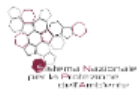




IL MONITORAGGIO DEL CORALLIGENO

Paola Gennaro



© A. Tommasi



Sclerattinie



Briozoi

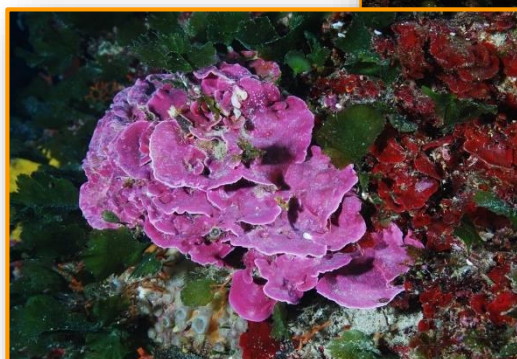


Molluschi

BIOCOSTRUTTORI

BIODEMOLITORI

Policheti



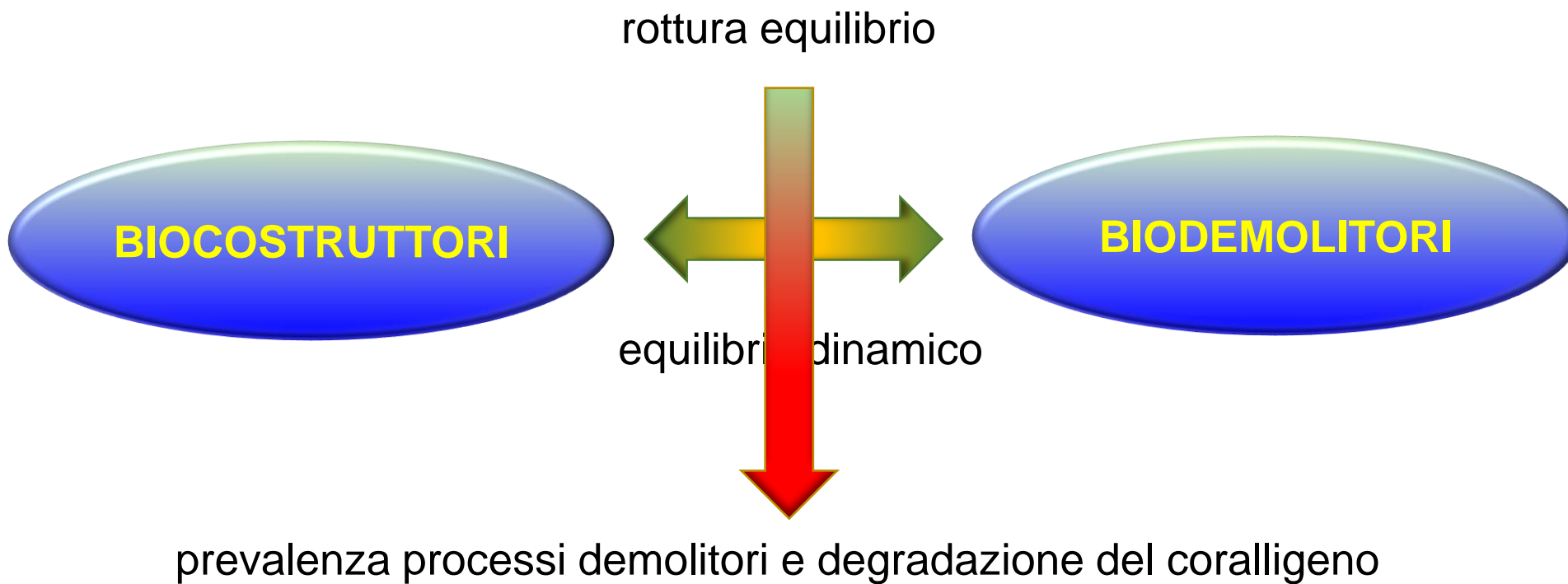
Alghe rosse
calcaree

Spugne





Il coralligeno si sviluppa in condizioni particolari e stabili, qualunque alterazione ambientale può essere fatale per organismi non adattati al cambiamento

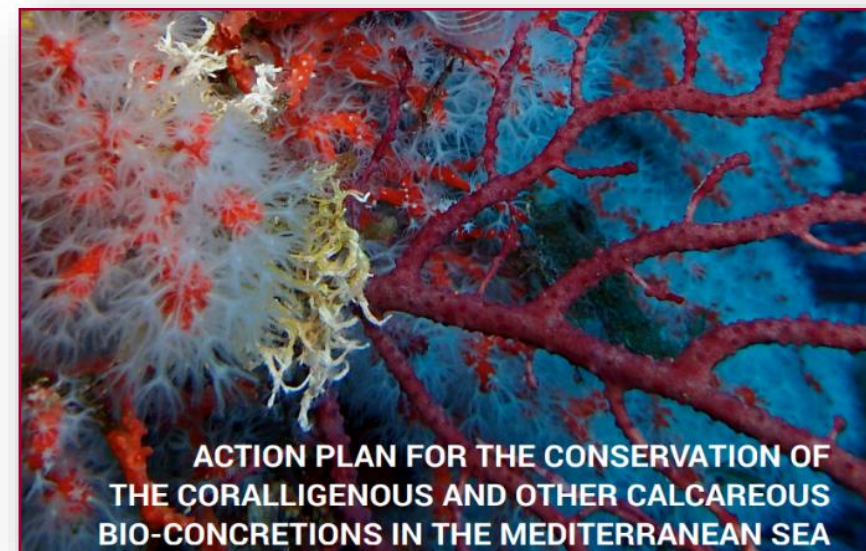


CONSERVAZIONE E PROTEZIONE



- Direttiva Habitat (92/43/CEE): Habitat 1170 – Scogliere

Popolamenti	Piano	
Popolamenti algali superficiali in ambiente microtidale (Associazioni a Cystoseira)	Mesolitorale inferiore/Infralitorale superiore	0-1m
Coralligeno	Circolitorale	25m-200m
Biocenosi dei Coralli profondi	Batiale	200m-2000m



Monitoraggio habitat-specifico legato alla diversa tipologia e distribuzione batimetrica dei popolamenti coralligeni

Popolamenti superficiali (<40m) in SCUBA e profondi (>40m) tramite ROV



Molte le tipologie descritte in letteratura, ma la più comune (Pérès & Picard 1964; Ballesteros 2006; RAC/SPA 2019) distingue il coralligeno in:

Scogliera: si sviluppa sui substrati rocciosi costieri del piano circalitorale generalmente fra 30 e 90m, ma in particolari condizioni (torbidità, correnti, esposizione, inclinazione) si può trovare fra 15m e 130m.

