

GHOST

TECHNIQUES TO REDUCE THE IMPACT OF GHOST FISHING GEARS
AND TO IMPROVE BIODIVERSITY IN NORTH ADRIATIC COASTAL AREAS



Life 12/BIO/IT/000556

Azione D1

Attività di monitoraggio della biodiversità

Report on biodiversity monitoring



I
- - -
U
- - -
A
- - -
V

Università Iuav
di Venezia



Autori:

Federico Riccato (Laguna Project)

Riccardo Fiorin (Laguna Project)

Marco Picone (Laguna Project)

Approvato da:

Luisa Da Ros (CNR - ISMAR)

PROGETTO	DOC	COD	VERSIONE		DISTRIBUZIONE	N ° PAG	DATA
GHOST	RT	DEL	12.0	Finale	Pubblica	65	31/10/2016



INDICE

Acronimi	2
Glossario	3
Indice delle figure	5
Indice delle tabelle	8
EXECUTIVE SUMMARY	11
1. INTRODUZIONE.....	14
2. MATERIALI E METODI	16
2.1. Area di intervento	16
2.2. Calendario delle attività di campionamento.....	17
2.3. Indicatori e metodi di osservazione in campo.....	17
2.3.1. Macrozoobenthos e fitozoobenthos sessile	17
2.3.2. Comunità ittica.	19
3. RISULTATI.....	21
3.1. Macrozoobenthos e fitozoobenthos sessile	21
3.1.1. <i>Tegnúa</i> LA1	24
3.1.2. <i>Tegnúa</i> Cavallino vicina	27
3.1.3. <i>Tegnúa</i> D'Ancona	30
3.1.4. <i>Tegnúa</i> Pivetta.....	33
3.1.5. Secca 125 (area Cippo Nadio).....	36
3.1.6. Analisi multivariata delle coperture specifiche (MDS)	39
3.2. Comunità ittica	41
3.2.1. Affioramento di riferimento	41
3.2.2. <i>Tegnúa</i> LA1	43
3.2.3. <i>Tegnúa</i> Cavallino vicina	46
3.2.4. <i>Tegnúa</i> Pivetta.....	48
3.2.5. <i>Tegnúa</i> D'Ancona.....	51
3.2.6. <i>Tegnúa</i> Secca 125	54
3.2.7. Analisi multivariata delle abbondanze delle specie ittiche (MDS) ..	56
4. DISCUSSIONE.....	58
4.1. Comunità bentonica	58
4.2. Comunità ittica	60
5. BIBLIOGRAFIA	63



ACRONIMI

ALDFG = Abandoned, Lost or Dismissed Fishing Gear



GLOSSARIO

Ghost net: attrezzi da pesca, persi o deliberatamente abbandonati sui fondali marini, che costituiscono potenziale pericolo per l'ecosistema (ricoprono i fondali sabbiosi e rocciosi, ne abrasano le comunità incrostanti, continuano a catturare fauna per un certo lasso di tempo) e compromettono la sicurezza della navigazione e la libera fruizione dell'ambiente marino (costituiscono ostacoli sommersi non segnalati).

Ghost fishing: azione di pesca attuata in modo incontrollato e continuato, per un dato lasso di tempo, da attrezzi persi o abbandonati in mare.

Marine litter: qualsiasi materiale solido persistente, fabbricato o trasformato e in seguito scartato, eliminato, abbandonato o perso e giunto in ambiente marino e costiero. Con Marine litter si indicano per lo più manufatti di uso quotidiano deliberatamente o involontariamente abbandonati lungo la linea di costa ed in mare, o che, dispersi sulla terra ferma, raggiungono il mare attraverso l'azione di fiumi, vento, acque di dilavamento e scarichi urbani.

