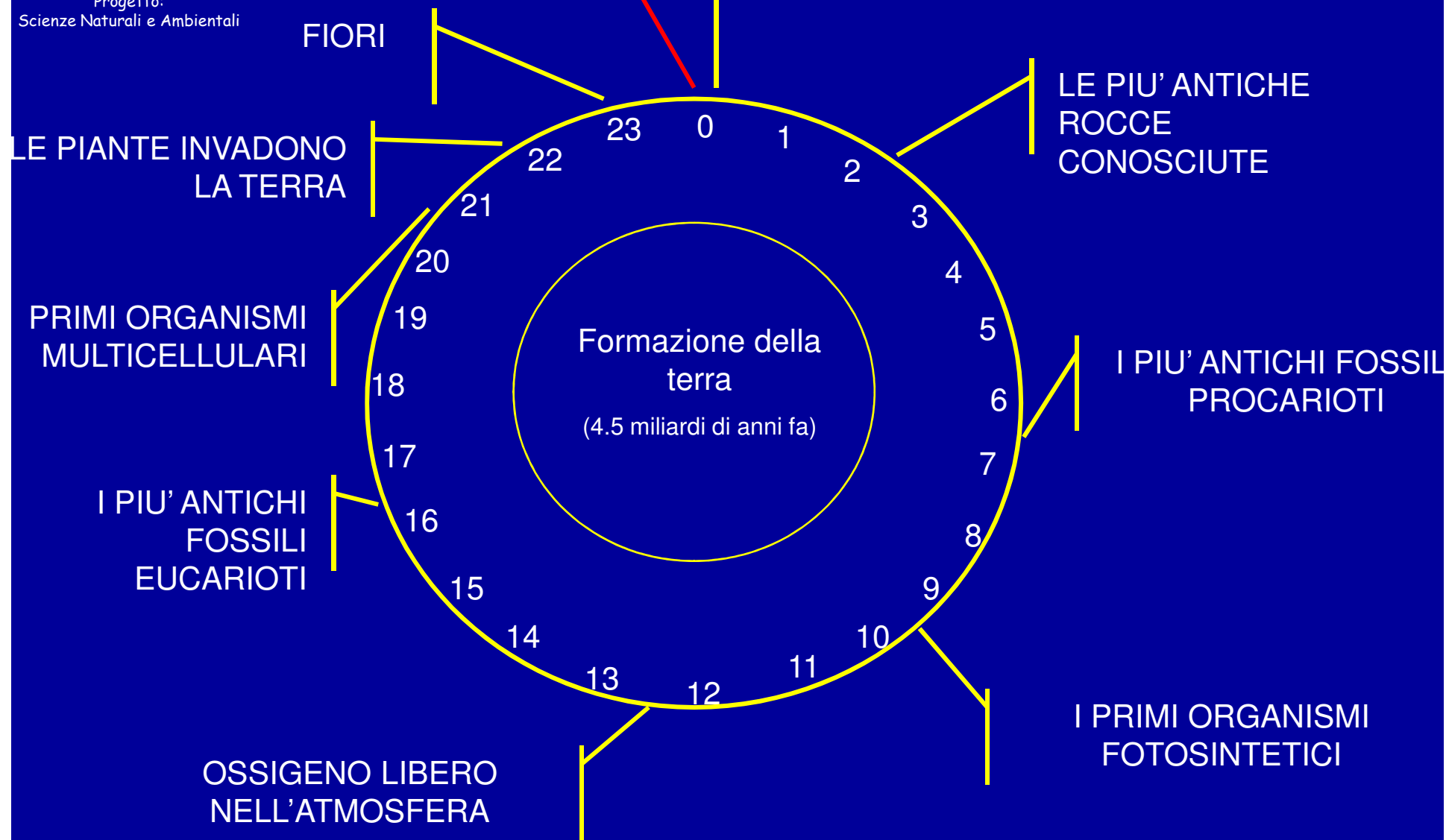
# La vita si originò in acqua



Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

CREARE IL PRIMO UOMO  
23h:59m:40s

Formazione della terra  
4,5 miliardi di anni

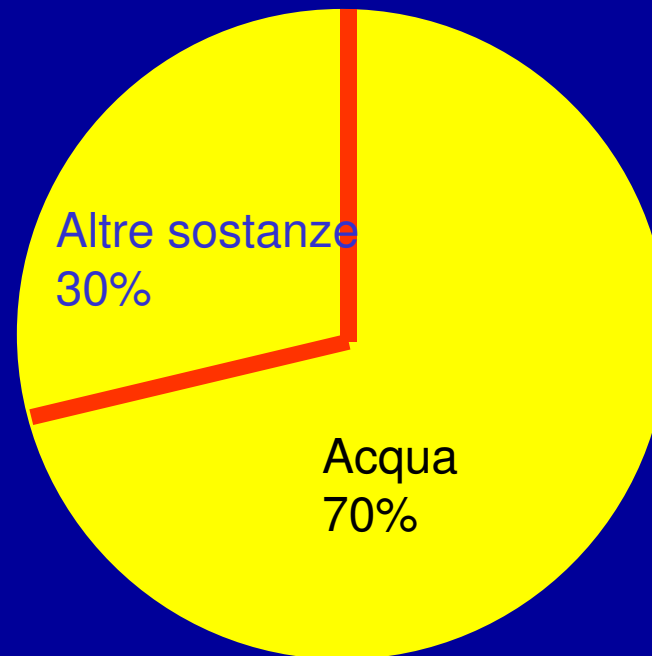






Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Composizione della cellula

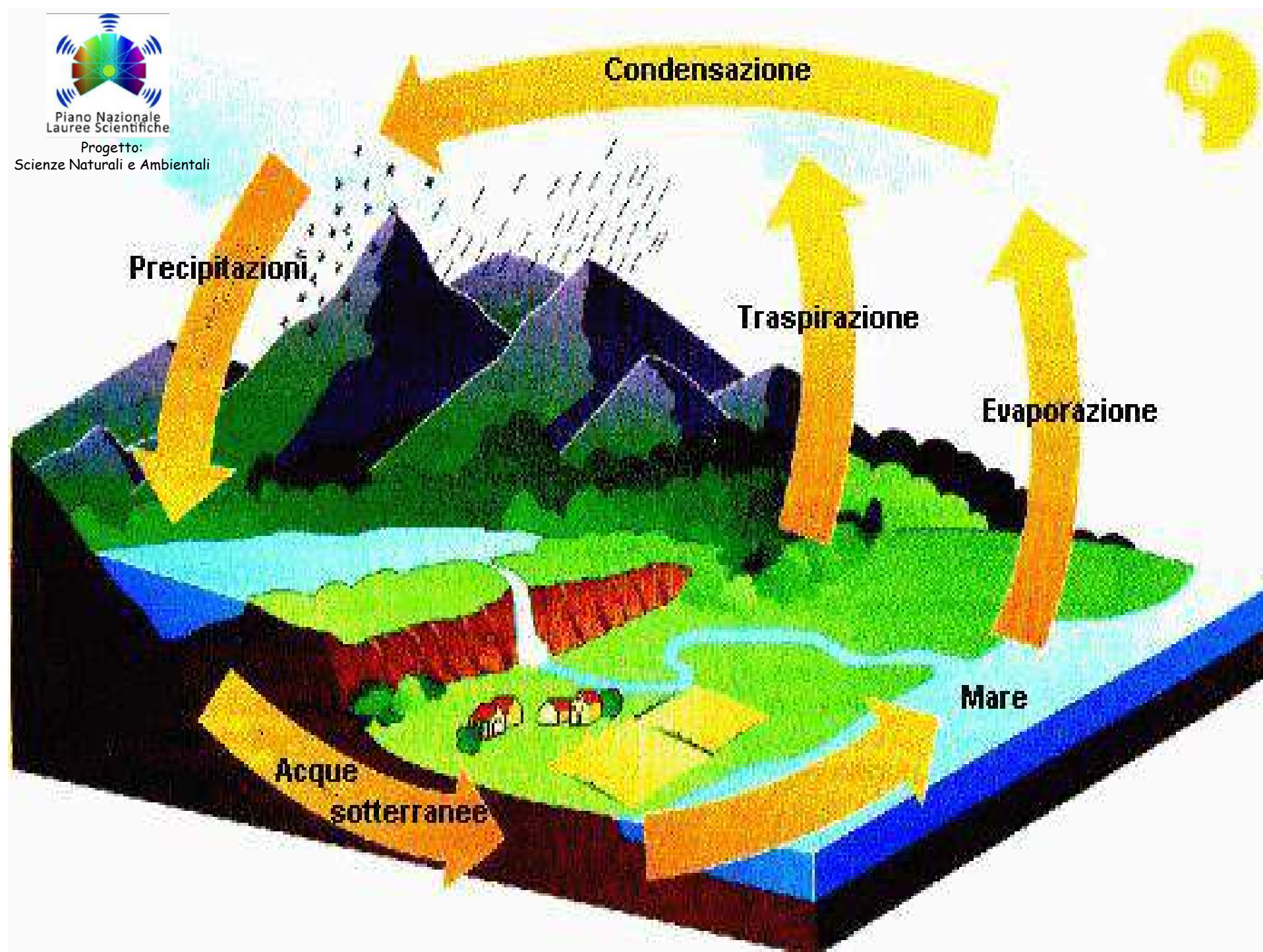


del peso totale



Piano Nazionale  
Lauree Scientifiche

Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali





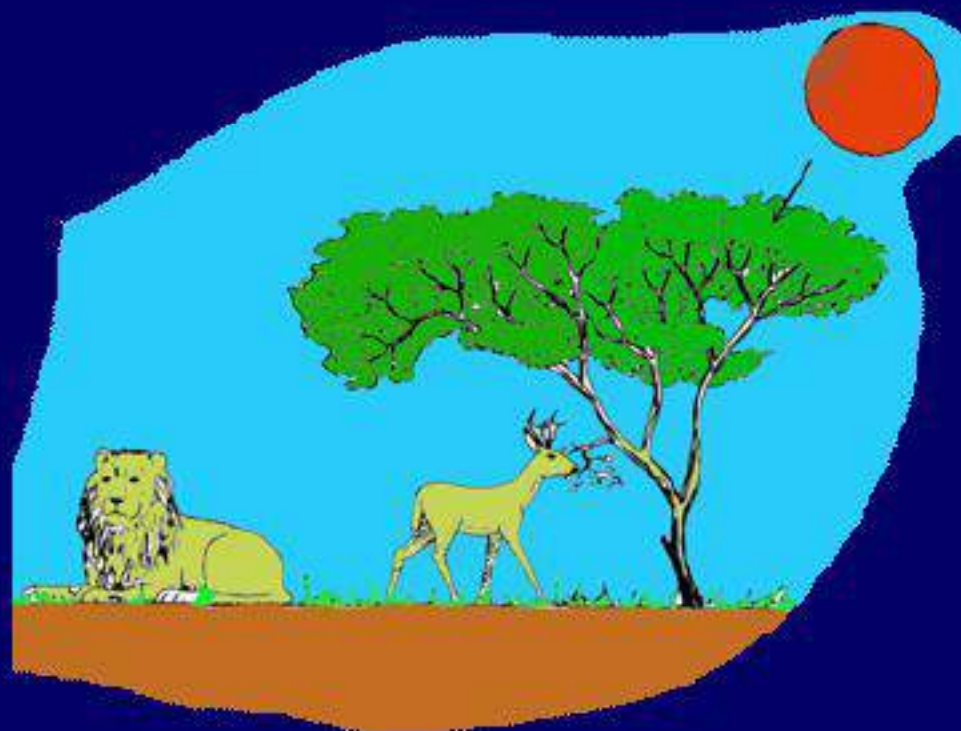
Piano Nazionale  
Lauree Scientifiche

Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# LE DUE DIMENSIONI DELLA TERRA

Gli ambienti terrestri sono  
in gran parte  
**bidimensionali**

tutto avviene  
a livello del suolo  
o a pochissima  
distanza da esso



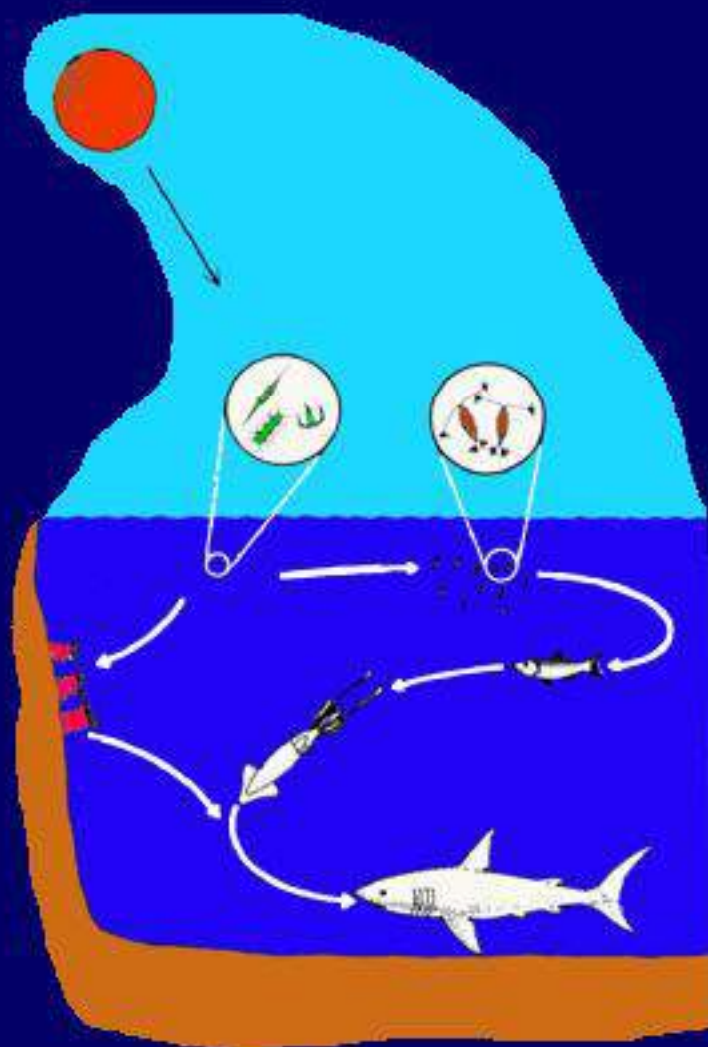


Piano Nazionale  
Lauree Scientifiche

Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# LE TRE DIMENSIONI DEL MARE

Gli ambienti acquatici  
sono **tridimensionali**,  
la terza dimensione  
è la colonna d'acqua  
che sovrasta il fondo





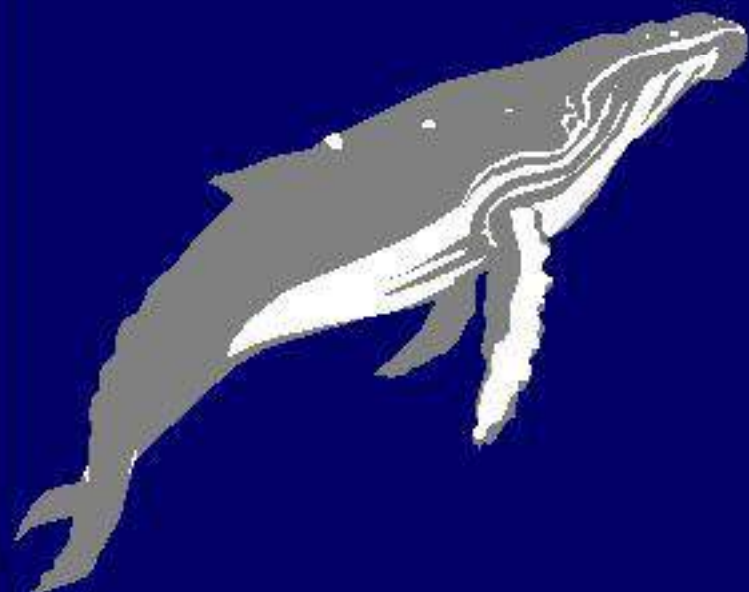


Piano Nazionale  
Lauree Scientifiche  
Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# L'ACQUA