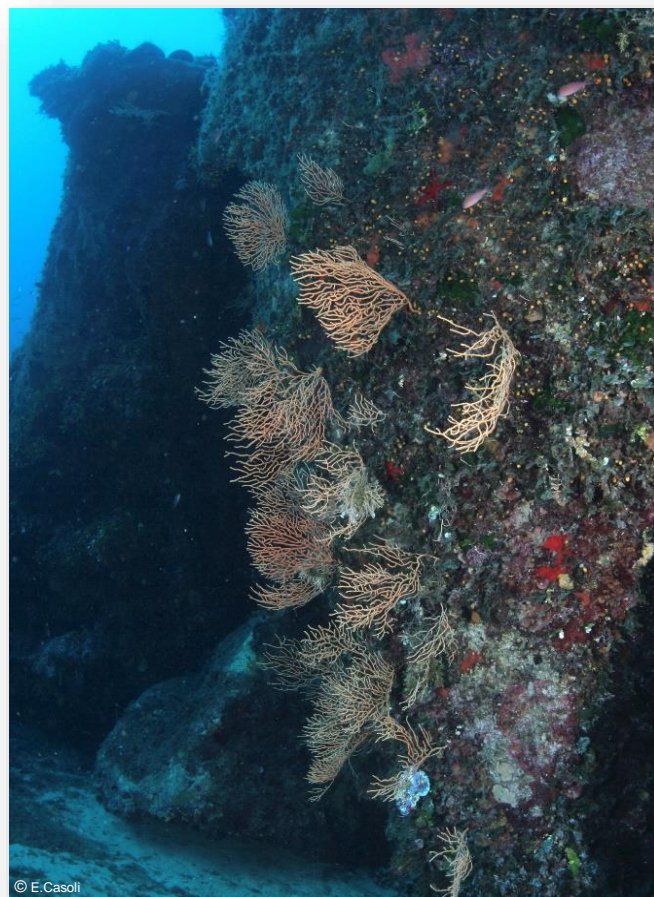
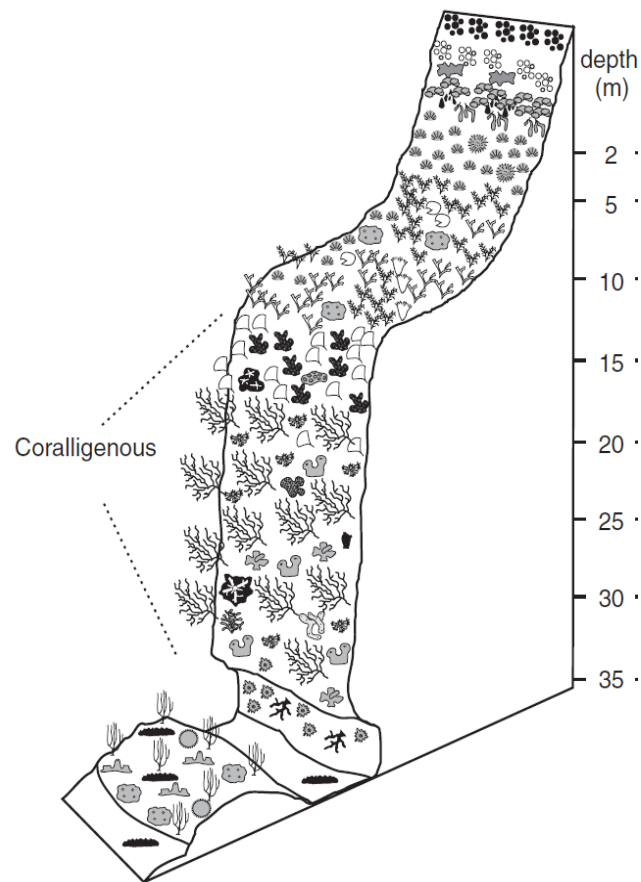
Si distinguono due formazioni principali (EUNIS 2019):

- Coralligeno di parete o falesia → substrati rocciosi verticali o subverticali con concrezioni di spessore variabile
- *Clumps* biogenici → substrati orizzontali o suborizzontali con concrezioni spesse diversi metri

Piattaforma: formazioni tabulari che si sviluppano sui substrati più o meno orizzontali di origine sedimentaria della piattaforma continentale, prevalentemente fra 40 e 120m di profondità; può svilupparsi da coalescenza di rodoliti o crescere su affioramenti rocciosi



Coralligeno di parete

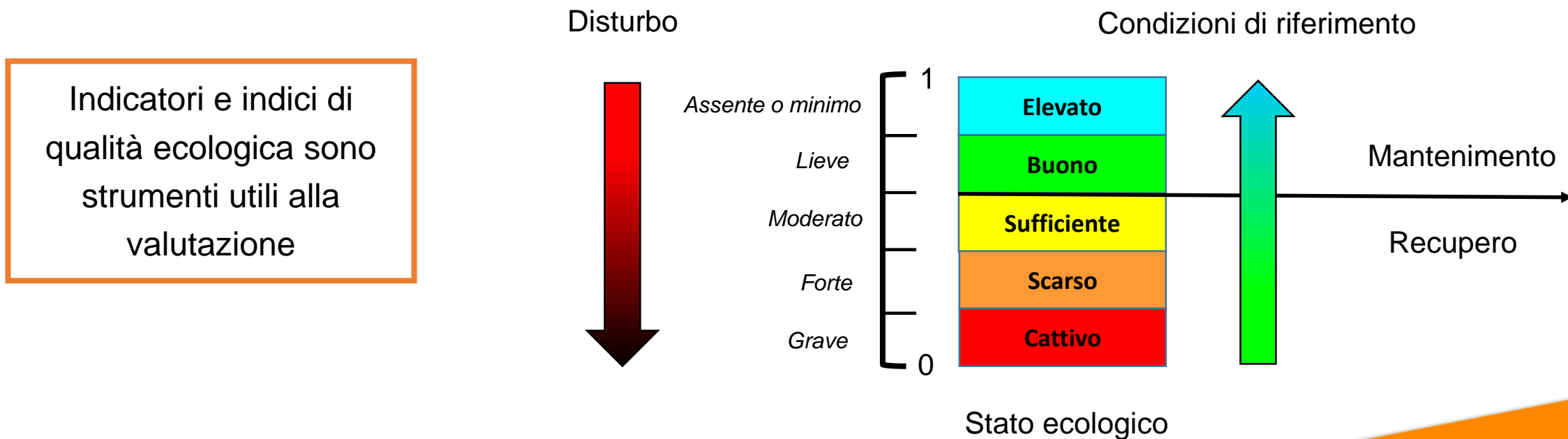


Nei primi 40/50m di profondità le scogliere rocciose costiere sono caratterizzate principalmente da falesie a coralligeno. Per la sua vicinanza alla costa, il coralligeno di parete è più esposto alle pressioni antropiche che agiscono lungo la fascia costiera e alle fasce batimetriche più superficiali (es. i cambiamenti climatici)



MONITORAGGIO DEL CORALLIGENO

La Direttiva Quadro sulle Acque (WFD 2000/60) introduce per la prima volta nel panorama legislativo europeo il concetto di «qualità ecologica» per valutare lo stato di salute o «stato ecologico» delle comunità bentoniche marine, considerate elementi cruciali in tutti i monitoraggi che hanno come obiettivo valutare lo stato di salute di ecosistemi marini soggetti ad impatto antropico e ai cambiamenti globali





Molti indici di qualità ecologica sviluppati in diverse aree del Mediterraneo, con approcci diversi e per i due tipi di habitat (parete e piattaforma)

Acquisizione diretta dei dati in immersione subacquea (<40m) e strumentale tramite veicoli a comando remoto (>40m)

Tutti gli indici elaborati in letteratura sono funzionali alla valutazione, ma in assenza di intercalibrazione e integrazione fra metodologie differenti, i dati ottenuti sono difficilmente confrontabili → valori di qualità ecologica differenti

Necessità di sviluppare protocolli di monitoraggio standardizzati per poter confrontare lo stato ecologico del coralligeno osservato nelle diverse aree del Mediterraneo (Direttive Europee, UNEP/MAP)

Obiettivo

Integrare i metodi impiegati sul coralligeno di parete in una metodologia standardizzata allo scopo di ottenere, attraverso un singolo sforzo di campionamento e raccolta dati, le informazioni ecologiche più importanti, utili a calcolare la maggior parte degli indici sviluppati in Mediterraneo per il coralligeno di parete