Indice di diversità di Shannon: indice utilizzato diffusamente per calcolare la diversità ecologica, ossia la complessità della struttura di una comunità biologica

$$H_{SH} = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

dove:

S = numero totale di specie rinvenute in campioni rappresentativi

p_i = frequenza della specie i-esima = n_i/N

n_i = numero di individui della i-esima specie

N = numero totale di individui di tutte le specie

Indice di diversità di Margalef: indice che misura la diversità ecologia essenzialmente in termini di numero di *taxa*.



$$d = [S / (\log N)]$$

dove:

S = numero di specie

N = numero di individui



INDICE DELLE FIGURE

Figura 2-1. Alloggiamento per fotocamera digitale utilizzato per l'analisi fotografica della comunità bentonica di substrato rigido. Sono illustrate le 3 angolazioni alle quali può lavorare. Figure 2-1. Stainless steel bracket used for the homing of the HD digital camera. Pictures of the 3 angles of shooting are reported	18
Figura 3-1. Esemplici di <i>Cereus pedunculatus</i> . Figure 3-1. Specimen of <i>Cereus pedunculatus</i>	21
Figura 3-2. Colonia di <i>Chondrosia reniformis</i> . Figure 3-2. Colony of <i>Chondrosia reniformis</i>	22
Figura 3-3. Aggregati e colonie di <i>Polycitor adriaticus</i> . Figure 3-3. Colony of <i>Poycitor adriaticus</i>	22
Figura 3-4. <i>Aplidium conicum</i> . Figure 3-4. Specimen of <i>Aplidium conicum</i>	22
Figura 3-5. Colonia di <i>Schizobrachiella sanguinea</i> . Figure 3-5. Colony of <i>Schizobrachiella sanguinea</i>	23
Figura 3-6. Composizione percentuale dei <i>phyla</i> rilevati durante l'analisi fotografica effettuata sui campioni della <i>tegnúa</i> LA1. Figure 3-6. Percentage composition of Phyla observed during photographic analysys performed on the samples of the LA1 vicina <i>tegnúa</i>	26
Figura 3-7. Copertura (in cm ²) dei <i>taxa</i> rilevati nell'analisi fotografica relativa ai campioni della <i>tegnúa</i> LA1. Figure 3-7. Coverage (expressed in cm ²) of each taxon observed in the photographic survey of the <i>tegnúa</i> LA1.....	26
Figura 3-8. Composizione percentuale dei <i>phyla</i> rilevati durante l'analisi fotografica effettuata sui campioni della <i>tegnúa</i> Cavallino vicina. Figure 3-8. Percentage composition of Phyla observed during photographic analysys performed on the samples of the Cavallino vicina <i>tegnúa</i>	29
Figura 3-9. Copertura (in cm ²) dei <i>taxa</i> rilevati nell'analisi fotografica relativa ai campioni della <i>tegnúa</i> Cavallino vicina. Figure 3-9. Coverage (expressed in cm ²) of each taxon observed in the photographic survey of the Cavallino vicina <i>tegnúa</i>	29
Figura 3-10. Composizione percentuale dei <i>phyla</i> rilevati durante l'analisi fotografica effettuata sui campioni della <i>tegnúa</i> D'Ancona. Figure 3-10. Percentage composition of Phyla observed during photographic analysys performed on the samples of the D'Ancona <i>tegnúa</i>	32
Figura 3-11. Copertura (in cm ²) dei <i>taxa</i> rilevati nell'analisi fotografica relativa ai campioni della <i>tegnúa</i> D'Ancona. Figure 3-11 coverage (expressed in cm ²) of each taxon observed in the photographic survey of the D'Ancona <i>tegnúa</i>	32
Figura 3-12. Composizione percentuale dei <i>phyla</i> rilevati durante l'analisi fotografica effettuata sui campioni della <i>tegnúa</i> Pivetta. Figure 3-12. Percentage composition of	