L'acqua sostiene i corpi molto  
più dell'aria (**il principio di Archimede**)



Questo permette una lunga  
permanenza  
dei nutrienti nella “**terza  
dimensione**” e  
l'esistenza di organismi  
di dimensioni enormi



Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# IL CIBO

**A terra l'accesso al cibo avviene solo in stretta  
prossimità del suolo**

**In mare il nutrimento è  
presente nei sedimenti e  
anche nell'acqua**







Piano Nazionale  
Lauree Scientifiche

Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali







Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali







Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali







Piano Nazionale  
Lauree Scientifiche

Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Piante marine con fiori e frutti





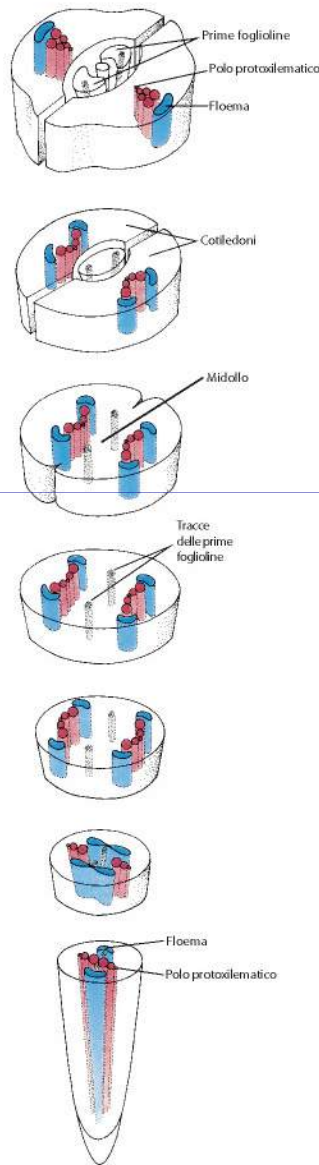
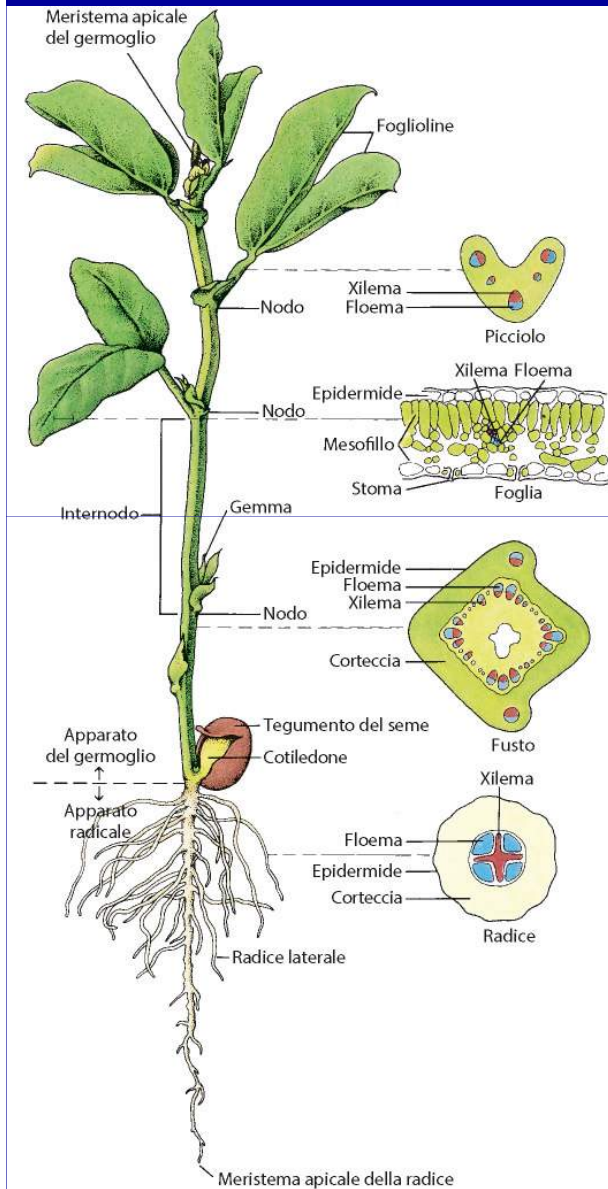


Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

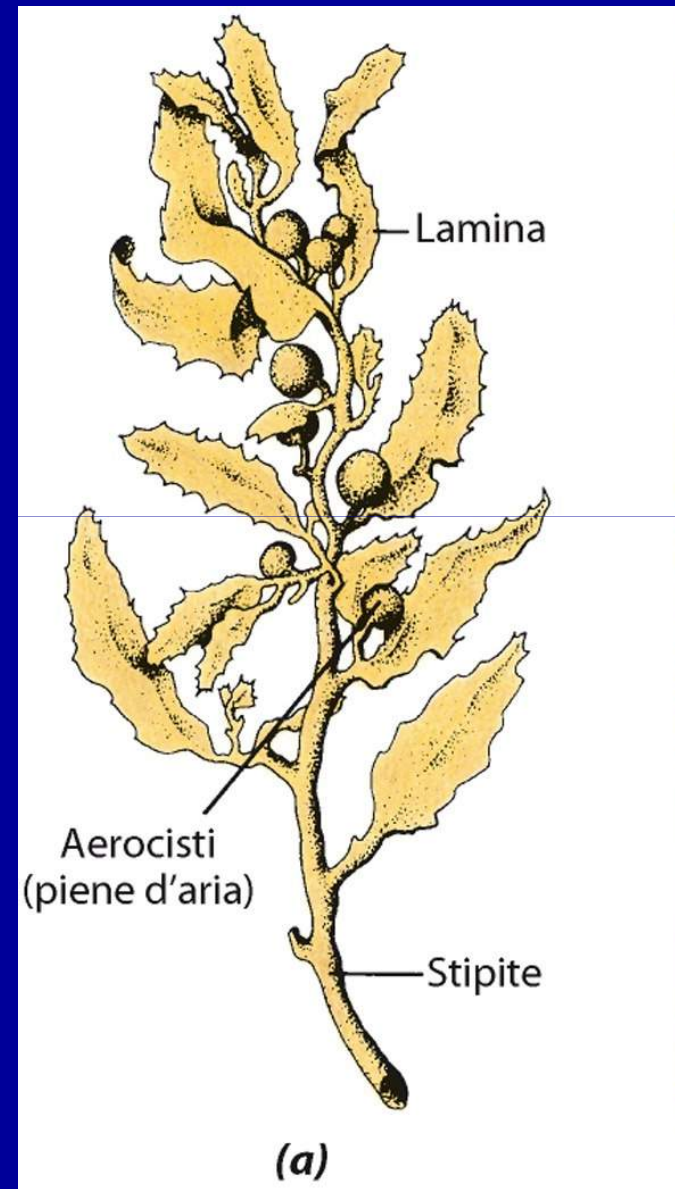
# LE ALGHE



# Piante superiori



# Alghe







Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# le Fanerogame Marine

- 1. Origine ed evoluzione.**
- 2. Areali di distribuzione.**
- 3. Adattamenti all'ambiente marino e caratteristiche morfologiche. Riproduzione e dinamica di crescita.**
- 4. Ruolo ed importanza.**
- 5. Cause di regressione**





Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Fanerogame marine: gruppo tassonomico?

- Deriva dal termine *seagrasses* (*erbe di mare*), largamente usato da allevatori, pescatori, cacciatori ed altri abitanti delle zone costiere, per indicare specie vegetali marine simili ad erba.
- Il primo ricercatore ad introdurre nella letteratura scientifica il termine fu Ascherson nel 1871.
- In realtà le fanerogame marine formano un gruppo ecologico, non tassonomico. Ciò implica che le varie specie non siano strettamente legate dal punto di vista sistematico.



Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Origine ed evoluzione

## 1. Da idrofite di acque dolci (Arber, 1920)

acque dolci  $\Rightarrow$  acque poco salate  $\Rightarrow$  acque salmastre  $\Rightarrow$  mare

## 2. Linee differenti tra acque dolci e marine (den Hartog, 1970). Le angiosperme marine potrebbero essersi evolute da forme terrestri tolleranti alla salinità probabilmente presenti nelle zone di marea



Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Origine ed evoluzione

## Resti fossili

*Posidonia parisiensis*, *Cymodocea serrulata*, *C. nodosa*  
**(Eocene e Miocene – Era Cenozoica ~30 milioni di anni BP)** con caratteristiche appartenenti a generi, e talvolta a specie, ancora esistenti

*Archeozostera*, *Thalassocharis*, *Posidonia cretacea*  
**(Cretaceo – Era Mesozoica ~135 milioni di anni BP)**





Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Proprietà di una pianta acquatica marina

- Le piante devono poter vivere in un mezzo salino
- Devono essere capaci di crescere e di riprodursi completamente sommerse
- Devono avere un sistema di ancoraggio tenace
- Impollinazione idrofila



Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Adattamenti

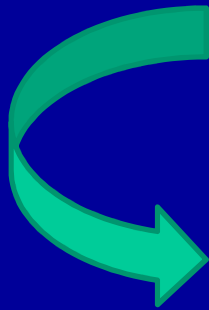
- Foglie generalmente allungate ed appiattite
- Il lembo fogliare nastriforme ha cuticola sottile e non ha stomi
- Singolo strato di cellule con cloroplasti e mitocondri (l'epidermide)
- Le radici sono provviste di sottili peli che aumentano la superficie di assorbimento e la capacità di adesione al fondale marino



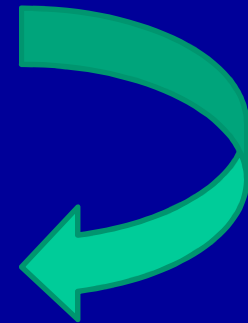
Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Fanerogame marine

|      |                 |
|------|-----------------|
| 1    | <i>Ordine</i>   |
| 4    | <i>Famiglie</i> |
| 14   | <i>Generi</i>   |
| ~ 60 | <i>Specie</i>   |



Circa lo 0,02% di tutto il  
comparto delle piante a fiore



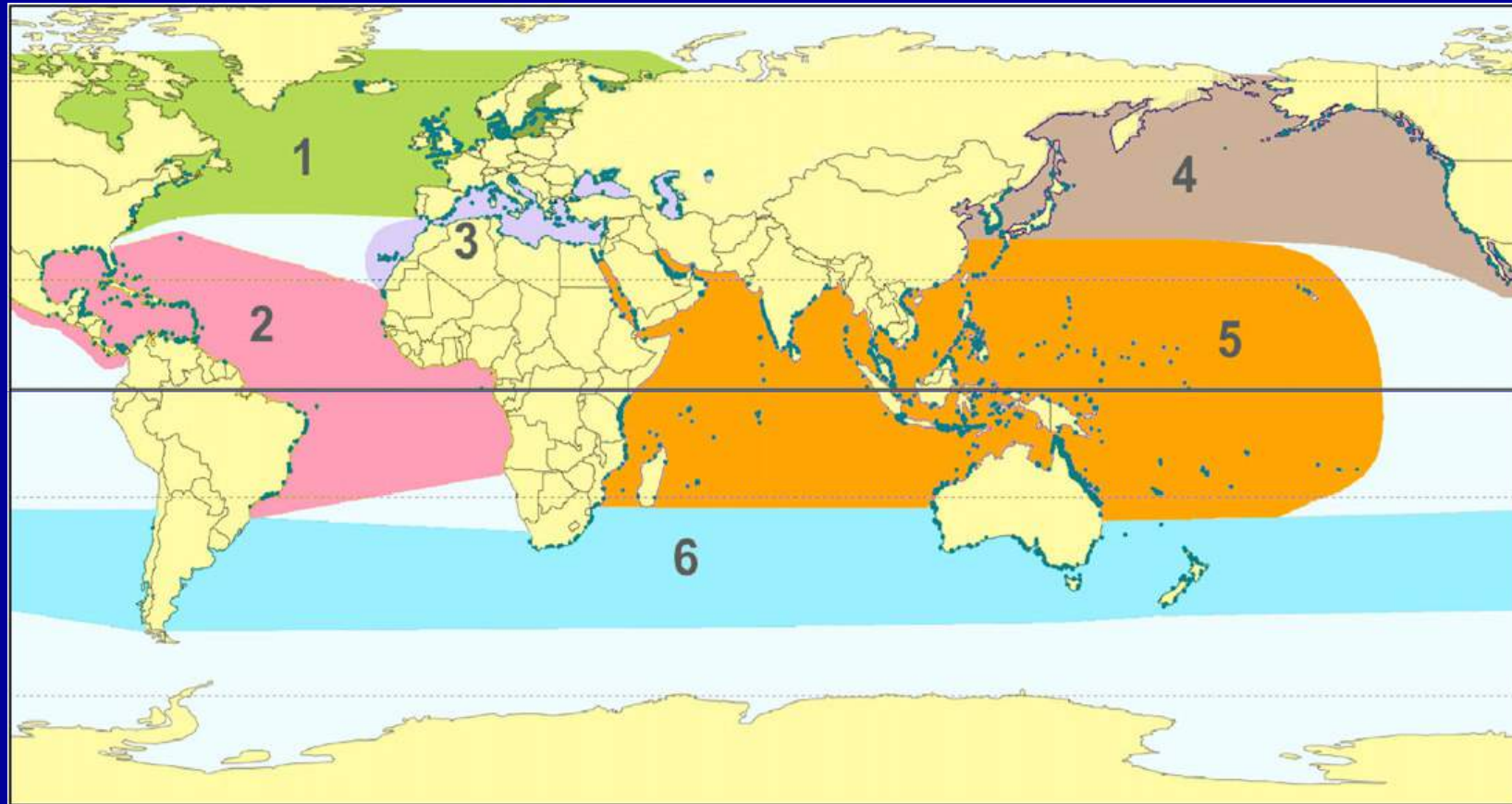
Se si considera che sono  
conosciute circa 370mila specie





Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Areali di distribuzione

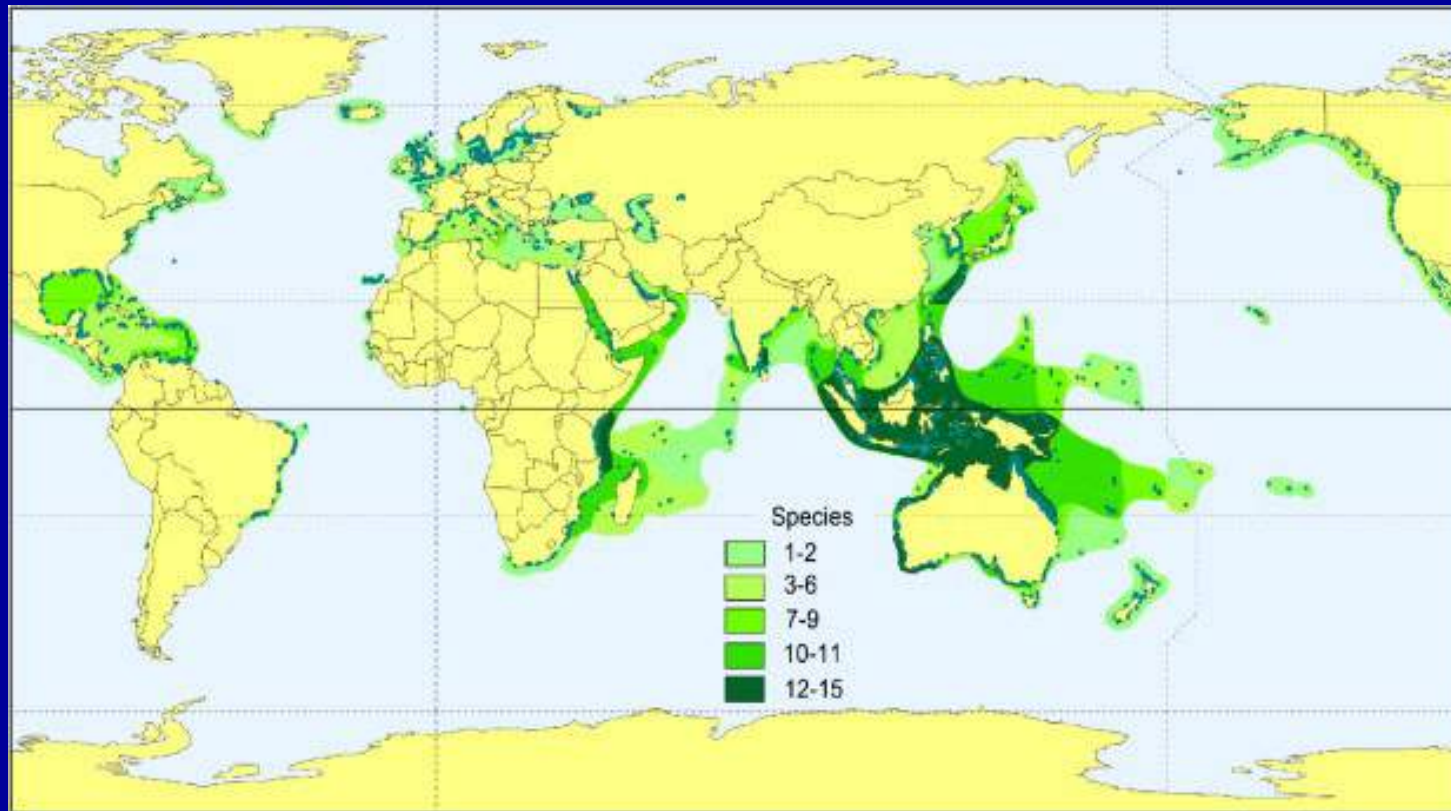


Distribuzione globale delle fanerogame marine 1. Temperate North Atlantic, 2. Tropical Atlantic, 3. Mediterranean, 4. Temperate North Pacific, 5. Tropical Indo-Pacific, 6. Temperate Southern Oceans.(Short et al., 2007: JEMBE)



Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Distribuzione globale della diversità delle fanerogame marine

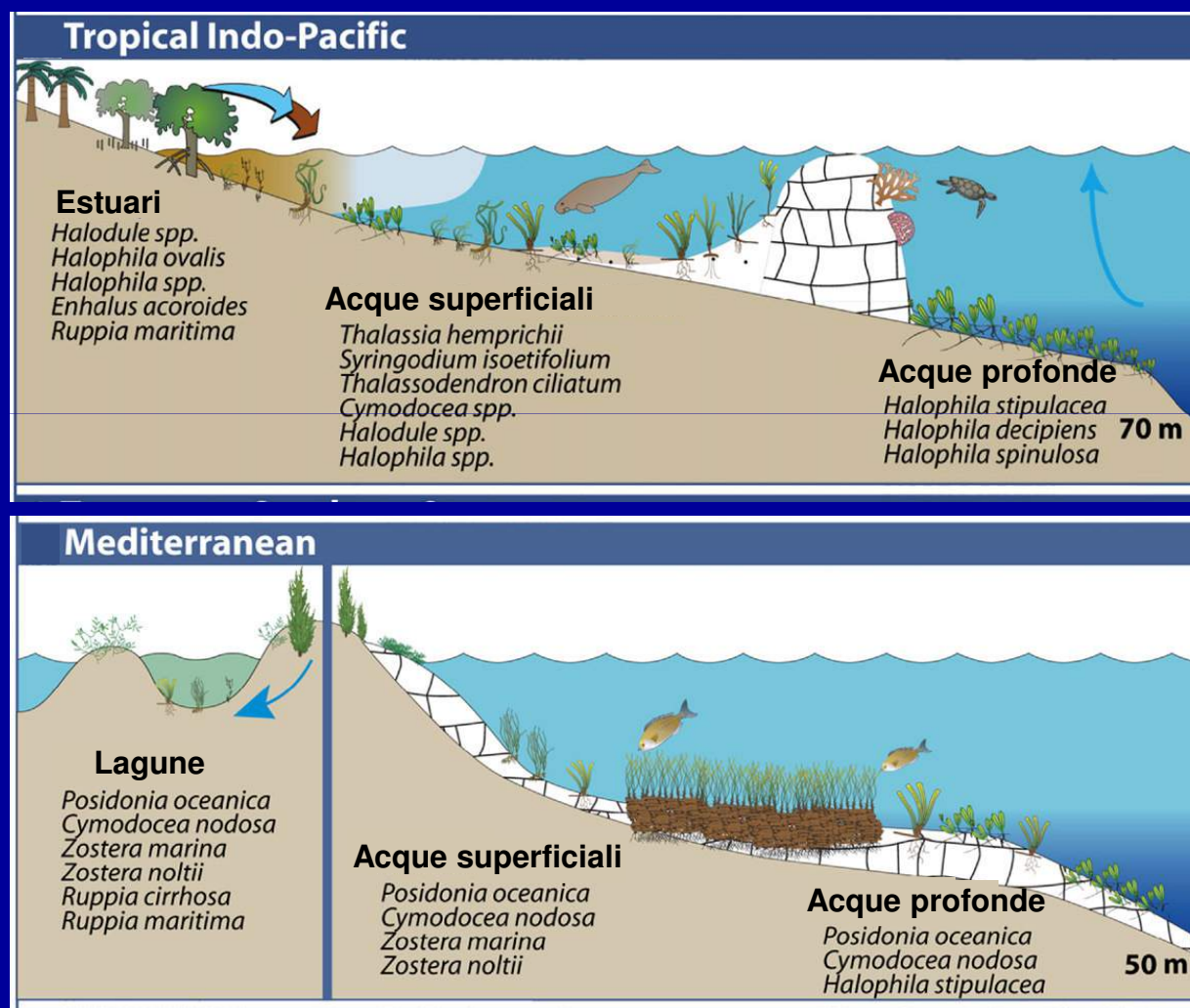


Le tonalità di verde indicano il numero di specie per area, mentre i punti indicano le segnalazioni sulla loro presenza (Short et al., 2007: JEMBE)



Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Distribuzione orizzontale e verticale delle fanerogame marine



← Punto di compensazione

← Punto di compensazione

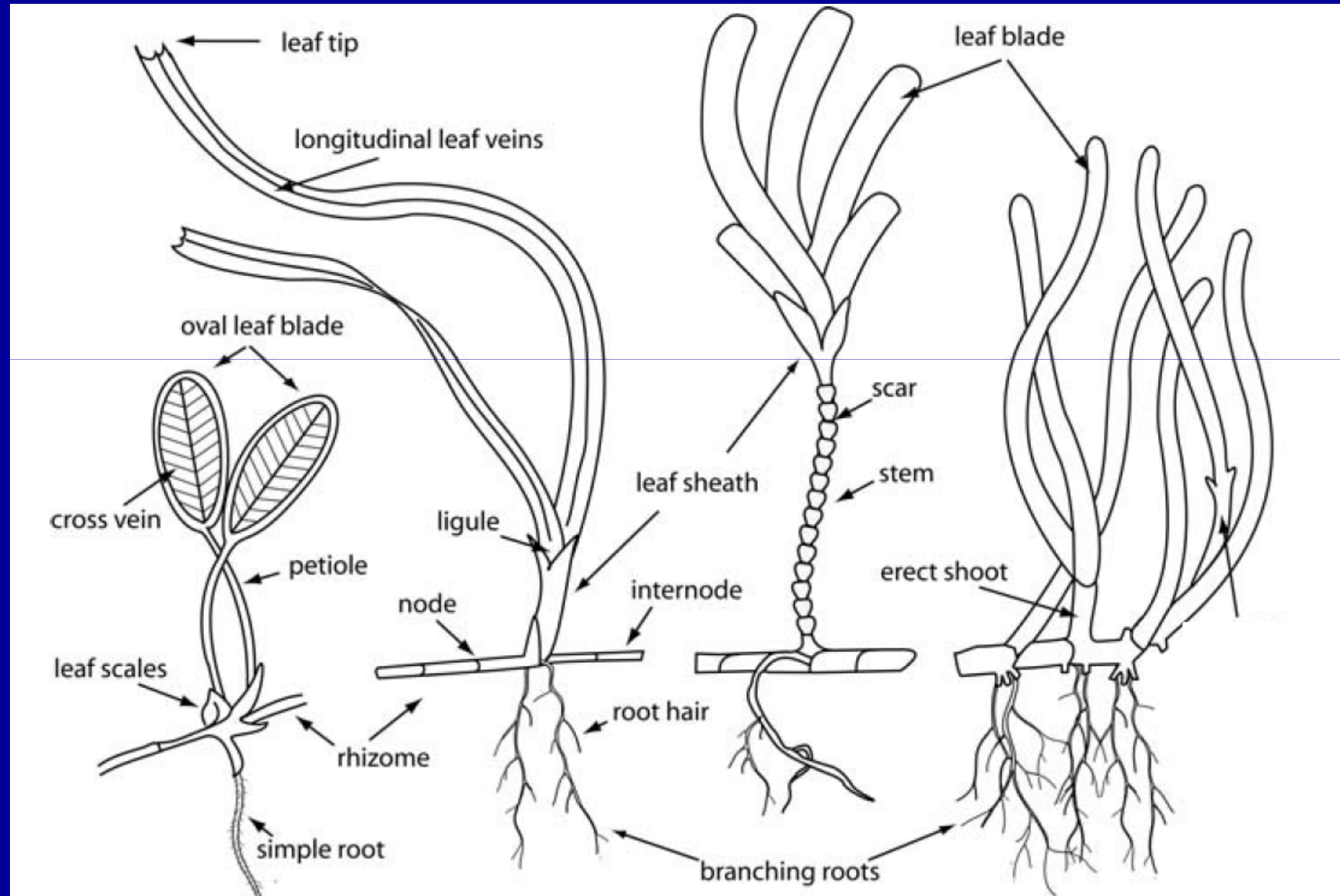
(modificato da Short *et al.*, 2007: JEMBE)





Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Principali caratteristiche morfologiche





Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Fanerogame marine in Mediterraneo

*Posidonia oceanica* (Linneus) Delile

*Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson

*Zostera marina* Linnaeus

*Zostera noltii* Hornemann

*Halophila stipulacea* (Forsskal) Ascherson





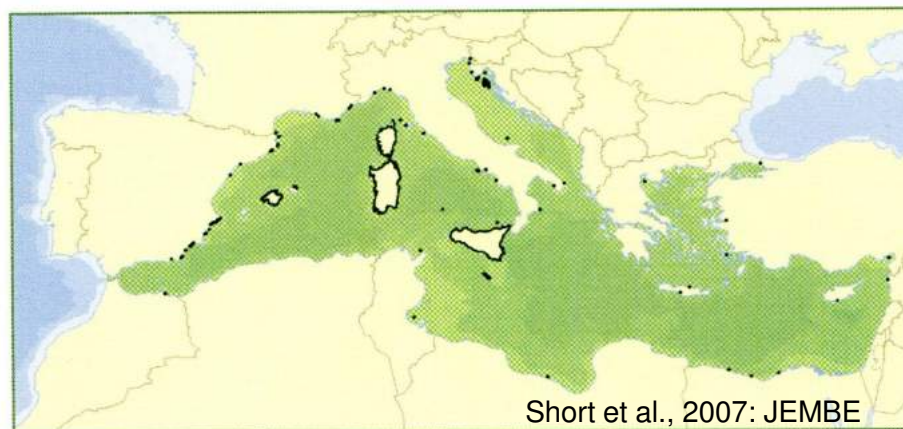
Piano Nazionale  
Lauree Scientifiche

Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali



## *Posidonia oceanica*

La più grande di tutte le fanerogame marine mediterranee; le foglie possono raggiungere 1 m di lunghezza; forma praterie che colonizzano fondali dalla superficie fino alla profondità di circa 40m.



Short et al., 2007: JEMBE



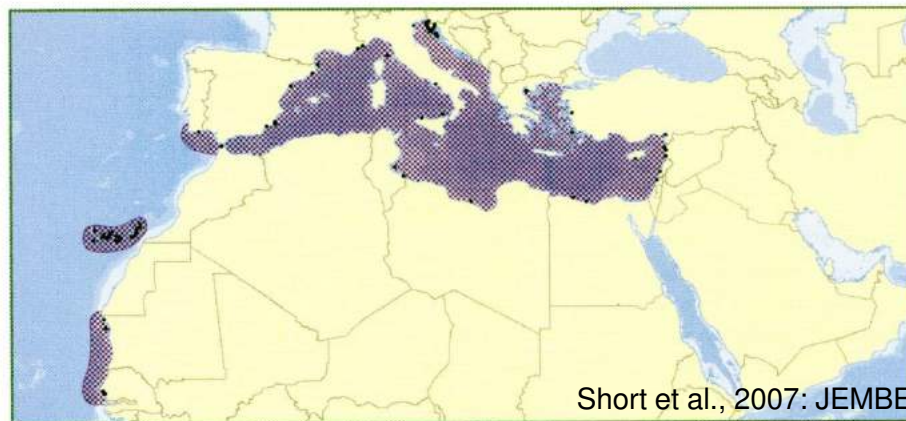


Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali



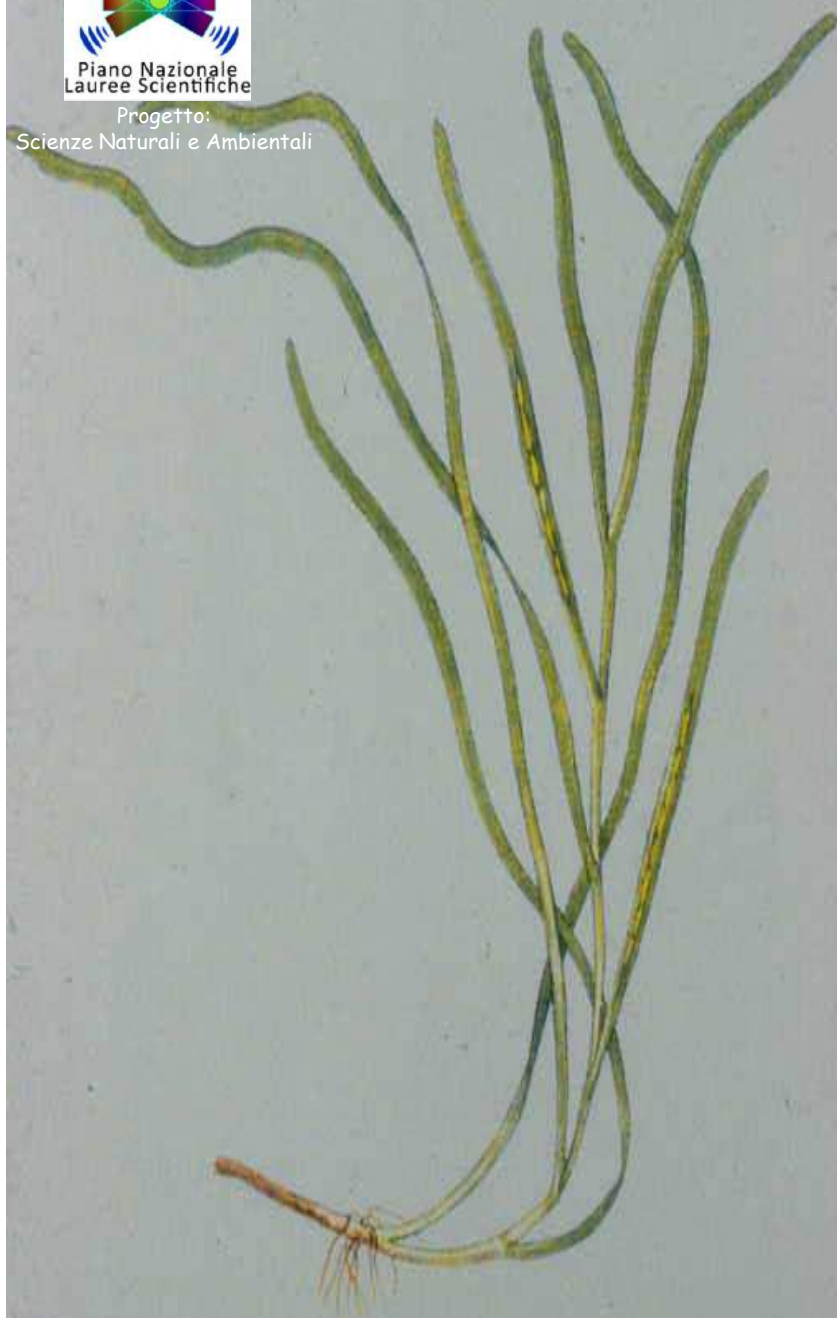
# *Cymodocea nodosa*

Specie con foglie sottili lunghe fino a 30 cm. Si trova in genere all'interno di lagune costiere, ma è presente anche in ambienti influenzati dalle maree.