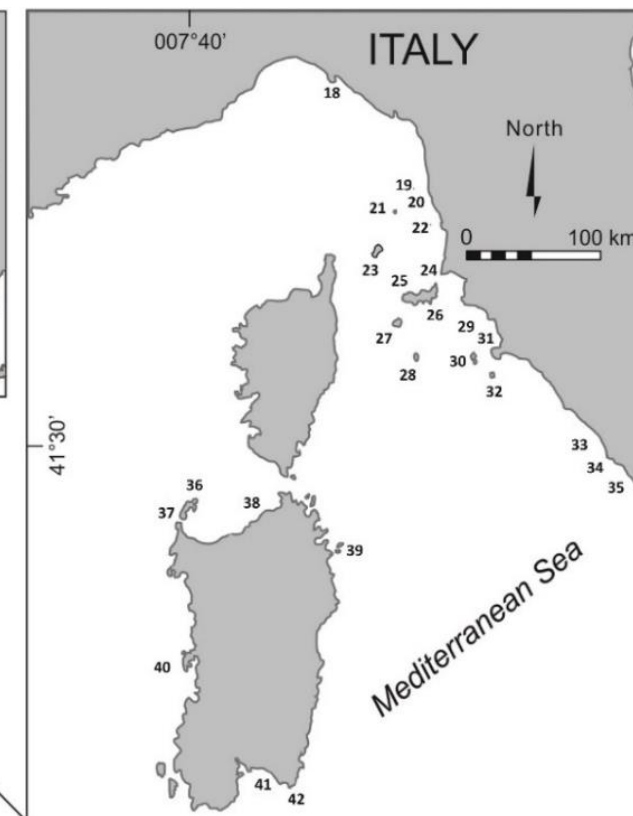
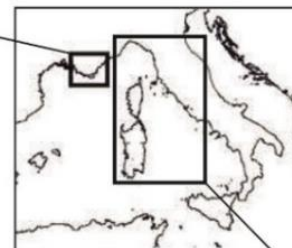
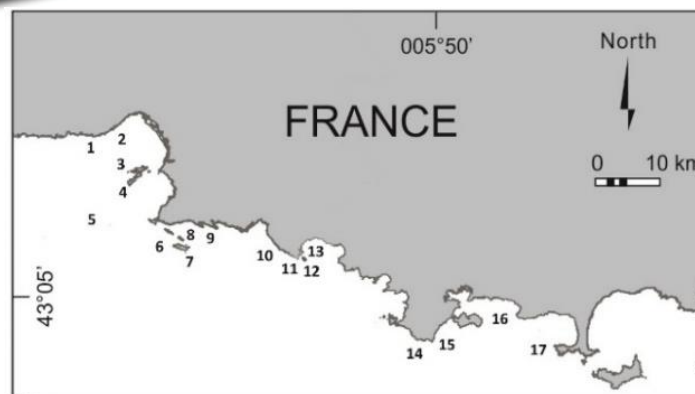


STAR

(STAndaRdize coralligenous evaluation)



10 anni di studi condotti dai ricercatori subacquei sul coralligeno di parete per lo sviluppo, l'applicazione e l'interconfronto di indici in moltissime località del Mediterraneo Occidentale (42 per un totale di oltre 120 siti di indagine): metodo testato e validato lungo gradienti di pressione antropica su ampia scala spazio-temporale



- ❑ Monitoraggi AMP di Sardegna e Toscana, Parco Nazionale Arcipelago Toscano
- ❑ Valutazioni d'impatto di pressioni antropiche di varia origine (es. Costa Concordia, Rosignano Solvay, porto di Livorno e Vado Ligure)



Monitoraggio e valutazione dello stato ecologico dell'habitat a coralligeno. Il coralligeno di parete



MANUALI E
LINEE GUIDA
191/2020

MANUALI E LINEE GUIDA



M. Montefalcone



C. Morri



C. N. Bianchi



P. Gennaro



L. Piazza



E. Cecchi



ARPAT
Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

<https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/monitoraggio-e-valutazione-dello-stato-ecologico-dell2019habitat-a-coralligeno-il-coralligeno-di-parete>

<https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/monitoring-and-assessment-of-the-ecological-status-of-coralligenous-habitat-the-coralligenous-cliff>



Agris

Agenzia regionale per la ricerca in agricoltura



REGIONE TOSCANA
DIPARTIMENTO REGIONALE
DELLA SANITA'

MCM
Consorzio
Crosimolese



patrimonio
corsica
PETRA



In campo

Best sampling strategy e raccolta dati

- ✓ Campionamento una volta l'anno preferibilmente nel periodo Aprile-Giugno
- ✓ Superficie rocciosa verticale (85-90°) a circa 35m (± 3)
- ✓ Disegno di campionamento per sito (circa 1km di scogliera): 3 plots di 4m² distanti una decina di metri
- ✓ Per ciascun plot, 10 campioni fotografici di superficie minima 0,2m² raccolti tramite operatori subacquei
- ✓ Valutazione *in situ* consistenza matrice calcarea (6 repliche x plot)
- ✓ Valutazione *in situ* altezza massima specie dello strato elevato (organismi >10cm) e della % di necrosi

Applicazione del metodo STAR

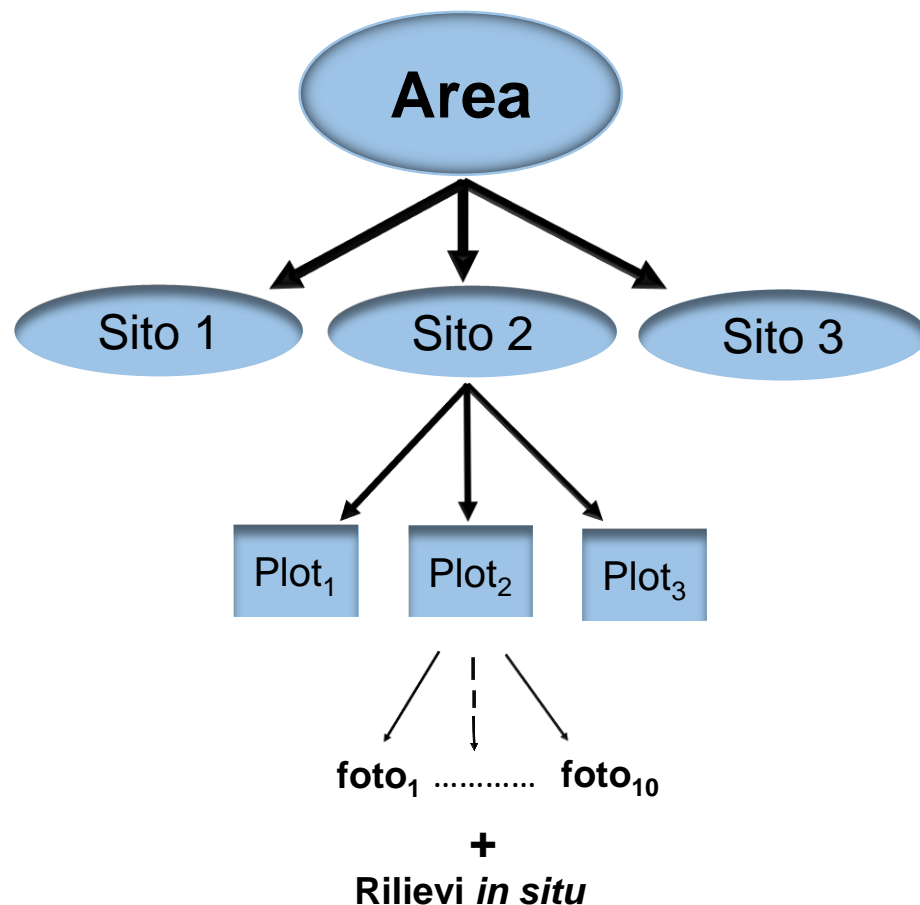
In laboratorio

- ✓ Stima della copertura % degli elementi estranei al popolamento dalle immagini fotografiche (sedimento, cavità, mucillagini)
- ✓ Stima della copertura % delle categorie di organismi o taxa/gruppi morfologici di ciascun campione fotografico (ordine, genere, specie o forme di crescita identificabili dalle immagini)
- ✓ Stima del livello di sensibilità degli organismi per ciascun campione (tabelle dei *Sensitivity Level* e abbondanza)
- ✓ Diversità alpha (n° medio taxa/gruppi per campione)
- ✓ Diversità beta (eterogeneità dei popolamenti campionati calcolata con test statistici)

CAMPIONAMENTO A MARE

Disegno basato sulle principali scale di variabilità spaziale riportate in letteratura:
maggiore variabilità su piccola scala → aumento replicazione