Phyla observed during photographic analysis performed on the samples of the Pivetta <i>tegnúa</i>	35
Figura 3-13. Copertura (in cm ²) dei <i>taxa</i> rilevati nell'analisi fotografica relativa ai campioni della <i>tegnúa</i> Pivetta. Figure 3-13. Coverage (expressed in cm ²) of each taxon observed in the photographic survey of the Pivetta <i>tegnúa</i>	35
Figura 3-14. Composizione percentuale dei <i>phyla</i> rilevati durante l'analisi fotografica effettuata sui campioni della Secca 125. Figure 3-14. Percentage composition of Phyla observed during photographic analysis performed on the samples of the Secca 125 <i>tegnúa</i>	38
Figura 3-15. Copertura (in cm ²) dei <i>taxa</i> rilevati nell'analisi fotografica relativa ai campioni della Secca 125. Figure 3-15. Coverage (expressed in cm ²) of each taxon observed in the photographic survey of the <i>tegnúa</i> Secca 125.	38
Figura 3-16. Diagramma MDS applicata alla matrice di dissimilarità di Bray-Curtis calcolata per le coperture specifiche della fauna e della flora bentonica. Figure 3-16. MDS graph calculated on the Bray-Curtis dissimilarity matrix of the coverage of different benthic <i>taxa</i>	40
Figura 3-17. Andamento degli indici di diversità della comunità ittica nella <i>tegnúa</i> di riferimento (numero di <i>taxa</i> , Indice di Shannon e indice di Margalef). Figure 3-17. Trend of the diversity index calculated for the fish community in the Reference <i>tegnúa</i> (number of <i>taxa</i> , Shannon and Margalef indexes).	42
Figura 3-18. Esempio di boga (<i>Boops boops</i>). Figure 3-18. Specimen of bogue.	43
Figura 3-19. Andamento degli indici di diversità della comunità ittica nella <i>tegnúa</i> LA1 (numero di <i>taxa</i> , indice di Shannon e indice di Margalef). Figure 3-19. Trend of the diversity index calculated for the fish community in the LA1 <i>tegnúa</i> (number of <i>taxa</i> , Shannon and Margalef indexes).	45
Figura 3-20. Andamento degli indici di diversità della comunità ittica nella <i>tegnúa</i> Cavallino vicino (numero di <i>taxa</i> , Indice di Shannon e indice di Margalef). Figure 3-20. Trend of the diversity index calculated for the fish community in the Cavallino vicino <i>tegnúa</i> (number of <i>taxa</i> , Shannon and Margalef indexes).	47
Figura 3-21. Esempio giovanili di pagello fragolino (<i>Pagellus erithrinus</i>). Figure 3-21. Juvenile specimen of common pandora (<i>Pagellus erithrinus</i>).	48
Figura 3-22. Andamento degli indici di diversità della comunità ittica nella <i>tegnúa</i> Pivetta (numero di <i>taxa</i> , Indice di Shannon e indice di Margalef). Figure 3-22. Trend of the diversity index calculated for the fish community in the Pivetta <i>tegnúa</i> (number of <i>taxa</i> , Shannon and Margalef indexes).	50
Figura 3-23. Esempio di grongo (<i>Conger conger</i>). Figure 3-23. Specimen of european conger (<i>Conger conger</i>).	52
Figura 3-24. Andamento degli indici di diversità della comunità ittica nella <i>tegnúa</i> D'Ancona (numero di <i>taxa</i> , Indice di Shannon e indice di Margalef). Figure 3-24. Trend of the diversity index calculated for the fish community in the D'Ancona <i>tegnúa</i> (number of <i>taxa</i> , Shannon and Margalef indexes).	53



Figura 3-25. Esemplari adulti di castagnola (*Chromis chromis*). Figure 27. Adults specimens of Damselfish (*Chromis chromis*).....54

Figura 3-26. Andamento degli indici di diversità della comunità ittica nella Secca 125 (numero di *taxa*, Indice di Shannon e indice di Margalef). Figure 3-26. Trend of the diversity index calculated for the fish community in the Secca 125 *tegnúa* (number of *taxa*, Shannon and Margalef indexes).56