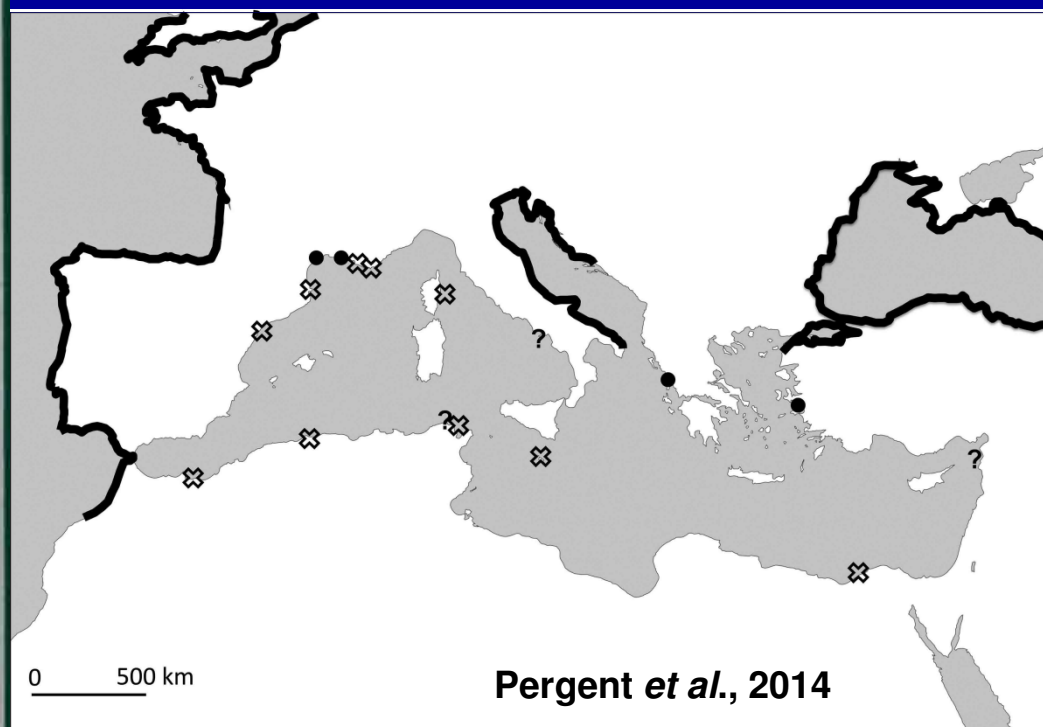


Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali



## *Zostera marina*

Specie preferisce fondi sabbiosi delle baie poco profonde, non più profonde di 10m. Le foglie hanno 3-7 vene parallele. Cresce soprattutto sul piano subtidale.





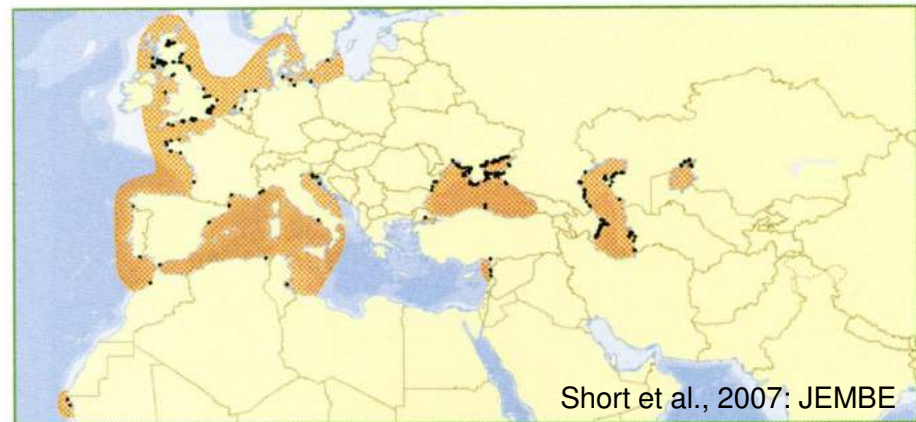
Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali



***Zostera noltii***

## ***Zostera noltii***

E' una pianta con foglie a venatura centrale, presenti in habitat sabbioso-melmosi, con granulometria fine; come *Z. marina*, non si sviluppa a profondità inferiori a 10m. Cresce soprattutto sul piano medio-litorale dove c'è la massima escursione di salinità e temperatura. Specie euri.

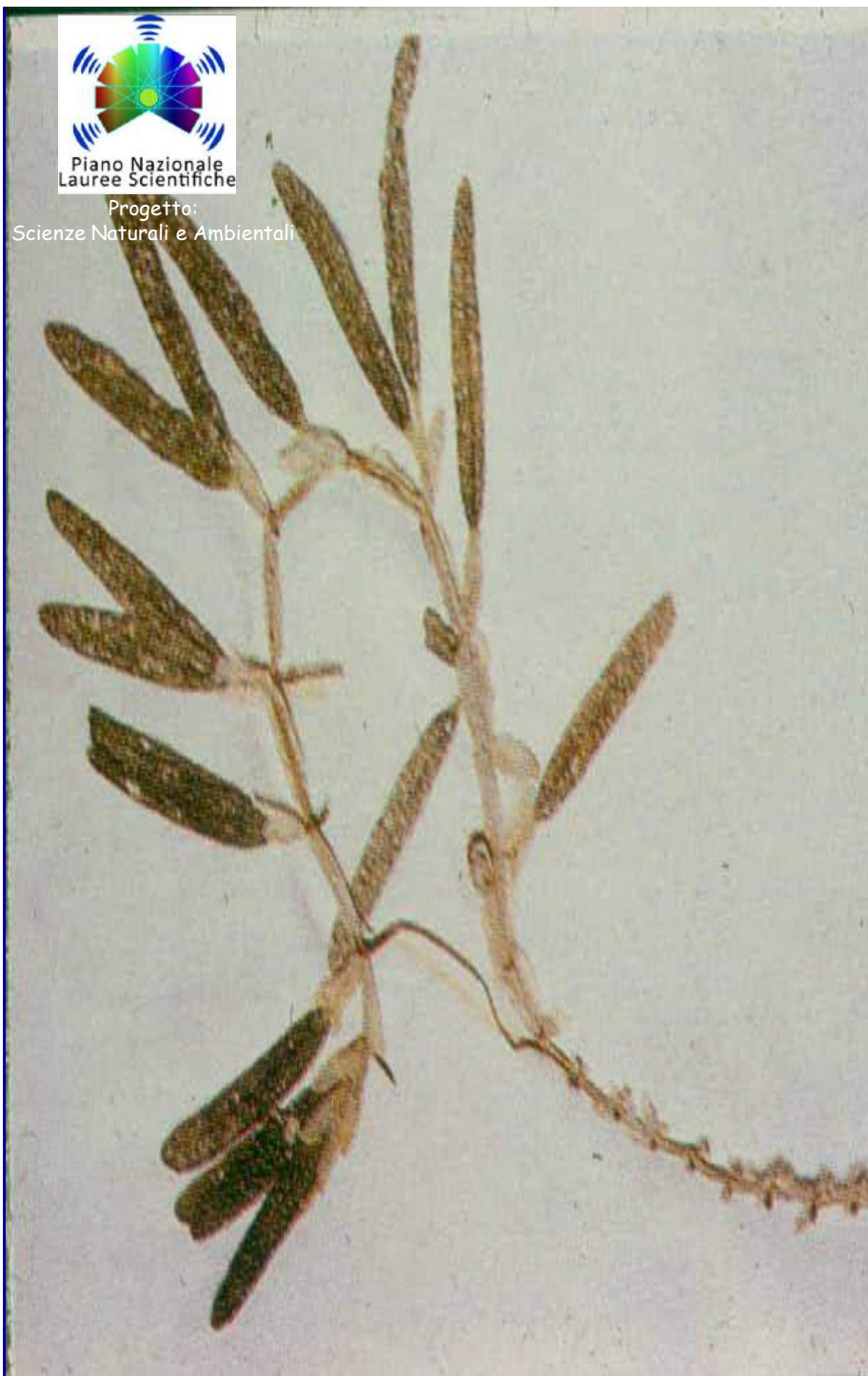


Short et al., 2007: JEMBE





Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali



# *Halophila stipulacea*

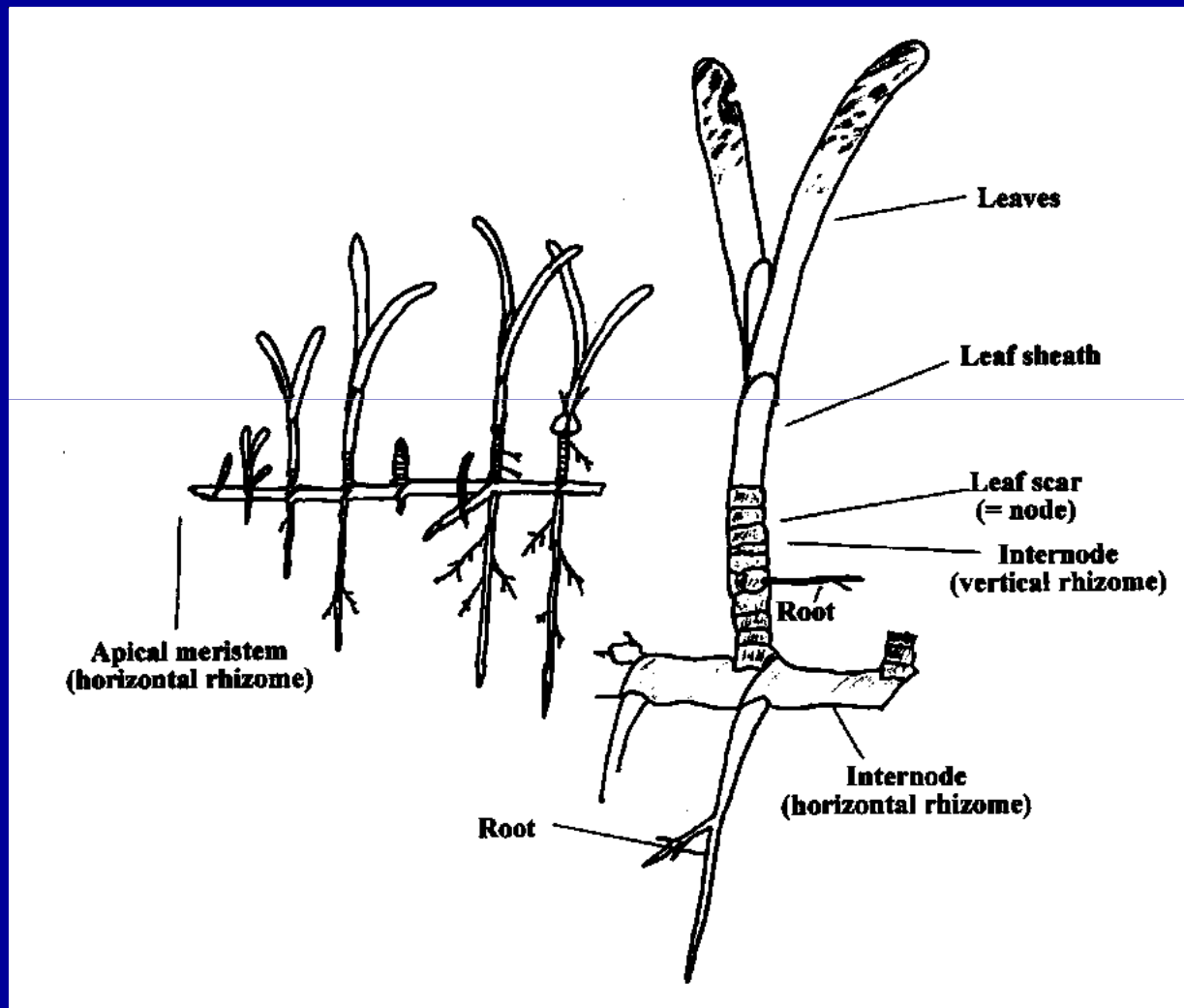
Si trova nei fondali di piccoli porti ed ambienti circostanti a basso ricambio idrico. E' una specie lessepsiana.



Short et al., 2007: JEMBE

# Modalità riproduttive

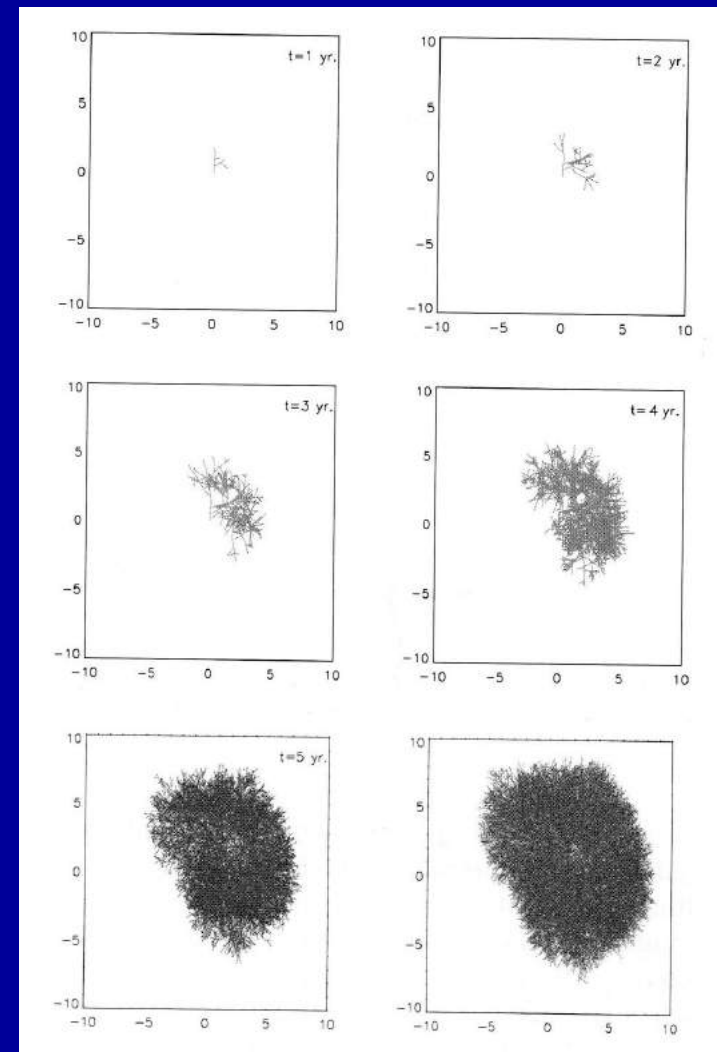
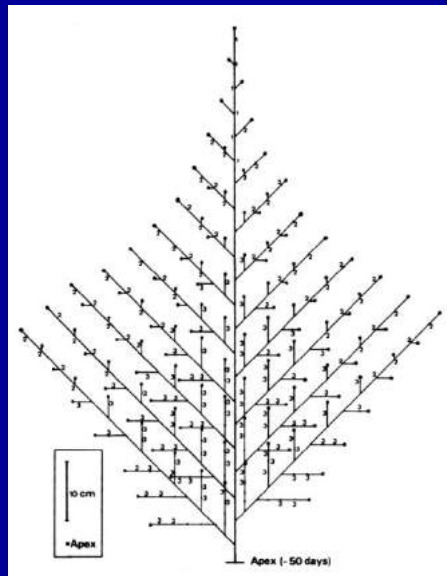
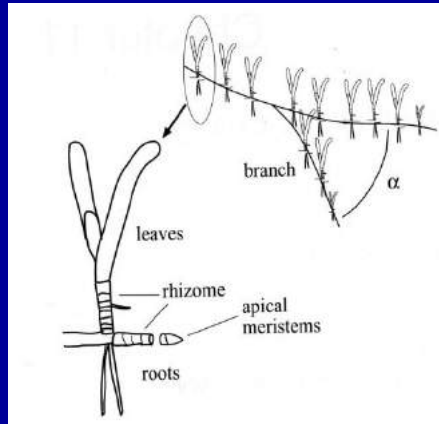
Espansione clonale mediante ramificazioni ripetute





Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

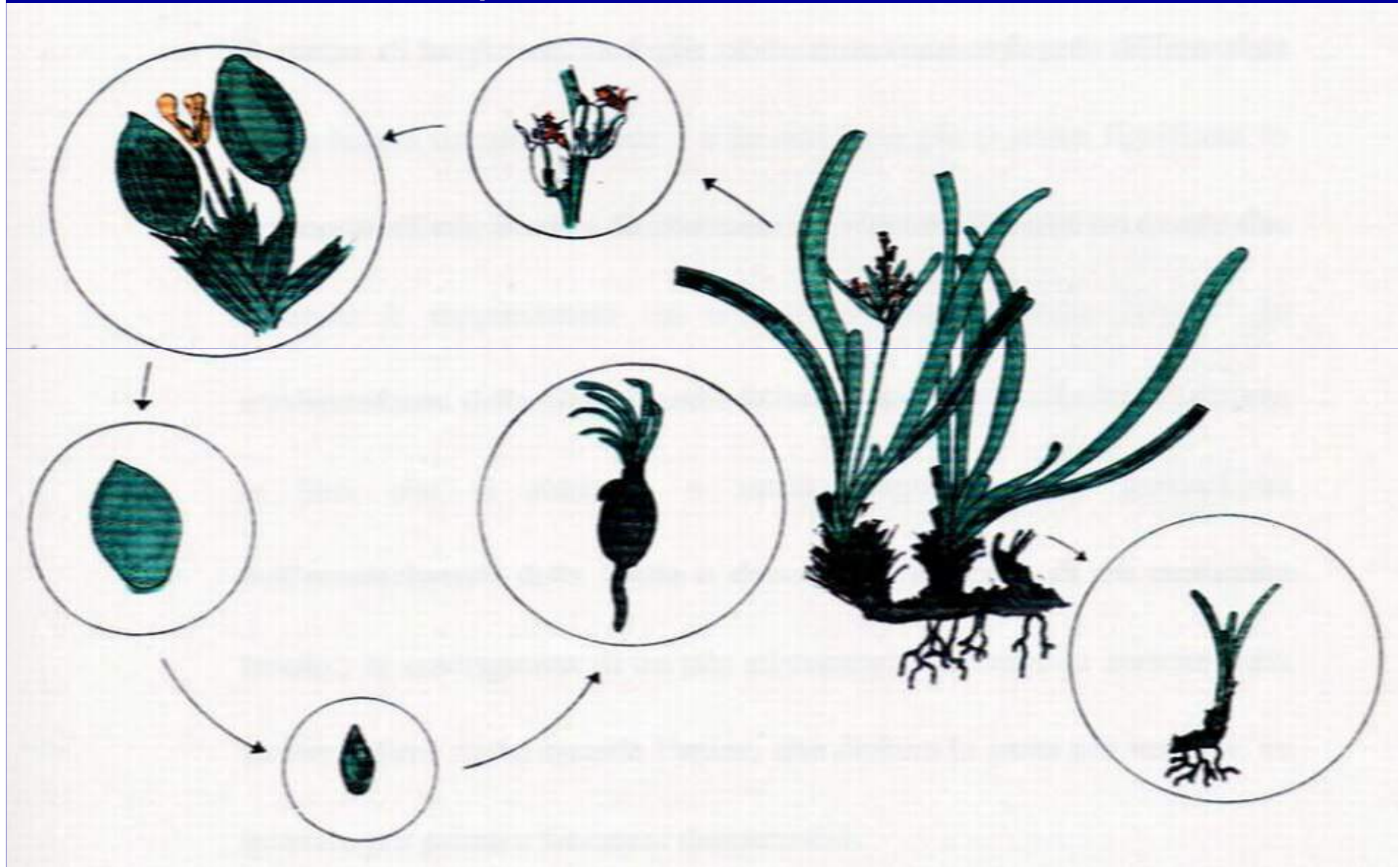
# Modalità riproduttive fasi dell'espansione clonale





# Modalità riproduttive

## Riproduzione sessuata





Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali



# Riproduzione sessuata







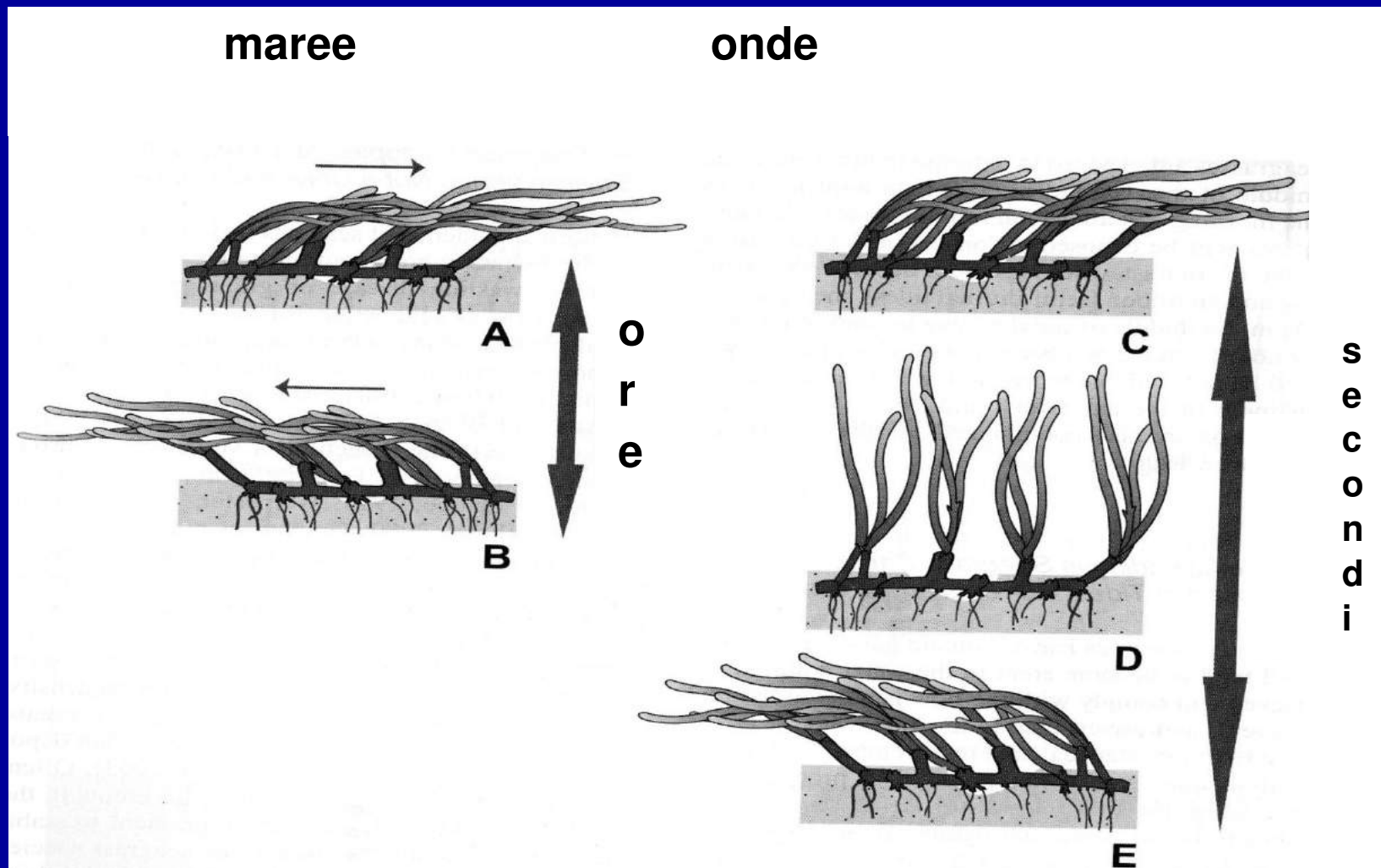
Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Ruoli delle praterie sommerse

- \* **Attenuano il moto ondoso e proteggono dall'erosione i litorali**
- \* **Stabilizzano i fondali marini e aumentano la trasparenza**
- \* **Modellano i fondali e modificano la morfologia costiera**
- \* **Sono sistemi altamente produttivi e contribuiscono all'ossigenazione delle acque**
- \* **Sostengono una comunità ad elevata biodiversità, rappresentando il punto di partenza di una complessa rete trofica**



# Attenuazione dell'idrodinamismo



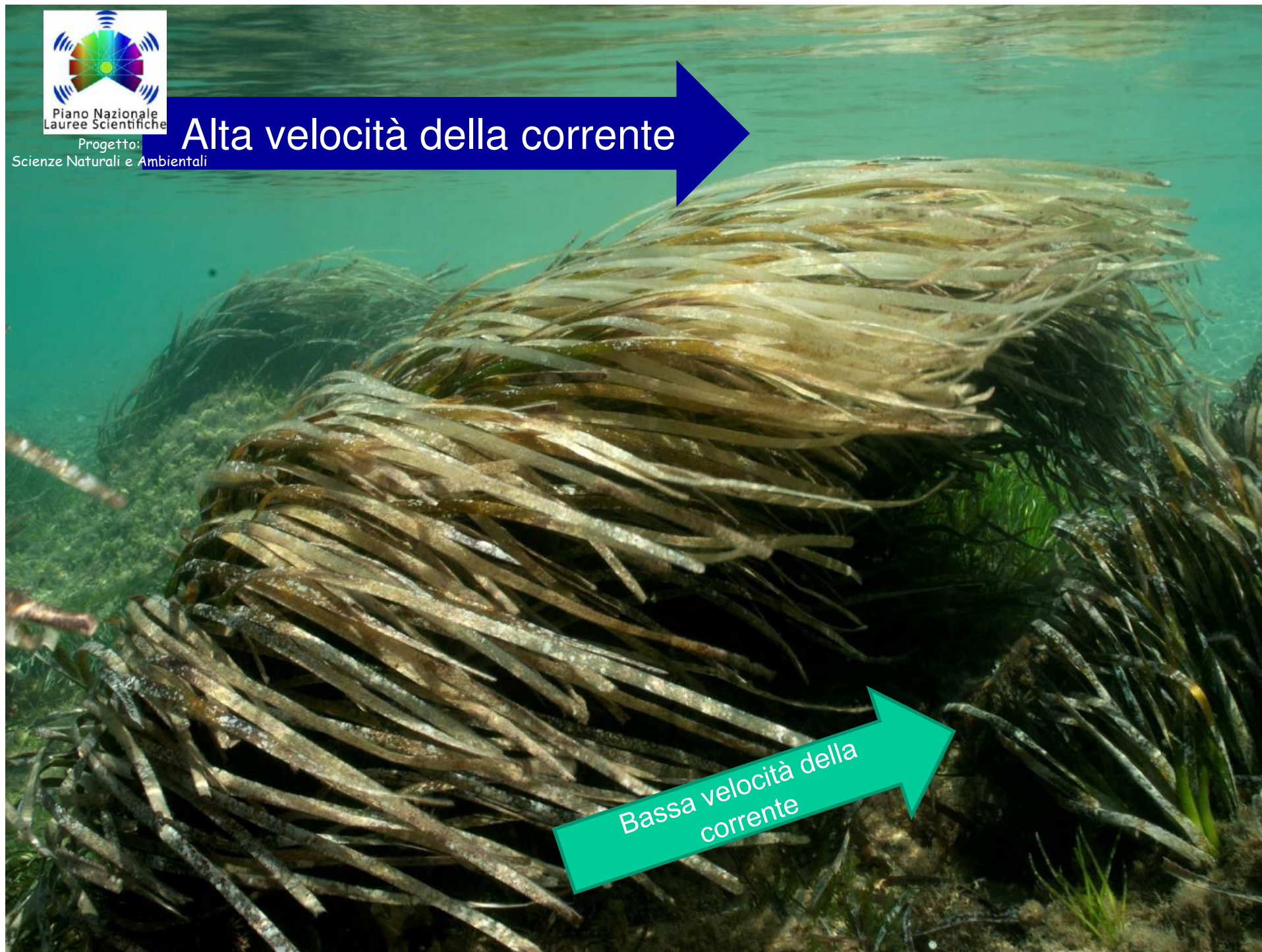


Piano Nazionale  
Lauree Scientifiche

Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

Alta velocità della corrente

Bassa velocità della  
corrente





# Protezione dei litorali dall'erosione

Accumuli di detrito fogliare

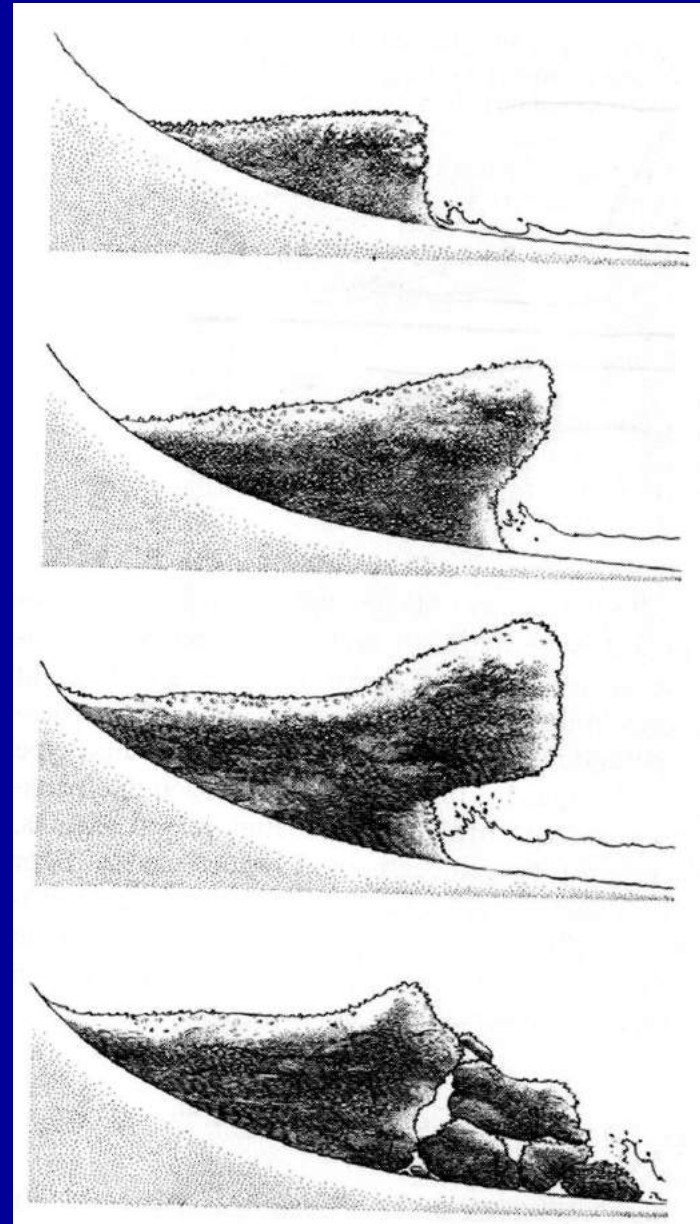






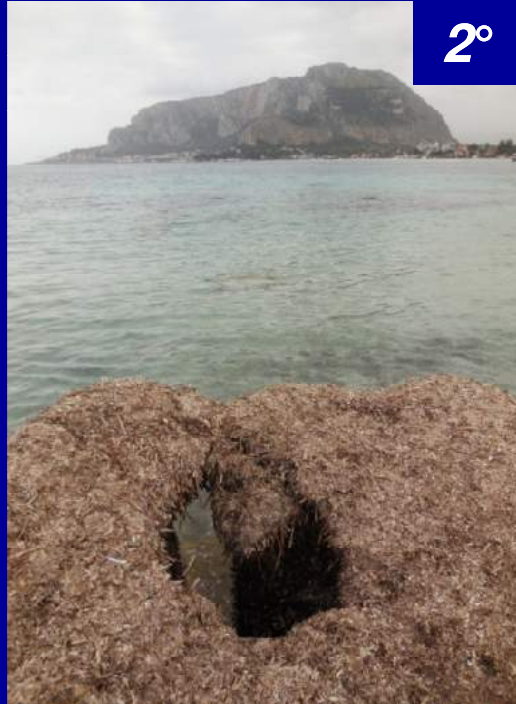
Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Principali forme erosive degli accumuli di detrito fogliare spiaggiato