Campionamento gerarchico



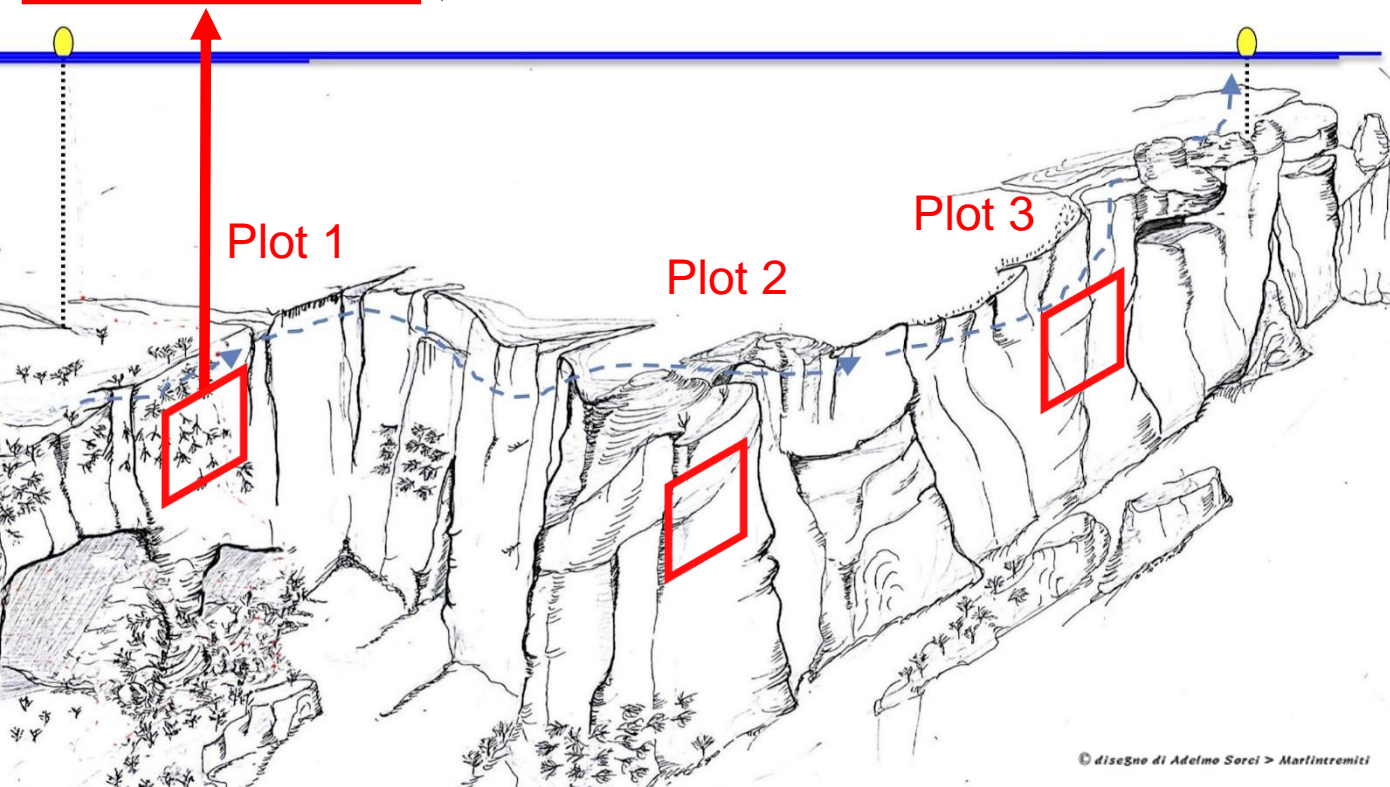
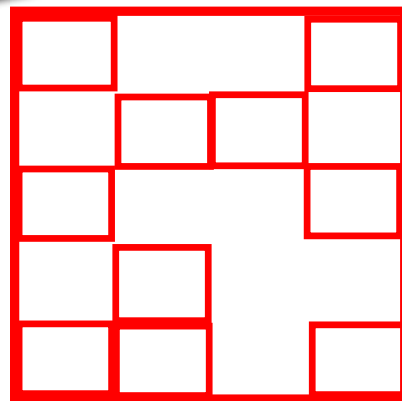
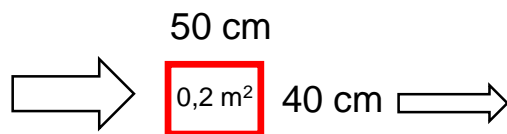
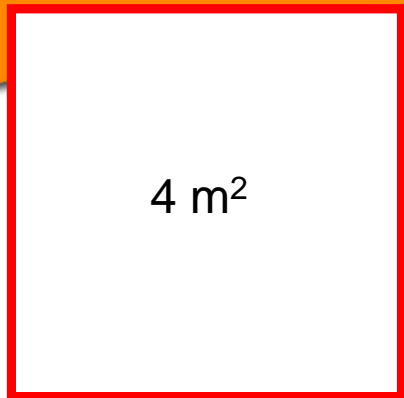
Km²