Figura 3-27. Ordinamento Multidimensional (MDS) su matrice di Bray-Curtis delle comunità ittiche dei diversi siti nei differenti momenti d'indagine. Figure 3-27. MDS graph calculated on the Bray-Curtis dissimilarity matrix of the fish community on different monitoring date.57

Figura 4-1. Andamento del numero di esemplari appartenenti a specie di fondo o criptiche, cumulato per i 5 siti d'indagine. Figure 4-1. Number of specimen belonging to cryptic and benthic fish species, aggregated data from the 5 monitored sites.....62



INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2-1. Calendario delle attività di monitoraggio svolte nell'ambito del progetto. .17	17
Tabella 3-1. Riepilogo dei dati copertura e degli indici di diversità calcolati per la <i>tegnúa</i> LA1. In grassetto si riportano i valori superiori al 75% degli indici misurati nel campione di riferimento; tra parentesi valore percentuale assunto dall'indice rispetto al sito di riferimento. Table 3-1. Coverage data and biodiversity indexes calculated for the <i>tegnúa</i> LA1. In bold are reported values exceeding 75% of the indexes measured in the reference area; in brackets is reported the percentualized value referred to the reference site.24	24
Tabella 3-2. Riepilogo dei dati copertura e degli indici di diversità calcolati per la <i>tegnúa</i> Cavallino vicina. In grassetto si riportano i valori superiori al 75% degli indici misurati nel campione di riferimento; tra parentesi valore percentuale assunto dall'indice rispetto al sito di riferimento. Table 3-2. Coverage data and biodiversity indexes calculated for the <i>tegnúa</i> Cavallino vicina. In bold are reported values exceeding 75% of the indexes measured in the reference area; in brackets is reported the percentualized value referred to the reference site.27	27
Tabella 3-3. Riepilogo dei dati copertura e degli indici di diversità calcolati per la <i>tegnúa</i> D'Ancona. In grassetto si riportano i valori superiori al 75% degli indici misurati nel campione di riferimento; tra parentesi valore percentuale assunto dall'indice rispetto al sito di riferimento. Table 3-3. Coverage data and biodiversity indexes calculated for the <i>tegnúa</i> D'Ancona. In bold are reported values exceeding 75% of the indexes measured in the reference area; in brackets is reported the percentualized value referred to the reference site.....30	30
Tabella 3-4. Riepilogo dei dati copertura e degli indici di diversità calcolati per la <i>tegnúa</i> Pivetta. In grassetto si riportano i valori superiori al 75% degli indici misurati nel campione di riferimento; tra parentesi valore percentuale assunto dall'indice rispetto al sito di riferimento. Table 3-4. Coverage data and biodiversity indexes calculated for the <i>tegnúa</i> Pivetta. In bold are reported values exceeding 75% of the indexes measured in the reference area; in brackets is reported the percentualized value referred to the reference site.33	33
Tabella 3-5. Riepilogo dei dati copertura e degli indici di diversità calcolati per la Secca 125 (area Cippo Nadio). In grassetto si riportano i valori superiori al 75% degli indici misurati nel campione di riferimento; tra parentesi valore percentuale assunto dall'indice rispetto al sito di riferimento. Table 3-5. Coverage data and biodiversity indexes calculated for the <i>tegnúa</i> Secca 125. In bold are reported values exceeding 75% of the indexes measured in the reference area; in brackets is reported the percentualized value referred to the reference site.36	36
Tabella 3-6. Elenco specie e abbondanza relativa della comunità ittica durante le diverse campagne di monitoraggio nella <i>tegnúa</i> di riferimento. Table 7. Number of species and abundance of fish fauna observed during the monitoring campaign in the Reference <i>tegnúa</i>41	41