# Principali forme erosive degli accumuli di detrito fogliare spiagggiato







Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali







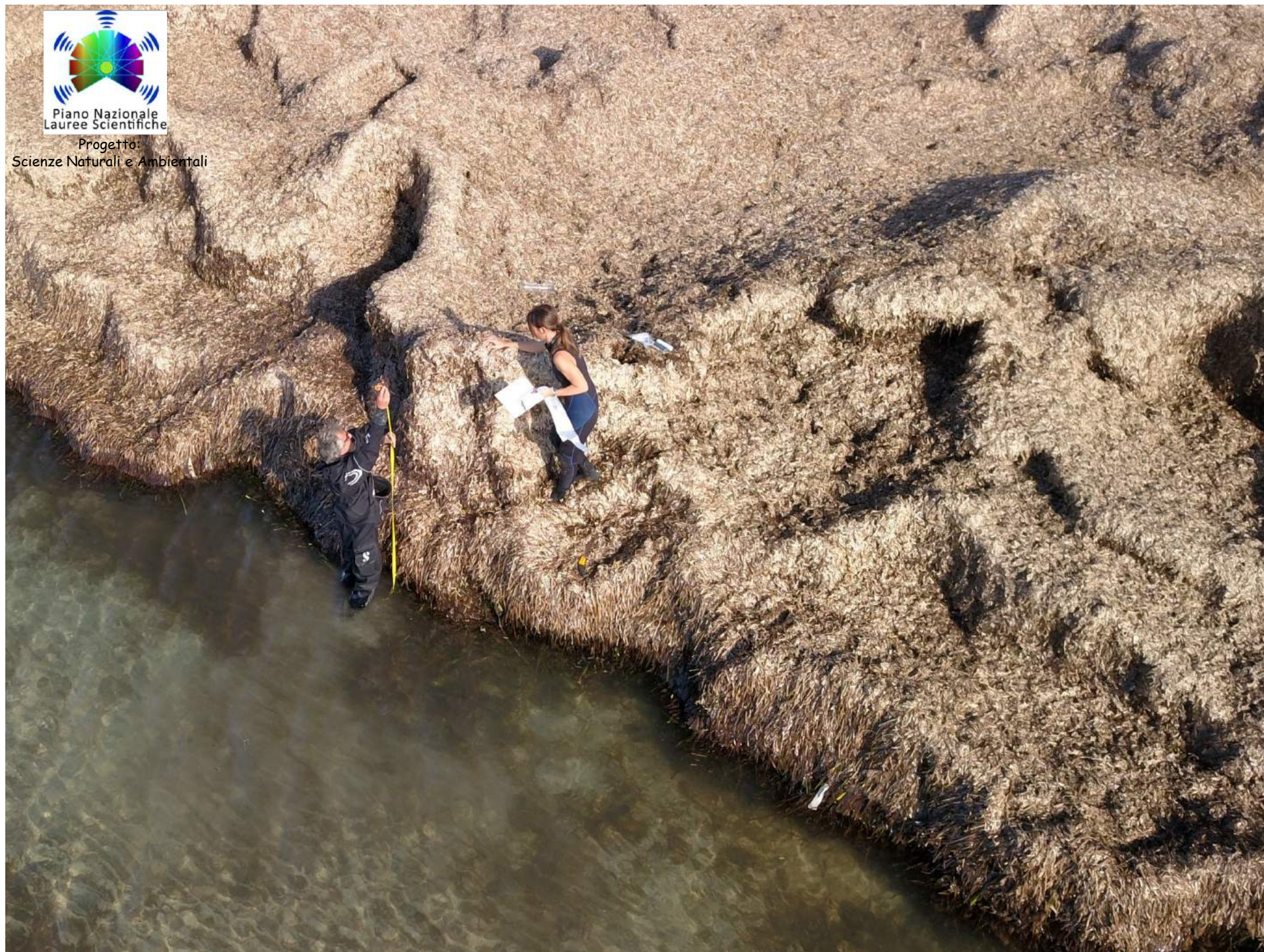
Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali







Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali







Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali







Piano Nazionale  
Lauree Scientifiche

Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali







Piano Nazionale  
Lauree Scientifiche

Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali







Piano Nazionale  
Lauree Scientifiche

Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali







Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

Le fanerogame  
marine sono  
“*habitat forming*”







Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

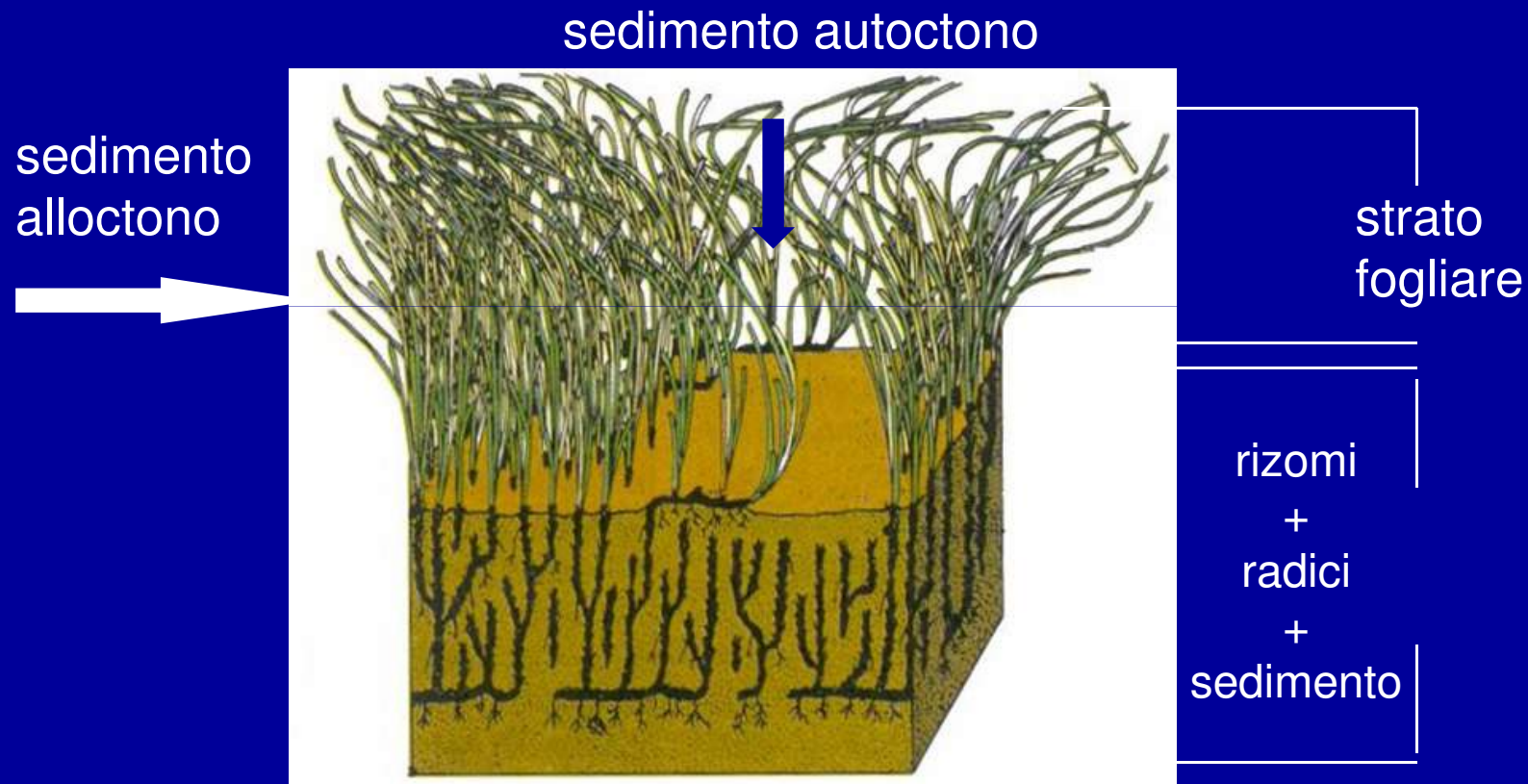


Stabilizzano i  
sedimenti e  
modificano  
le batimetrie dei  
fondali marini



Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Stabilizzazione ed elevazione dei fondali

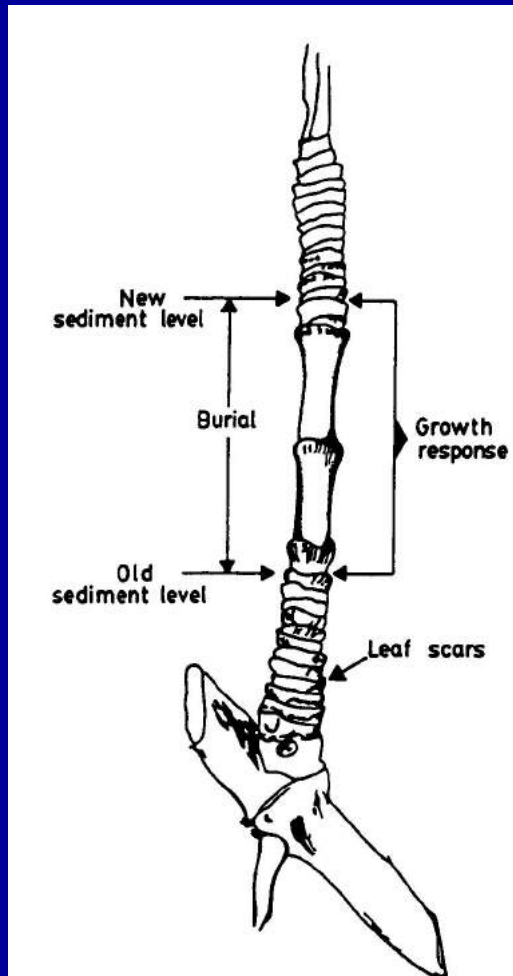






Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Risposta della crescita verticale alle variazioni di sedimentazione



## Interramento dei rizomi



(Hemminga e Duarte, 2000)