S1 vs S2 vs S3 > 500m

P₁ vs P₂ vs P₃ > 10m

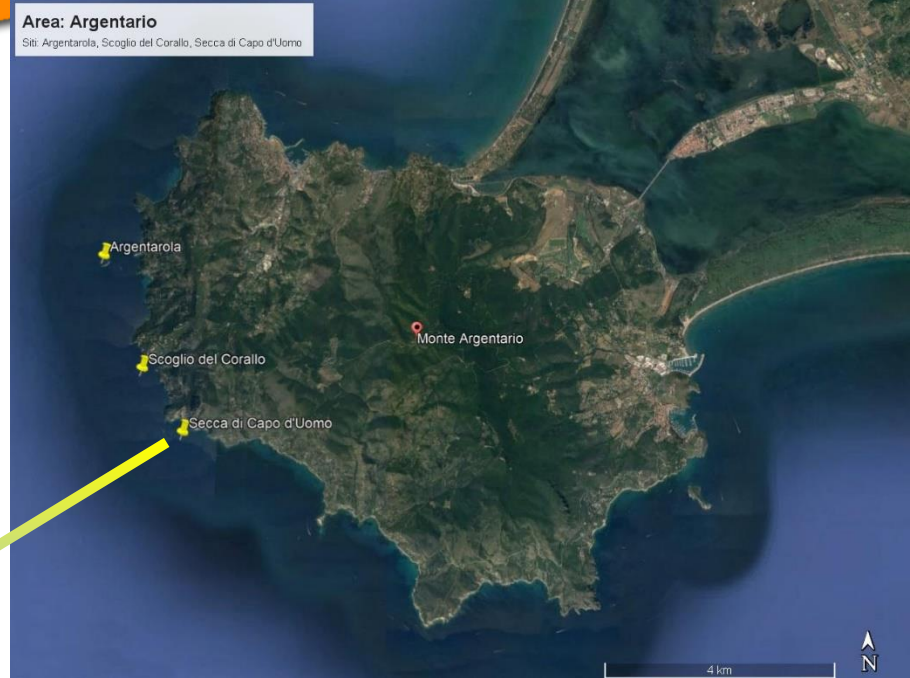
n. 10 foto = 30 per sito

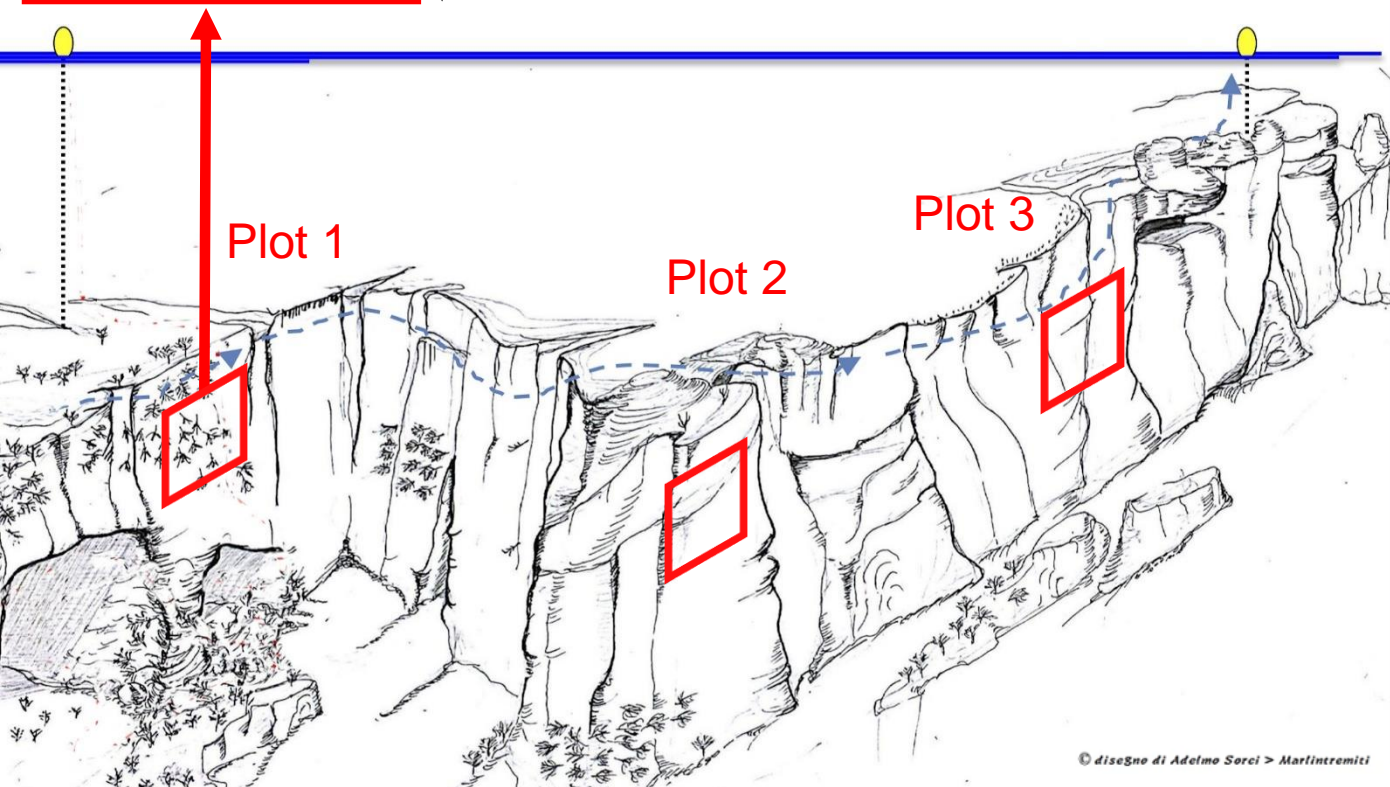
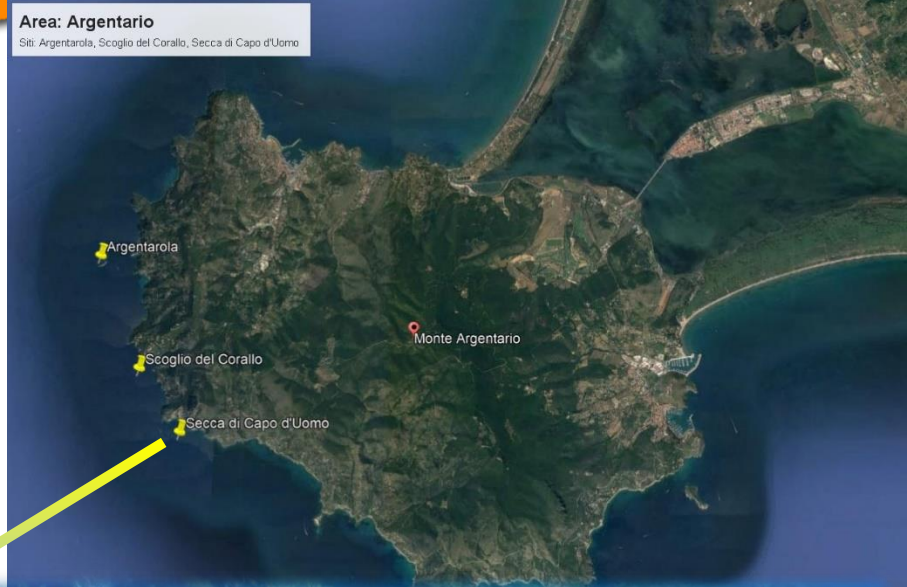
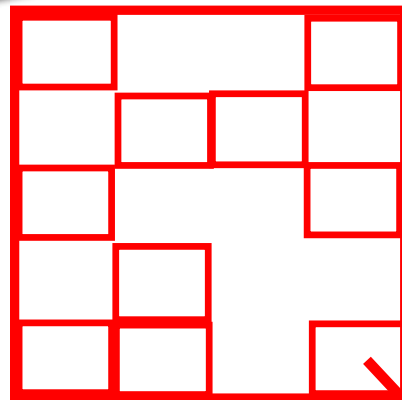
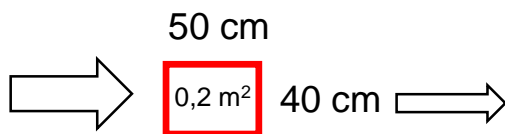
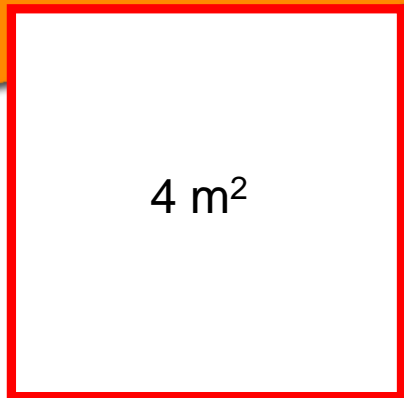
CONFERENZA DI PRESENTAZIONE
DEL PROGETTO STRONG SEA LIFE
13 APRILE 2022



Area: Argentario

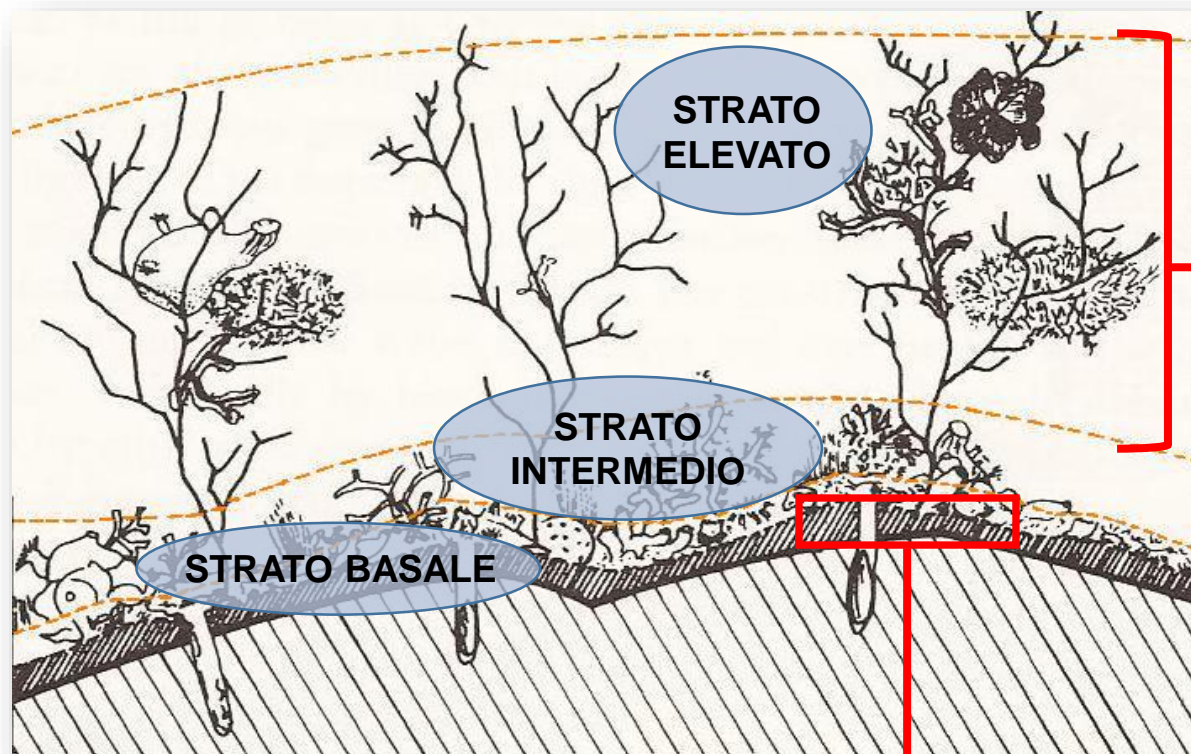
Siti: Argentarola, Scoglio del Corallo, Secca di Capo d'Uomo