Tabella 3-7. Indici di diversità (numero individui, numero *taxa*, Shannon e Margalef) nella *tegnúa* di riferimento. Table 8. Diversity indexes (number of individuals, number of *taxa*, Shannon and Margalef) for the reference *tegnúa*.42

Tabella 3-8. Elenco specie e abbondanza relativa durante le diverse campagne di monitoraggio nella *tegnúa* LA1. Table 3-8. List of specimen and relative abundance during the different monitoring campaigns in the LA1 *tegnúa*.44

Tabella 3-9. Indici di diversità (numero individui, numero *taxa*, Shannon e Margalef) nella *tegnúa* LA1. In grassetto si riportano i valori superiori al 75% degli indici misurati nel campione di riferimento; tra parentesi valore percentuale assunto dall'indice rispetto al sito di riferimento. Table 3-9. Diversity indexes (number of individuals, number of *taxa*, Shannon and Margalef) for the LA1 *tegnúa*. In bold are reported values exceeding 75% of the indexes measured in the reference area; in brackets is reported the percentualized value referred to the reference site.44

Tabella 3-10. Elenco specie e abbondanza relativa durante le diverse campagne di monitoraggio nella *tegnúa* Cavallino vicina. Table 3-10. List of specimen and relative abundance during the different monitoring campaigns in the Cavallino vicino 125 *tegnúa*.46

Tabella 3-11. Indici di diversità (numero individui, numero *taxa*, Shannon e Margalef) nella *tegnúa* Cavallino vicina. In grassetto si riportano i valori superiori al 75% degli indici misurati nel campione di riferimento; tra parentesi valore percentuale assunto dall'indice rispetto al sito di riferimento. Table 3-11. Diversity indexes (number of individuals, number of *taxa*, Shannon and Margalef) for the Cavallino vicina *tegnúa*. In bold are reported values exceeding 75% of the indexes measured in the reference area; in brackets is reported the percentualized value referred to the reference site.47

Tabella 3-12. Elenco specie e abbondanza relativa durante le diverse campagne di monitoraggio nella *tegnúa* Pivetta. Table 3-12. List of specimen and relative abundance during the different monitoring campaigns in the Pivetta *tegnúa*.49

Tabella 3-13. Indici di diversità (numero individui, numero *taxa*, Shannon e Margalef) nella *tegnúa* Pivetta. In grassetto si riportano i valori superiori al 75% degli indici misurati nel campione di riferimento; tra parentesi valore percentuale assunto dall'indice rispetto al sito di riferimento. Table 3-13. Diversity indexes (number of individuals, number of *taxa*, Shannon and Margalef) for the Pivetta *tegnúa*. In bold are reported values exceeding 75% of the indexes measured in the reference area; in brackets is reported the percentualized value referred to the reference site.50

Tabella 3-14. Elenco specie e abbondanza relativa durante le diverse campagne di monitoraggio nella *tegnúa* D'Ancona. Table 15. List of specimen and relative abundance during the different monitoring campaigns in the D'Ancona *tegnúa*.51

Tabella 3-15. Indici di diversità (numero individui, numero *taxa*, Shannon e Margalef) nella *tegnúa* D'Ancona. In grassetto si riportano i valori superiori al 75% degli indici misurati nel campione di riferimento; tra parentesi valore percentuale assunto dall'indice rispetto al sito di riferimento. Table 3-15. Diversity indexes (number of individuals, number of *taxa*, Shannon and Margalef) for the D'Ancona *tegnúa*. In bold are reported values exceeding 75% of the indexes measured in the reference area; in brackets is reported the percentualized value referred to the reference site.52



Tabella 3-16. Elenco specie e abbondanza relativa durante le diverse campagne di monitoraggio nella Secca 125. Table 3-16. List of specimen and relative abundance during the different monitoring campaigns in the Secca 125 *tegnúa*.....55