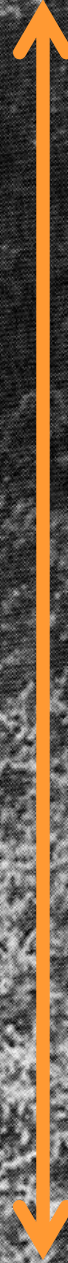




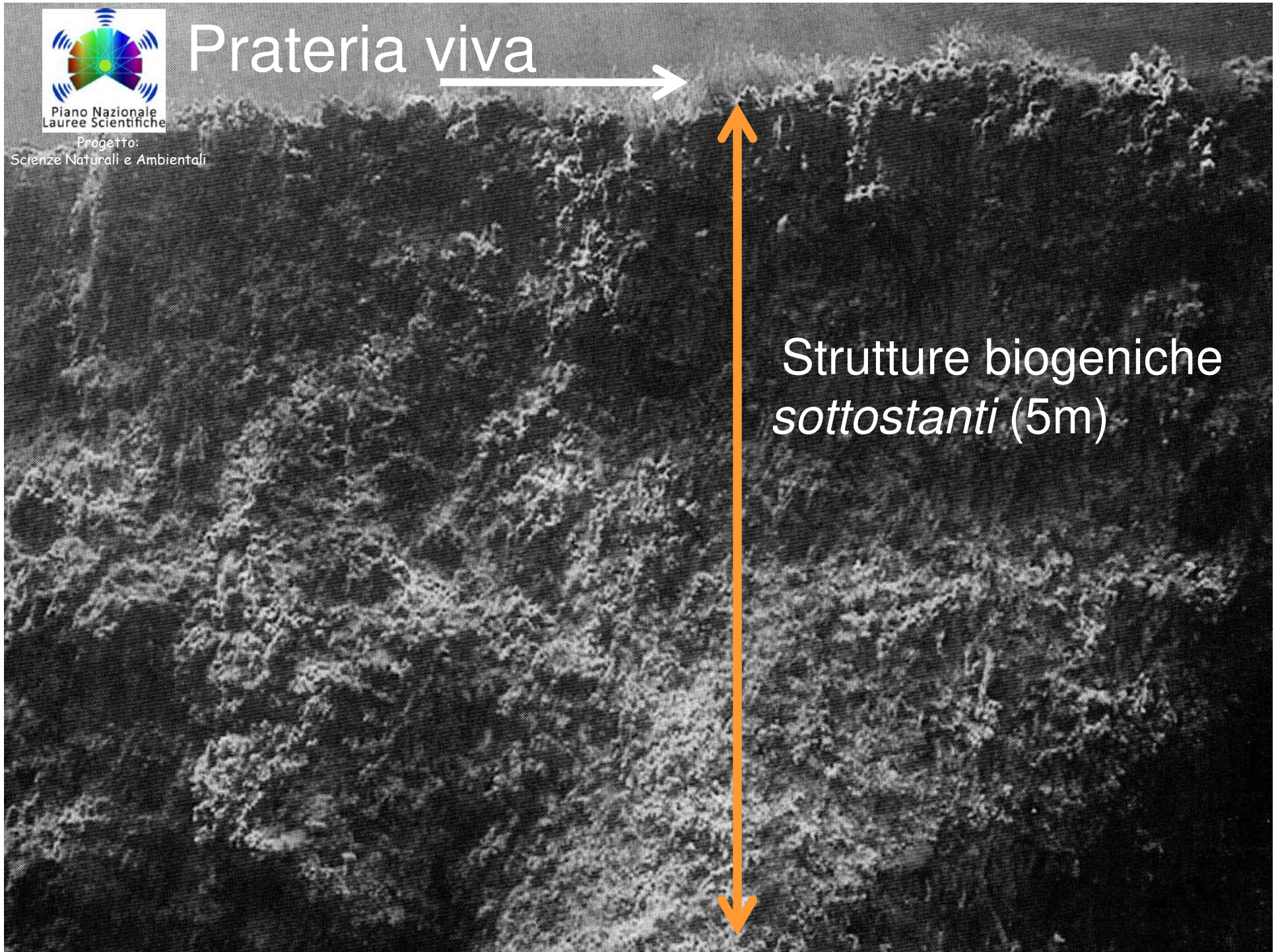
Piano Nazionale  
Lauree Scientifiche

Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

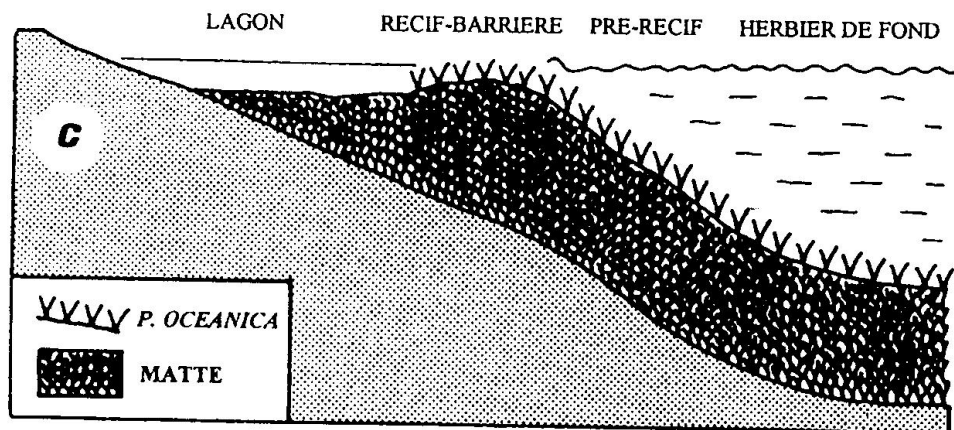
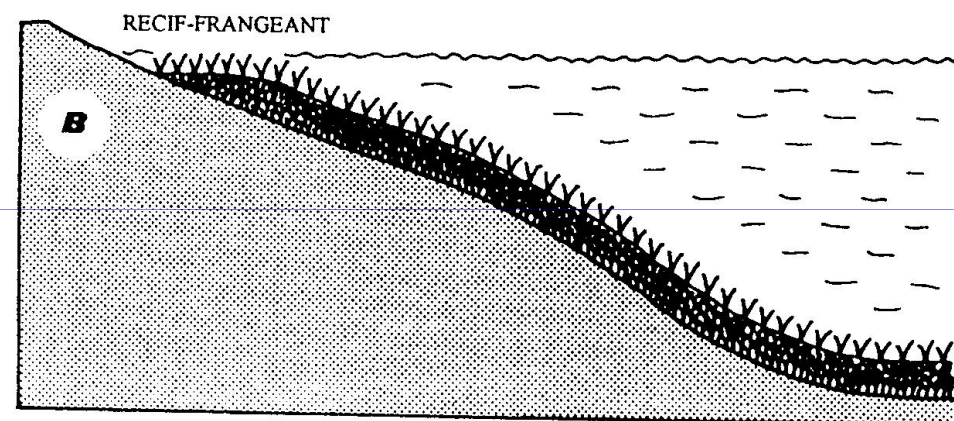
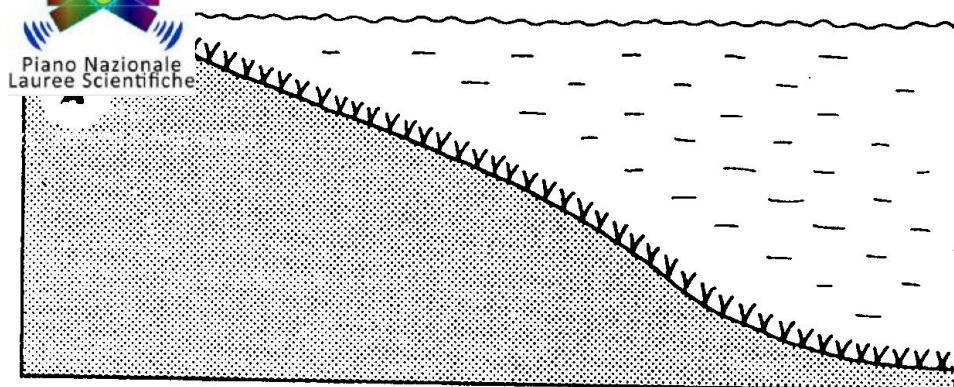
# Prateria viva



Strutture biogeniche  
*sottostanti* (5m)





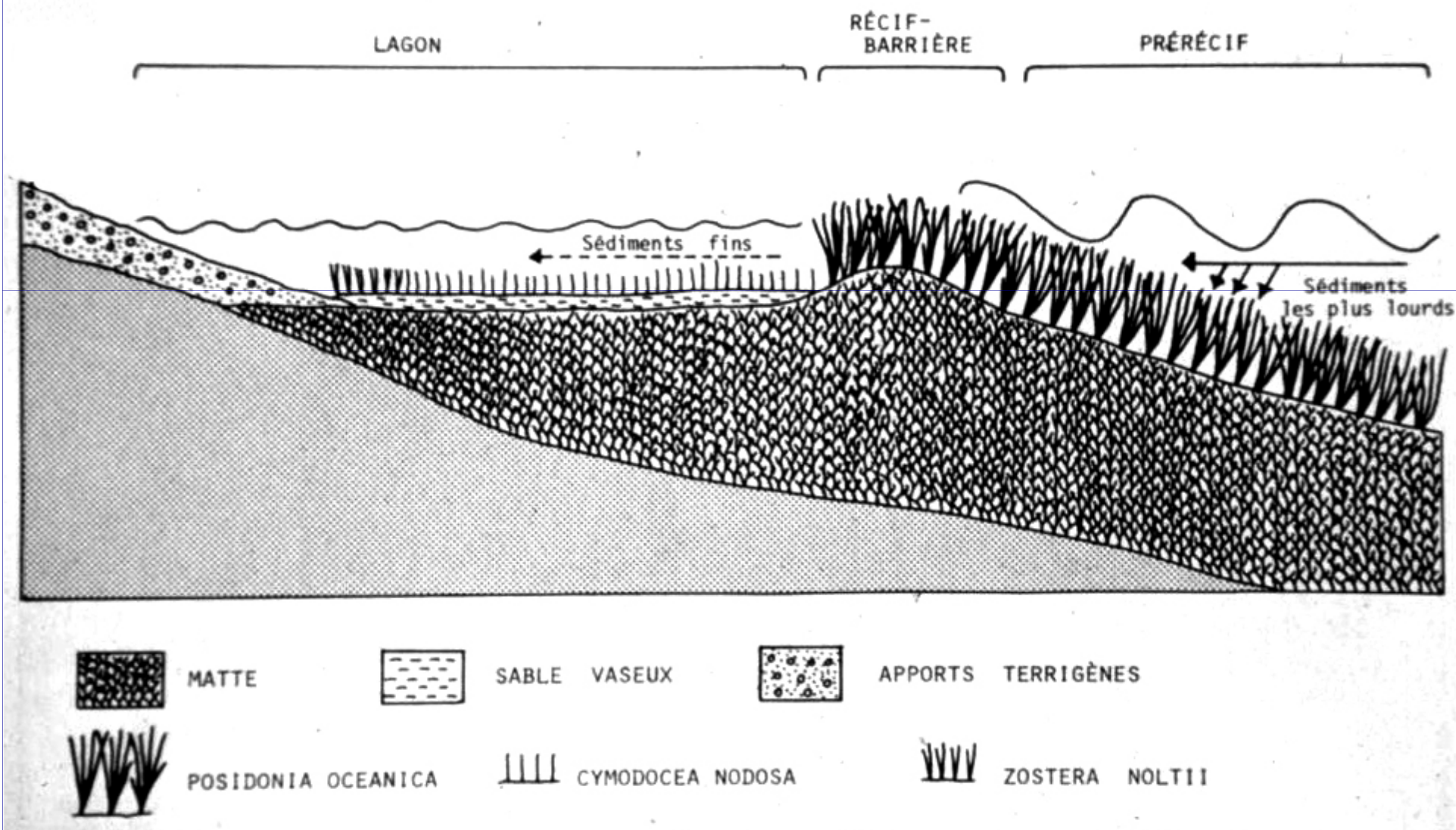


Trasformano la  
morfologia  
costiera  
creando lagune



Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Formazione di una laguna







Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# *Recif frangeant*







Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# *Recif frangeant*







Piano Nazionale  
Lauree Scientifiche

Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali







Piano Nazionale  
Lauree Scientifiche

Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

Costa erosa

Costa non erosa

Presenza del  
reef a posidonia

Assenza del  
reef a posidonia

Presenza del  
reef a posidonia

Image © 2019 DigitalGlobe

Google Earth





Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Fitomassa e produzione primaria delle fanerogame

|                        |                                     |
|------------------------|-------------------------------------|
| Area globale ricoperta | $\sim 0,6 \times 10^6 \text{ Km}^2$ |
|                        | 10% coste                           |
|                        | 0,18% degli oceani                  |
| Fitomassa              | 460 gr. p.s. / $\text{m}^2$         |
| Produzione             | 817 gr. p.s./ $\text{m}^2$ / anno   |



Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

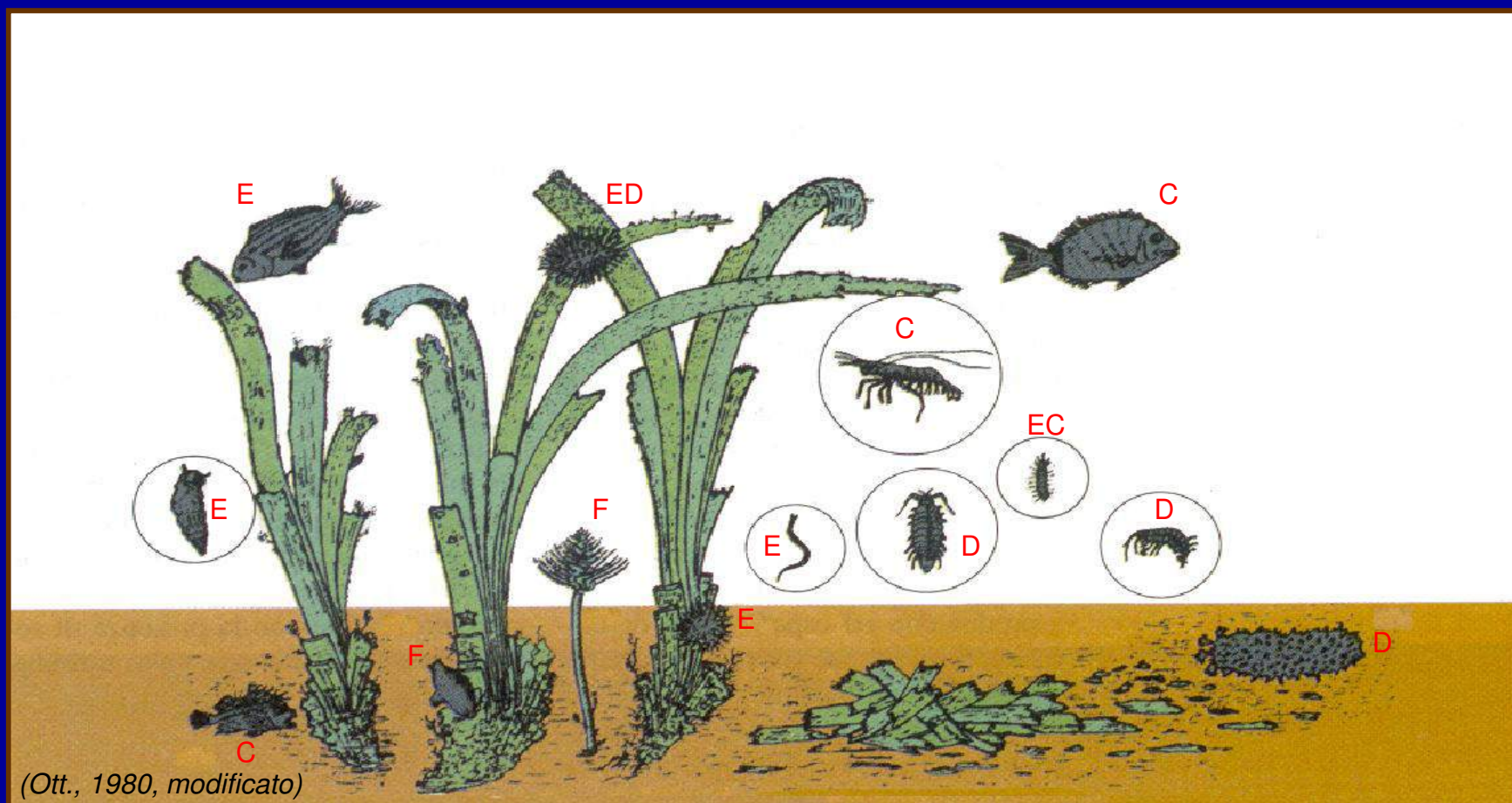
# Reti alimentari nelle praterie a fanerogame marine

Carnivori (C) (*Policheti*, *Crostacei Decapodi* e *Pesci*);

Erbivori (E) (*Nematodi*, *Policheti*, *Molluschi* *Gasteropodi* ed *Echinodermi*);

Filtratori (F) (*Policheti* ed *Ascidie*);

Detritivori (D) (*Crostacei Anfipodi* ed *Isopodi*, *Echinodermi*)



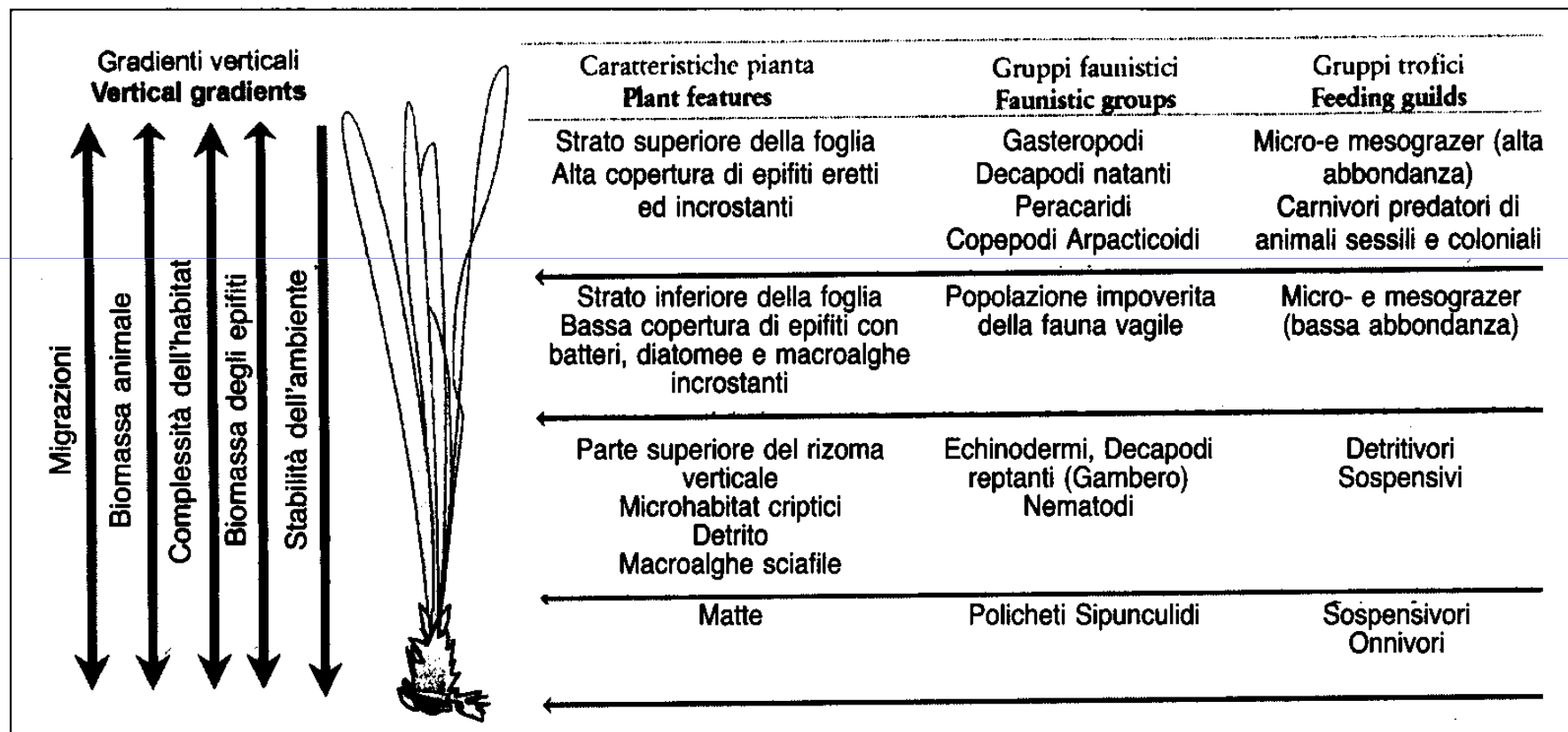


# Ruolo ecologico delle praterie di *Posidonia oceanica*: tutela della biodiversità



~20% delle specie mediterranee vivono all'interno  
della prateria di *Posidonia oceanica*