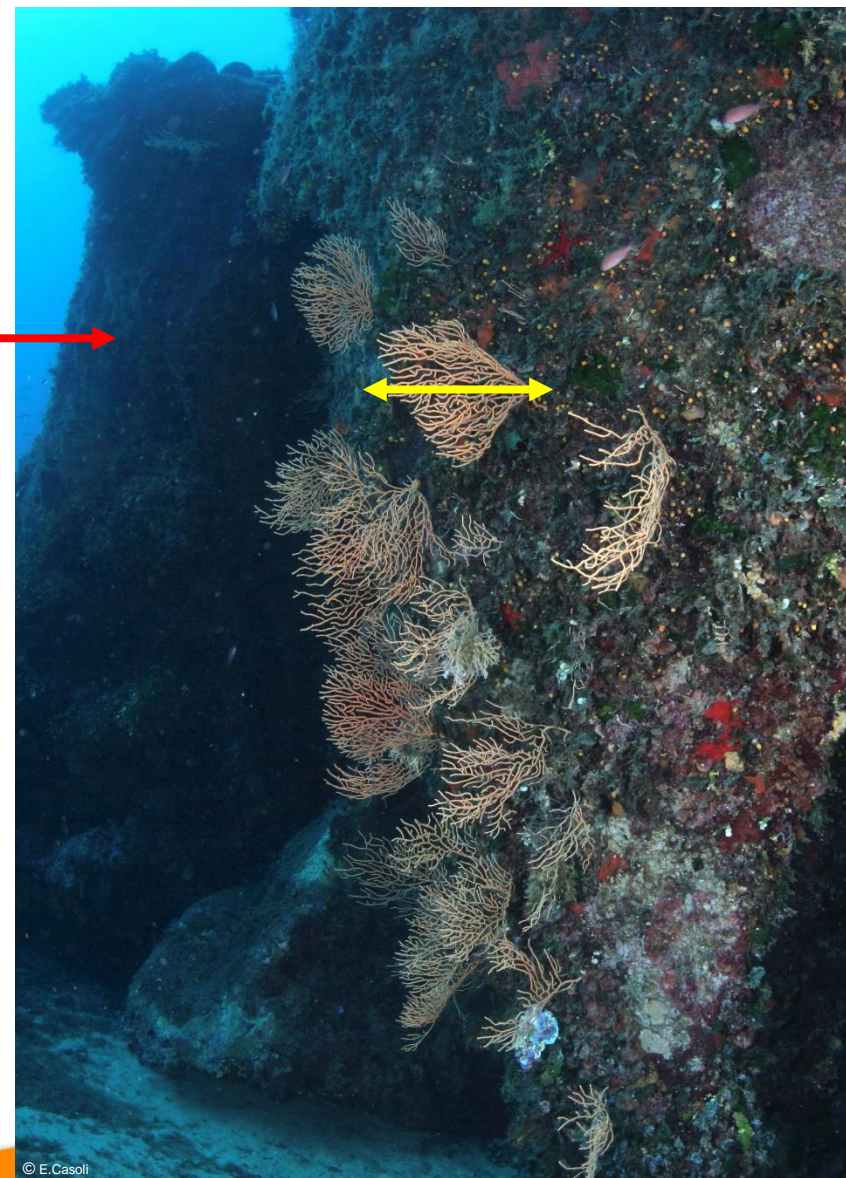




Altezza max specie erette



Consistenza matrice calcarea



© E. Casoli

Necrosi/Epibiosi

Indica lo stato di conservazione delle gorgonie

Stima visiva: % totale di zone morte o epifitate sull'intera popolazione del plot campionato



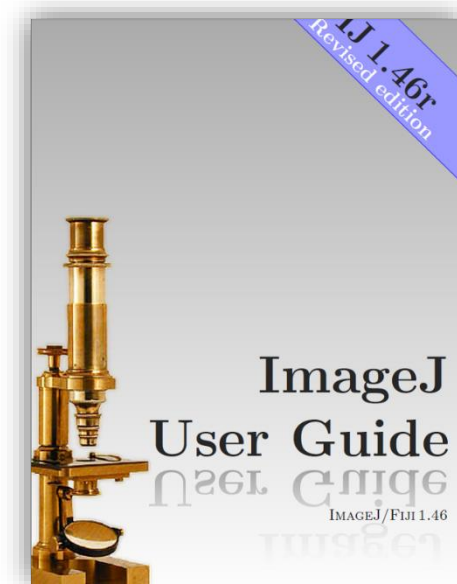
Zona morta $\geq 10\%$ per colonia = Necrosi

<10%		Colonie sane
(>10%)		Assi nudi/epibiosi recenti
		Epibiosi vecchie
		Combinazione assi nudi/epibiosi recenti e vecchie epibiosi



Software per l'analisi delle immagini

- Idoneo ad evidenziare le coperture dei taxa/gruppi e calcolarne il valore di superficie
- Disponibili in commercio o *free software* (ImageJ, photoQuad etc.)



Mouse/tastiera o
tavoletta grafica con penna

SCHEDA 2 CATEGORIE DI ORGANISMI (TAXA/GRUPPI)

MACROALGHE

Specie aliene [es. *Caulerpa cylindracea* Sonder, 1845; *Caulerpa taxifolia* (M. Vahal) C. Agardh, 1817; *Asparagopsis* spp.]

Feltro algale ⁽¹⁾ (colore: viola) [es. *Lophosiphonia* spp., *Polysiphonia* spp., *Sphacelaria* spp.]

Alghe rosse (colore: rosso)

Rhodophyta calcaree incrostanti [es. *Mesophyllum* spp., *Lithophyllum* spp., *Neogoniolithon* spp.]

Rhodophyta calcaree articolate [es. *Amphiroa* spp., *Tricleocarpa fragilis* (Linnaeus) Huisman et R.A. Townsend, 1993]

Peyssonnelia spp.

Rhodophyta erette cilindriche ⁽²⁾ [es. *Botryocladia* spp., *Osmundea pelagosae* (Shiffner) K.W. Nam, 1994]

Rhodophyta erette laminari [es. *Kallymenia* spp., *Halymenia* spp., *Phyllophora* spp., *Meredithia microphylla* (J. Agardh) J. Agardh, 1892, *Acrodiscus vidovichii* (Meneghini) Zanardini, 1868]

Alghe verdi (colore: verde)

Chlorophyta sifonali/sifonocladali con filamenti separati ⁽³⁾ [es. *Pseudochlorodesmis* spp.;

Cladophora spp., *Bryopsis* spp.]

Chlorophyta sifonali con tallo a vescicole [Valonia spp., Codium spp.]

Flabellia petiolata Turra (Nizamuddin), 1987

Palmophyllum crassum (Naccari) Rabenhorst, 1868

Halimeda tuna (J. Ellis et Solander) J.V. Lamouroux, 1816

Alghe brune (colore: marrone)

Dictyotales [es. *Dictyota* spp., *Dictyopteris* spp.]

Ochrophyta erette cilindriche [es. *Halopteris* spp., *Sporochmus* spp.]

Ochrophyta incrostanti [es. *Aglaozonia* spp., *Zanardinia typus* (Nardo) P.C. Silva, 2000]

Ochrophyta erette laminari [es. *Laminaria* spp., *Phyllariopsis* spp.]

Fucales [es. *Cystoseira* spp., *Sargassum* spp.]