Tabella 3-17. Indici di diversità (numero individui, numero *taxa*, Shannon e Margalef) nella *tegnúa* Secca125. In grassetto si riportano i valori che si discostano per meno del 25% dagli indici misurati nel campione di riferimento; tra parentesi valore percentuale assunto dall'indice rispetto al sito di riferimento. Table 18. Diversity indexes (number of individuals, number of *taxa*, Shannon and Margalef) for the Secca 125 *tegnúa*. In bold are reported values exceeding 75% of the indexes measured in the reference area; in brackets is reported the percentualized value referred to the reference site.55



EXECUTIVE SUMMARY

The occurrence of ALDFG entangled on the rocky outcrops or settled over them is a possible source of environmental stress for the marine ecosystem, due to ghost fishing, probably the most studied effect linked to ALDFG (Macfadyen *et al.*, 2009; Large *et al.*, 2009; Good *et al.*, 2010, Arthur *et al.*, 2014), to the release of microplastics and other contaminants that can accumulate through the marine trophic web (Sundt *et al.*, 2014), to the disruption of the benthic communities through the physical disturbance (friction) of the encrusting fauna and flora (Macfadyen *et al.*, 2009).

Actions aiming to the evaluation of ALDFG's impact on fauna and flora have not been considered in the framework of the Project; nevertheless, the removal of the ghost nets carried out in the action C1 "*Concrete removal of ALDFG impacting on biodiversity*" allowed to study the recovery of benthic and fish communities typical of the rocky outcrops of the North Adriatic Sea.

The monitoring of benthic and fish communities has been started within few days after the removal of the ALDFG in 5 rocky outcrops (Cavallino vicina, LA1, Pivetta, D'Ancona and Secca 125) and lasted from December 2014 (T₀) until May 2016 (T₄); the monitoring was carried out seasonally throughout non-destructive techniques to preserve the recovery of the biological communities, i.e. photographic technique for benthic fauna and flora and underwater visual census for fish. The data collected (number of individuals/species/*taxa*, coverage per each species/*taxon*) have been used to calculate three biodiversity indexes, used to estimate the recovery of the communities: species richness, Margalef index and Shannon index. Index values calculated in the restored areas have been periodically compared with those calculated in their corresponding reference areas; a difference less than 25% between the indexes, calculated after a time span of 15 months from the removal, has been considered as a positive indication of the restoring of pristine conditions. Reference samples for benthos have been collected in areas not affected by ALDFG within each of the investigated *tegnúe*, whilst a rocky outcrop located in the nearness of *tegnúa* D'Ancona was chosen as a reference point for benthic-demersal fish community.



All the indexes calculated for the benthic community were indicative of restored conditions within 15 months from ALDFG removal, except for the two: species richness and Margalef index in *tegnúa* LA1. Nevertheless, the observed recovery of the benthic community has to be related only to the "horizontal growth" of the encrusting fauna, being the vertical development negligible. This is not surprising, since vertical growth of many *taxa*, such as Porifera and Tunicata requires longer time spans (up to several years) than those considered in the project (Turon *et al.*, 1998; Garrabou and Zabala, 2001; Pansini *et al.*, 2011; Lopez-Legentil *et al.*, 2005). In three out of the five monitored rocky outcrops (D'Ancona, LA1 and Cavallino vicina) the recovered benthic community resulted similar, in relation to structure and species/*taxa* composition, to each reference community; in the remaining two *tegnúe*, in particular in Secca 125, the newly settled community was slightly different from the reference condition. However, as stated by O'Neill (1998), recovery is a complex phenomenon involving spatially and temporally dynamic for biotic and abiotic parameters, so it should not be unexpected that in some areas the recovered ecosystem may be different from the reference, in terms of function, structure, species composition or diversity (Gates and Jones, 2012). Comparison with literature data is difficult, due to differences in study design and environmental conditions; in the Adriatic Sea, the photographic monitoring of the encrusting fauna was previously used only for the study of "mature" communities settled in undisturbed areas (Molin *et al.*, 2008; Ponti *et al.*, 2011), whilst there is a lack of data concerning the monitoring of the evolution of recovering communities. Data regarding the recovery of encrusting megafauna impacted by fishing activities are available for deep habitats (Althaus *et al.*, 2009; Williams *et al.*, 2010), but in these studies the methods for sampling and analyzing the fauna are not comparable with the photographic monitoring method adopted in the project. However, these works highlighted that the time span needed for the complete recovery of communities is very long, often longer than 5-10 years, especially in the case of large colonies of bryozoans, crinoids, gorgonians and corals (Williams *et al.*, 2010).