# Schema della stratificazione verticale dell'ecosistema a fanerogame marine

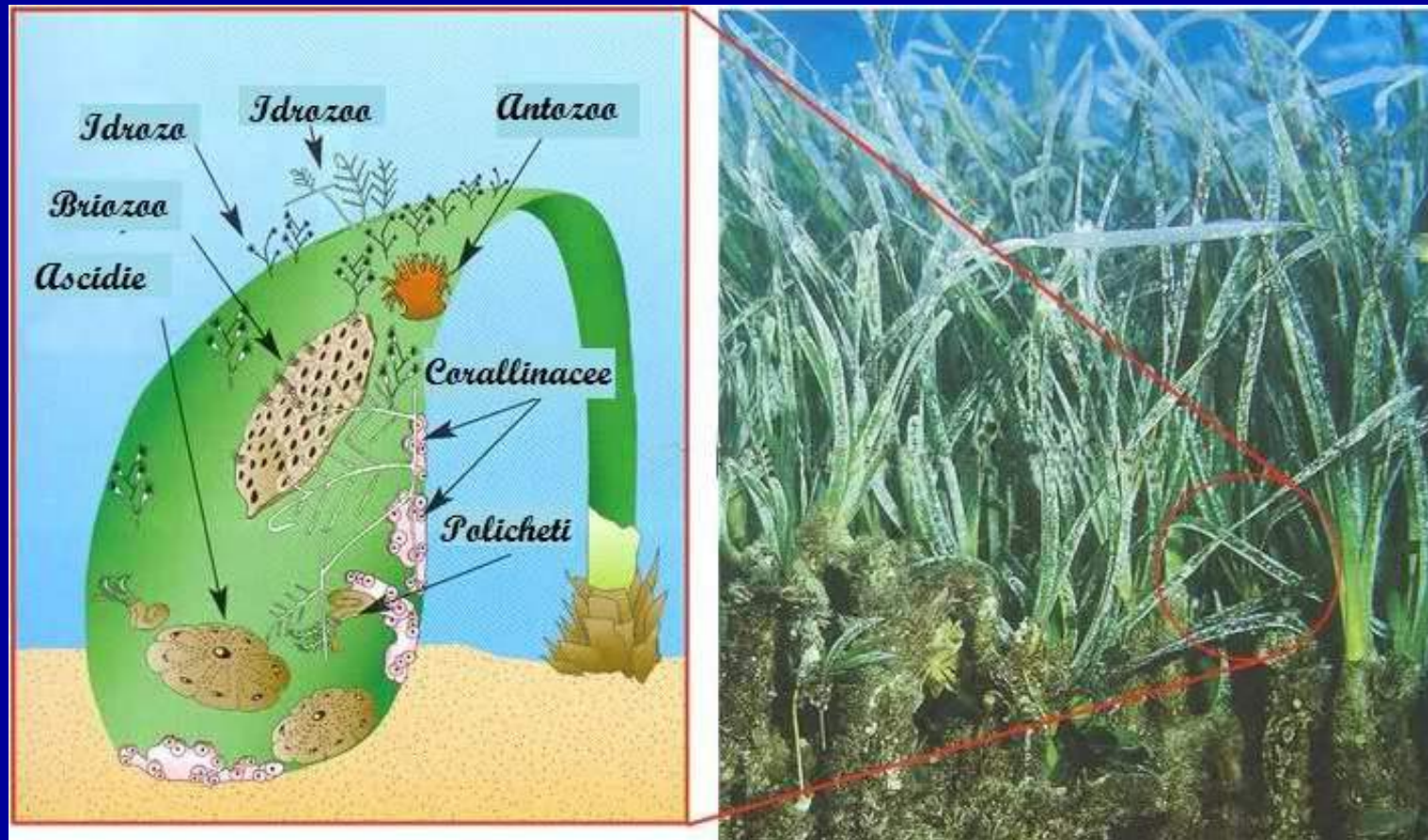






Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Comunità epifita fogliare





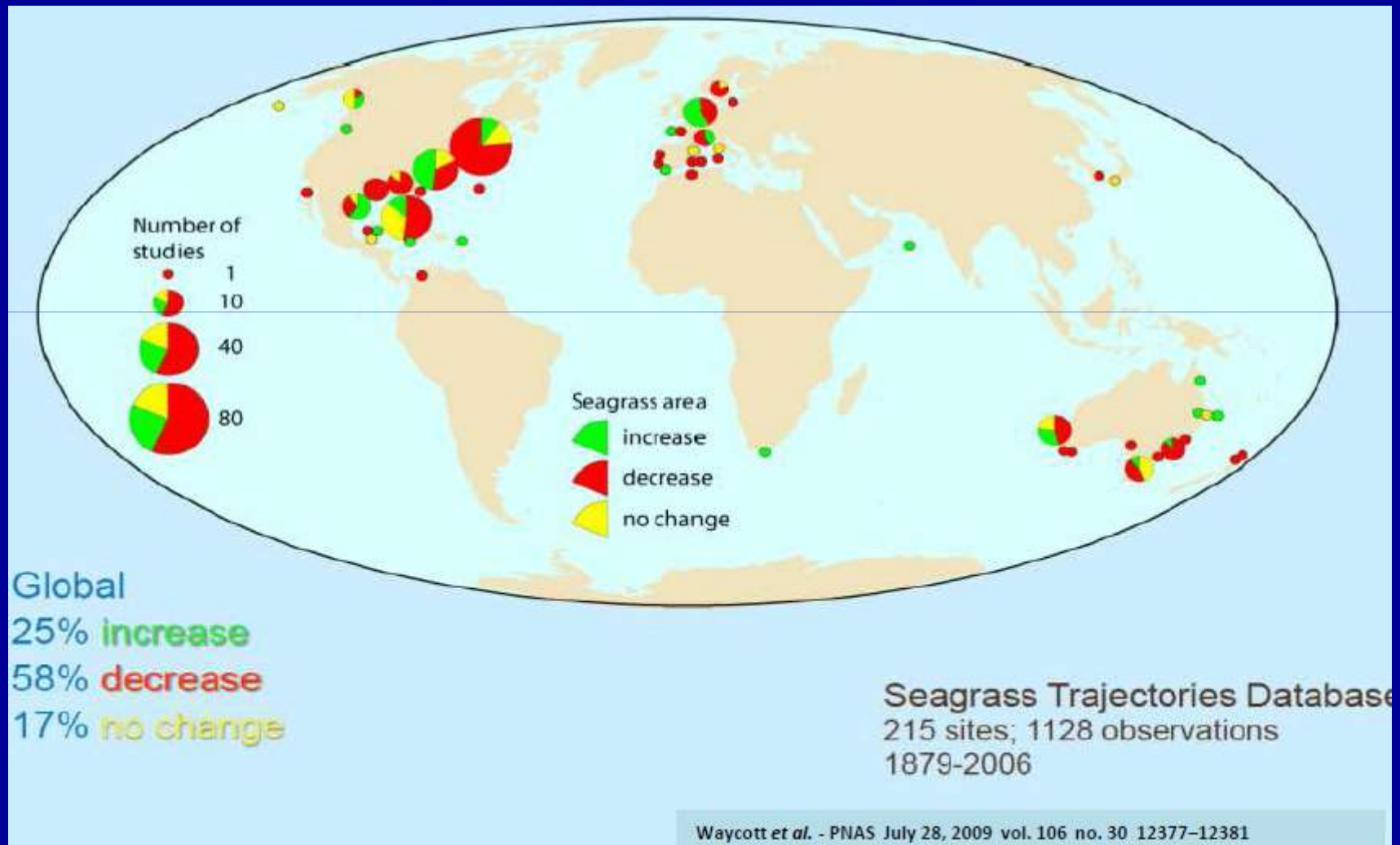
Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# La comunità epifita delle foglie





# Stato globale delle praterie a fanerogame marine



# Cause di regressione delle praterie a fanerogame marine dovute alle attività dell'uomo



Opere marittime



Torbidità



Ancoraggi



Lo sfruttamento delle risorse



# Effetti dei cambiamenti climatici sulle praterie a fanerogame marine

1. Risalita del livello medio del mare
2. Incremento della temperatura media degli oceani
3. Aumento dell'intensità e frequenze delle mareggiate



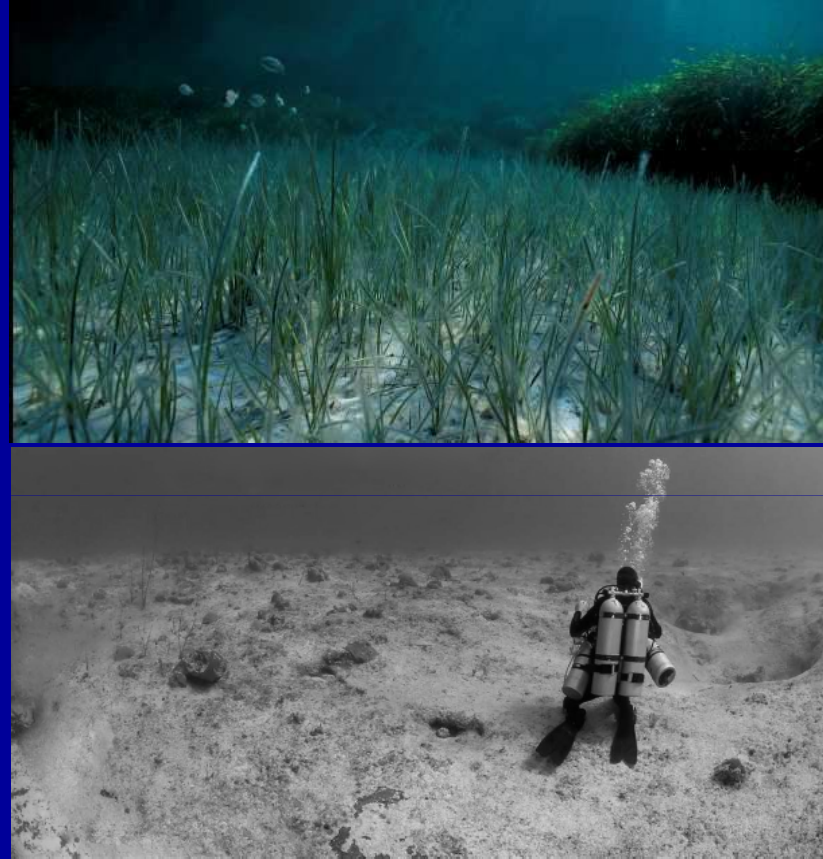
Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

(Short & Neckles, 1999)



Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Regressione delle praterie sommerse



E' stato stimato un tasso globale di regressione annua del 7%, che pone le fanerogame marine tra gli ecosistemi più rischio del pianeta





Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Azioni da compiere per contrastare la scomparsa di questi ecosistemi

Ridurre le forme di  
inquinamento per  
non determinare  
ulteriore mortalità delle  
piante

Avviare interventi di  
piantumazione per  
velocizzare la  
ricolonizzazione delle  
praterie scomparse



Piano Nazionale  
Lauree Scientifiche

Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Il materiale generalmente utilizzato per i trapianti





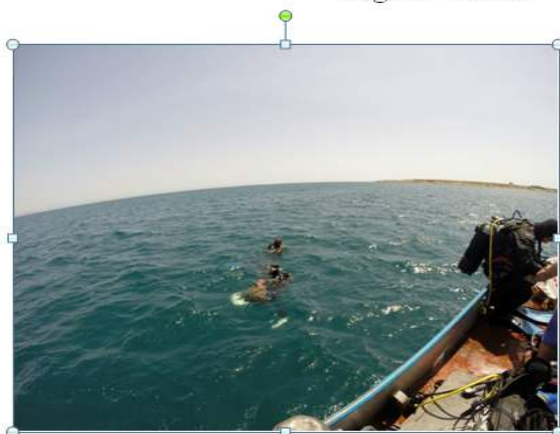


Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Che occorre prelevare dai siti donatori per il successivo trapianto presso i siti riceventi



**Figura OR5.6** – Campionamento delle talee.



**Figura OR5.7** – Trasporto in barca dei campioni raccolti in sacchi di iuta.



**Figura OR5.8** – Contenitore in plastica dove sono stati stoccati i campioni, durante il trasporto a terra.

# Il materiale viene prima fissato a supporti per l'ancoraggio sul fondale marino

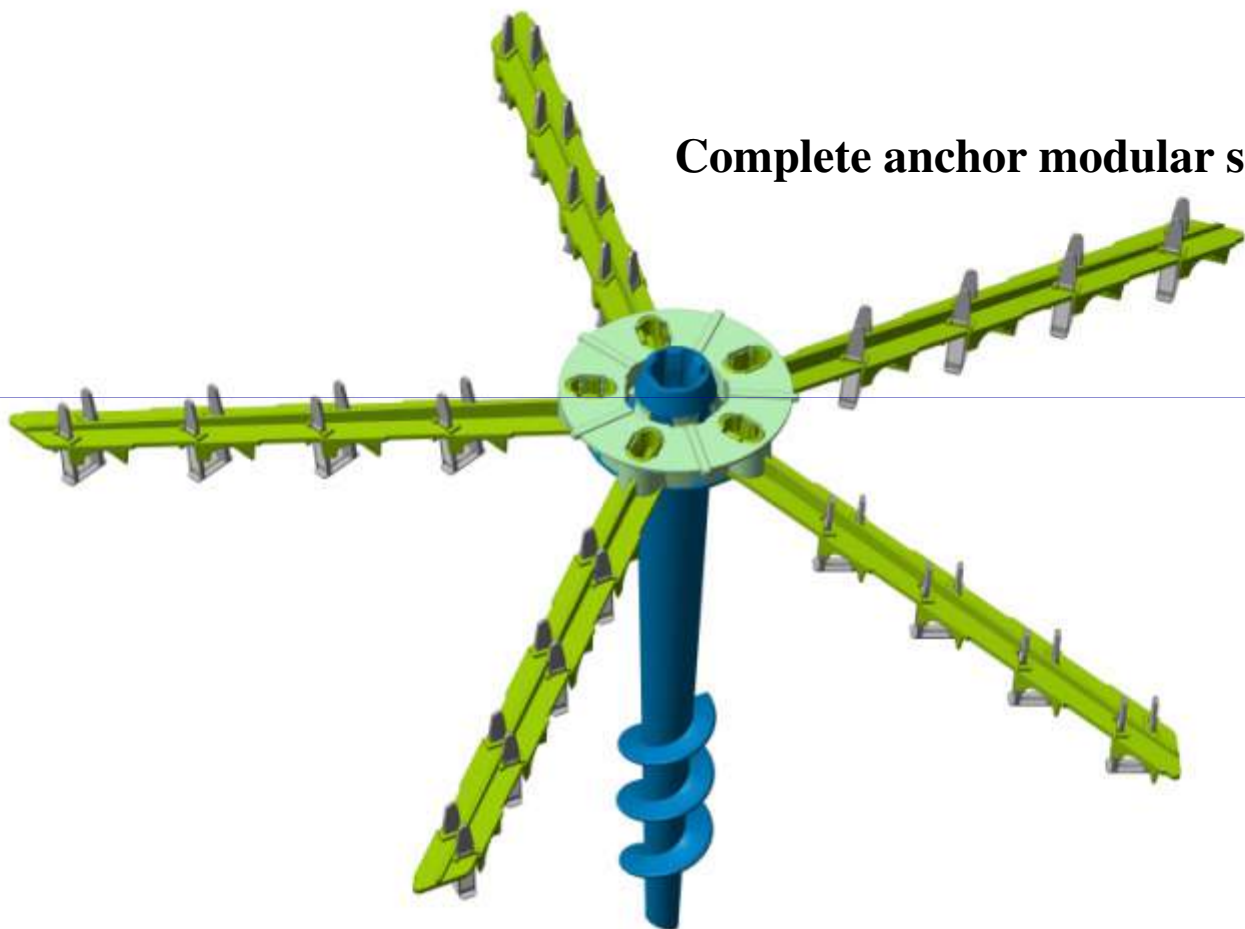






Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

# Possono essere impiegati supporti di ancoraggio in materiale bioplastico - biodegradabile



**Complete anchor modular system**



Progetto:  
Scienze Naturali e Ambientali