Nota:

⁽¹⁾ Alghe appartenenti a vari taxa caratterizzate da tallo filamentosso costituito da filamenti uniseriati o pluriseriati (rispettivamente una o più file di cellule) che formano una sorta di "tappetino"

⁽²⁾ "Cilindrico" è il termine usato in botanica per descrivere una sezione trasversale circolare (o cerchio distorto) con una singola superficie (per le alghe, uno strato di cellule) che la avvolge. Questo tipo di sezione è l'opposto della sezione trasversale "laminare" che presenta una superficie superiore distinta da quella inferiore. La sezione trasversale di un ramo in un albero, ad es., è piuttosto rotonda quindi il ramo è cilindrico mentre quella di una foglia è sottile e allungata con superficie superiore e inferiore distinte, quindi è laminare. Tuttavia, le foglie carnose di piante grasse sono talvolta cilindriche

⁽³⁾ L'organizzazione sifonale e sifonocladale del tallo prevede filamenti con cellule plurinucleate rispettivamente prive di setti o settate

MACRO-MEGA ZOOBENTHOS

Idrozo (colore: bianco)

Idroidi piccoli [es. *Sertularella* spp.]

Idroidi grandi [es. *Eudendrium* spp.]

Spugne (colore: rosa)

Spugne perforanti [es. *Cliona* spp.]

Spugne incrostanti [es. *Phorbas* spp., *Spirastrella cunctatrix* Schmidt, 1868, *Crambe crambe* (Schmidt, 1862)]

Spugne prostrate/emisferiche ⁽¹⁾ [es. *Ircinia* spp., *Chondrosia reniformis* Nardo, 1847, *Petrosia ficiformis* (Poiret, 1789); *Agelas oroides* (Schmidt, 1864)]

Spugne arboreescenti/massive ⁽²⁾ [es. *Axinella polypoides* Schmidt, 1862, *A. canabina* (Esper, 1794); *Spongia* spp., *Sarcotragus* spp.]

Spugne cespugliose ⁽³⁾ [es. *Aphysina* spp., *Axinella damicornis* (Esper, 1794), *A. verrucosa* (Esper, 1794), *Acanthella acuta* Schmidt, 1862]

Briozoi (colore: blu)

Briozoi incrostanti [es. *Schizoporella* spp., *Schizomavella* spp.]

Briozoi ramificati [es. *Cellaria fistulosa* (Linnaeus, 1758), *Caberea borvi* (Audouin, 1826)]

Myriapora truncata (Pallas, 1766)

Turbicellepora avicularis (Hincks, 1860)

Pentapora fascialis (Pallas, 1766)

Reteporella grimaldii (ex *Sertella*) (Jullien, 1903)

Adeonella calveti (Canu & Bassler, 1930), *Smittina cervicornis* (Pallas, 1766),

Ascidie (colore: lilla)

Ascidie incrostanti (anche epibionti) [es. *Diplosoma* spp., *Botryllus* spp., *Didemnum* spp.]

Ascidie erette [es. *Halocynthia papillosa* (Linnaeus, 1767)]

Antozoi (colore: giallo)

Parazoanthus axinellae (Smidt, 1862)

Leptogorgia sarmentosa (Esper, 1789)

Sclerattinie (ex Madreporari) azooxantellate solitarie [es. *Leptopsammia privoti* Lacaze-Duthiers, 1897]

Sclerattinie azooxantellate coloniali [es. *Phyllangia americana mouchezii* Lacaze-Duthiers, 1897;

Polycyathus muelleriae (Abel, 1959)]

Eunicella verrucosa (Pallas, 1766)

Alcyonium acaule Marion, 1878

Corallium rubrum (Linnaeus, 1758)

Paramuricea clavata (Risso, 1826)

Alcyonium coralloides (Pallas, 1766)

Sclerattinie zooxantellate solitarie [es. *Balanophyllia europaea* (Risso, 1826)]

Sclerattinie zooxantellate coloniali [es. *Cladocora caespitosa* (Linnaeus, 1767), *Madracis pharensis* (Heller, 1868)]

Eunicella cavolini (Koch, 1887)

Eunicella singularis (Esper, 1791)

Savalia savaglia (Bertoloni, 1819)

Nota:

⁽¹⁾ Generalmente di piccole dimensioni, con crescita prevalentemente sul piano rispetto che in altezza ($r > h$) senza una forma determinata e regolare o con forma determinata emisferica ($r = h$), solitamente attaccate al substrato lungo la maggior parte dell'area basale

⁽²⁾ Di grandi dimensioni, con portamento eretto e ramificato ($h >> r$) o massivo ($r >> h$)

⁽³⁾ Generalmente di piccole dimensioni e con portamento eretto, a formare dei bassi cespugli, solitamente regolarmente ramificate e con una zona ristretta di attacco al substrato

Policheti (colore: grigio)

Serpulidi grandi [es. *Protula intestinum* (Lamarck, 1818), *Serpula vermicularis* Linnaeus, 1767]
Salmacina-Filograna complex

Macroforaminiferi [es. *Miniacina miniacea* (Pallas, 1766)]

Stoloniferi [es. *Sarcodictyon catenatum* Forbes, 1847]

Molluschi bivalvi [es. *Lithophaga lithophaga* Linnaeus, 1758, *Arca barbata* Linnaeus, 1758, *Pteria hirundo* Linnaeus, 1758]

Attinie [es. *Cribrinopsis crassa* Andrés, 1881]

Vermetidi [es. *Thylacodes arenarius* Linnaeus, 1758]

ALLEGATO B-Schede fotografiche identificazione taxa-gruppi

MACROALGHE

MACRO-MEGA ZOOBENTHOS

- Chlorophyta sifonali con tallo a vescicole
- Chlorophyta sifonali-sifonocladali con filamenti separati
- Dictyotales
- Feltro algale
- Flabellia petiolata
- Fucales
- Halimeda tuna
- Ochrophyta erette cilindriche
- Ochrophyta erette laminari
- Ochrophyta incrostanti
- Palmophyllum crassum
- Peyssonnelia spp
- Rhodophyta calcaree articolate
- Rhodophyta calcaree incrostanti
- Rhodophyta erette cilindriche
- Rhodophyta erette laminari
- Specie aliene