As concern fish, the indexes showed a non-linear progression from T_0 to T_4 , even if a biodiversity increase has been observed between T_3 and T_4 , when the indexes reached values comparable to the annual mean observed in the reference site. Pelagic fish showed a very low variation in abundance and richness throughout the 15 months of



monitoring, confirming the hypothesis that ALDFG presence/absence does not affect significantly this community; on the other hand, benthic fish resulted more sensitive to the ALDFG and a positive correlation between ALDFG removal and abundance of benthic and cryptobenthic species has been observed, probably as a consequence of the increased availability of recesses, clefts and breaks in the rocky outcrops that can be used permanently as shelter and nest (especially for blennies, gobies, scorpionfishes, conger eels, sciaenids) or temporarily as a hide for hunting or ambushing.



1. INTRODUZIONE

La presenza degli ALDFG incagliati o adagiati sugli affioramenti rocciosi rappresenta una potenziale causa di stress ambientale per l'ecosistema marino legata non soltanto alla pesca fantasma, l'effetto probabilmente più noto e documentato connesso alla problematica ALDFG (MacFadyen *et al.*, 2009; Large *et al.*, 2009; Good *et al.*, 2010, Arthur *et al.*, 2014), ma anche al rilascio di microplastiche e altri contaminanti che possono entrare nella rete trofica (Sundt *et al.*, 2014) nonché all'alterazione delle comunità bentoniche sessili e vagili, conseguente all'effetto "mascheramento" del substrato e alla frizione degli ALDFG sulle superfici colonizzate dalle comunità biologiche (MacFadyen *et al.*, 2009).

Sebbene nell'ambito del Progetto non siano state previste azioni mirate alla valutazione dell'impatto degli ALDFG sulle comunità ecologiche che popolano l'ambiente di *tegnúa*, la rimozione delle reti fantasma condotta nell'ambito dell'attività C1.1 "Concrete removal of ALDFG impacting on biodiversity", ha consentito di disporre di substrati "liberati" dalla presenza degli ALDFG da utilizzare come aree di studio nell'ambito dell'attività D.1 "Monitoring and evaluating the impacts of removing ALDFG on biodiversity", per la valutazione *ex post* della capacità di recupero delle comunità bentoniche ed ittiche degli affioramenti rocciosi una volta eliminato il fattore di stress.

Il monitoraggio, iniziato nei momenti immediatamente successivi alla rimozione degli ALDFG, ha riguardato le comunità bentoniche ed ittiche di 5 tra gli affioramenti oggetto degli interventi dell'attività C1 "Concrete removal of ALDFG impacting on biodiversity" (*tegnúe* Cavallino vicina, LA1, Pivetta, D'Ancona e Secca 125) ed ha previsto 5 rilievi cadenzati nel tempo in un arco complessivo di 18 mesi da dicembre 2014 (T₀, in corrispondenza della rimozione dell'ALDFG) a giugno 2016 (T₄). L'attività è iniziata con 2 mesi di ritardo rispetto a quanto previsto nel cronoprogramma di progetto a causa della dilazione della conclusione dell'azione preparatoria A2.2 "Mapping ALDFG and quantifying impacts on biodiversity"; inoltre, in uno dei siti di