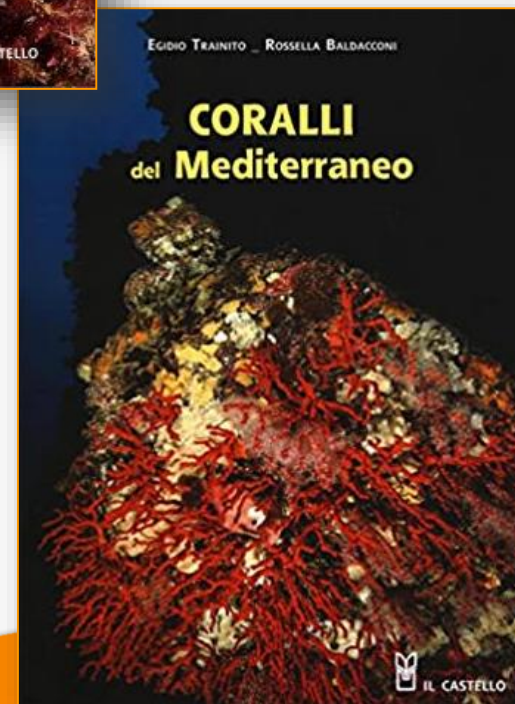


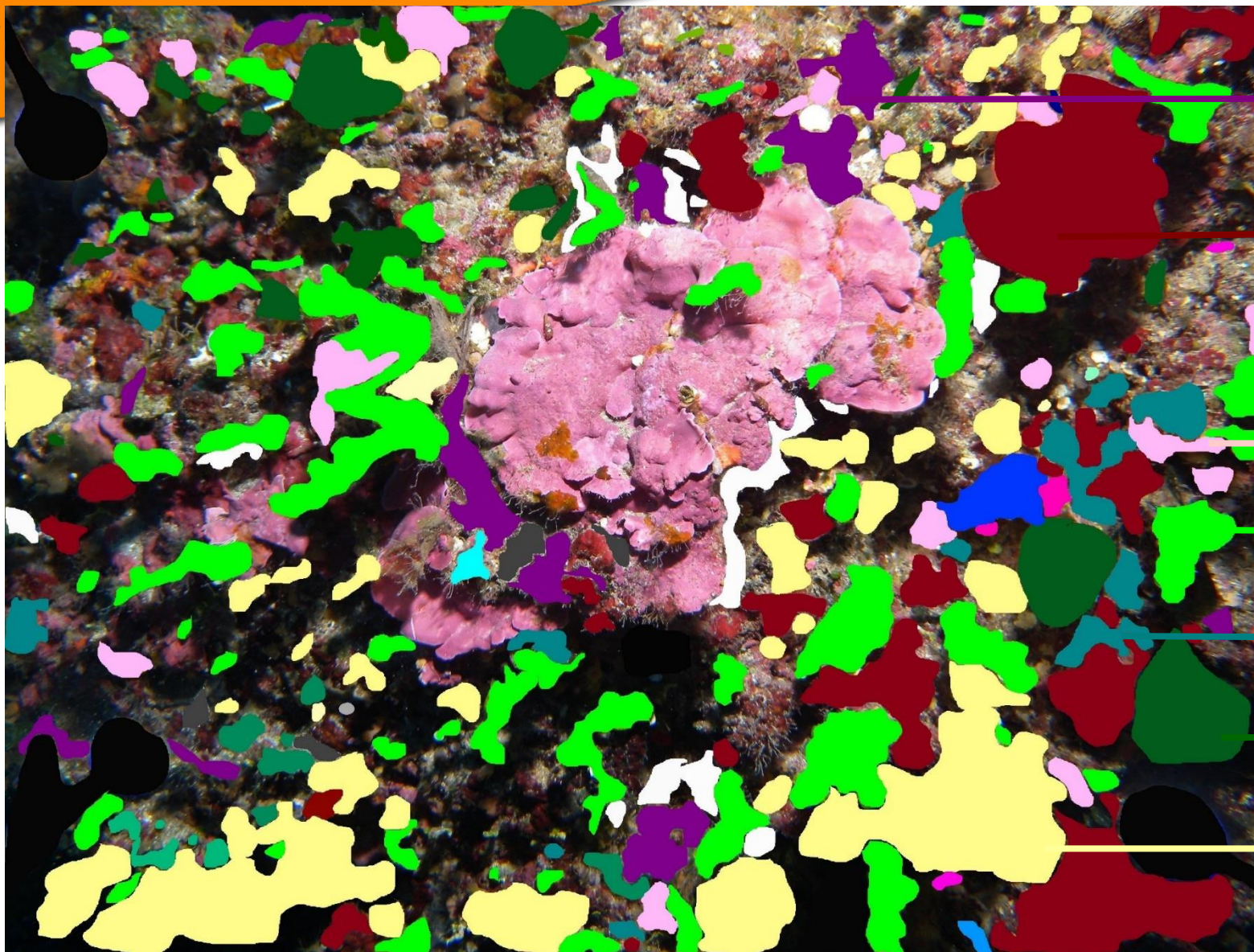


foto 2





foto 2 elab



Feltro algale



Peyssonelia spp.



Spugne incrostanti



Halimeda tuna



Briozoi eretti



Flabellia petiolata



Parazoanthus axinellae



Dati di campo e di laboratorio



Costruzione database
STAR

Ecological Status of Coralligenous Assemblages

$$EQR_{SL} + EQR_{\alpha} + EQR_{\beta} / 3 = \mathbf{EQR'}$$

SCHEDA 4
FORMAT CALCOLO ESCA

Per il calcolo dell'indice ESCA è necessario calcolare le tre metriche che lo compongono: SL, α e β

COralligenous Assemblages by Reef Scape Estimate

$$Q_{BL} + Q_{IL} + Q_{EL} / 3 = \mathbf{Q'}$$

SCHEDA 5
FORMAT CALCOLO COARSE

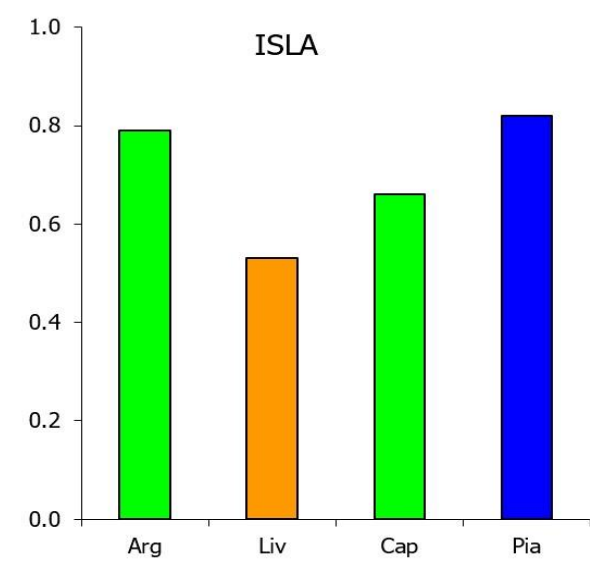
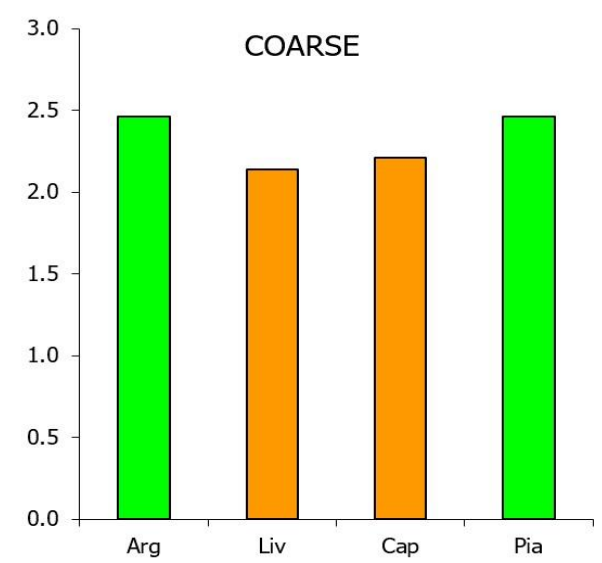
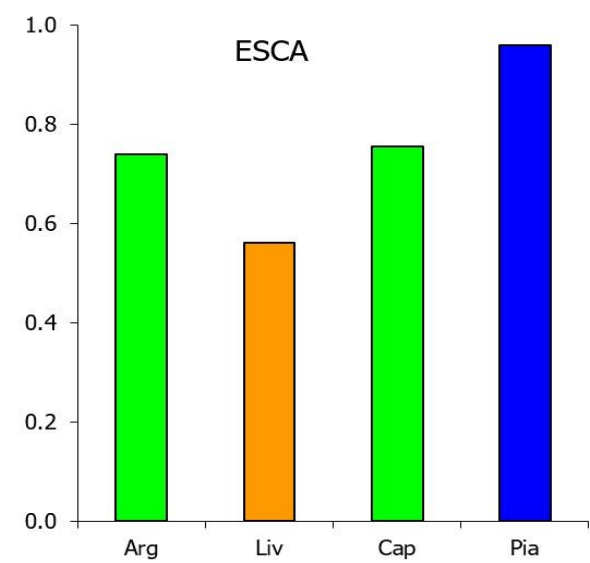
Per il calcolo dell'indice COARSE è necessario calcolare le metriche che lo compongono, ovvero i

Integrated Sensitivity Level of coralligenous Assemblages

$$EQV_{ISL} / EQV_{Rif} = \mathbf{EQR'}$$

SCHEDA 6
FORMAT CALCOLO ISLA

Per il calcolo dell'indice ISLA è necessario calcolare la metrica ISL (Integrated Sensitivity Level)



Arg=Argentario
Liv=Livorno
Cap=Capraia
Pia=Pianosa

- ✓ Valutazione condizione habitat: deve tener conto dei popolamenti naturalmente presenti
- ✓ Applicazione coerente e integrata: più informazioni possibili, evitando sottostime dei reali valori di qualità ecologica



Grazie
per
l'attenzione!



© S. Cellini