indagine (*tegnúa* Secca 125), il monitoraggio si è prolungato oltre i 15 mesi previsti a causa delle cattive condizioni meteomarine che hanno ostacolato i rilievi in immersione. Per monitorare nel tempo l'evoluzione delle comunità senza arrecare disturbo alle medesime (in particolare per la fauna e la flora bentonica), si sono adottati dei metodi di campionamento non distruttivo già consolidati (Molin *et al.*, 2008; Ponti *et al.*, 2011 Thresher e Gunn, 1986; Francour, 1999): il rilievo fotografico delle comunità bentoniche e l'*underwater visual census* per la comunità ittica. I parametri presi in considerazione per valutare il recupero delle comunità sono stati la ricchezza in specie/*taxa*, l'indice di Shannon e l'indice di Margalef; si è assunto che la comunità avesse ottenuto il pieno recupero in seguito alla rimozione degli ALDFG qualora i parametri citati avessero raggiunto un valore pari o superiore al 75% del medesimo parametro calcolato nell'area di riferimento. Tali riferimenti sono stati identificati in porzioni di *tegnúe* indagate non interessate dalla presenza degli ALDFG, per il bentos, e in una *tegnúa* scarsamente impattata da ALDFG per la fauna ittica.

Oltre ad essere essenziali per raccogliere i dati necessari per valutare l'efficacia delle azioni di rimozione, le attività condotte nell'ambito dell'azione D.1 "*Monitoring and evaluating the impacts of removing ALDFG on biodiversity*" risultano propedeutiche per l'implementazione dell'azione E.2 "*Development of a Technical protocol and technical dissemination*" e forniscono informazioni di base per la valutazione del beneficio economico derivante dal miglioramento ecosistemico, oggetto di approfondimento nell'azione D.2 "*Contingent Valuation implementation and cost-benefit of the ALDFG removal*"



2. MATERIALI E METODI

2.1. Area di intervento

Il monitoraggio del bentos e della fauna ittica per i 15 mesi successivi alla rimozione degli ALDFG è stato eseguito in 5 delle *tegnúe* oggetto di intervento nell'ambito dell'attività C1 "*Concrete removal of ALDFG impacting on biodiversity*": Cavallino vicina, LA1, Secca 125, D'Ancona e Pivetta.

Le 5 *tegnúe* sono state identificate in base ai seguenti criteri:

1. presenza di reti passive e/o reti attive incagliate o adagate sugli affioramenti che rappresentavano un sostanziale impedimento allo sviluppo di comunità sessili nell'area interessata dalla presenza degli ALDFG;
2. presenza di strutture rocciose caratterizzate dalla disponibilità di superfici sub-orizzontali e approssimativamente piane, idonee all'esecuzione dei rilievi fotografici;

La selezione dei punti di riferimento, cui ricondurre l'evoluzione delle comunità, è stata effettuata con modalità diverse per comunità sessili e fauna ittica. Nel caso di fauna e flora bentoniche, in ogni *tegnúa* è stata identificata un'area di riferimento non interessata da presenza di ALDFG che presentasse condizioni quanto più simili possibile all'area impattata per quanto concerne profondità, inclinazione della parete, esposizione alle correnti e illuminazione.

Per la fauna ittica, il punto di riferimento scelto è stato un affioramento collocato leggermente a nord della *tegnúa* D'Ancona, di scarsa elevazione e forse per questo trascurato da pescatori e diportisti, che per caratteristiche, batimetria e collocazione ben si prestava a fare da riferimento per il monitoraggio di questa comunità.

In questo sito non sono stati individuati ALDFG di grandi dimensioni ed il grado di complessità ambientale è stato valutato paragonabile a quello delle altre *tegnúe* monitorate.



2.2. Calendario delle attività di campionamento

Il campionamento in corrispondenza delle porzioni di *tegnúa* interessate dalle attività di rimozione è stato eseguito in 5 distinti momenti, distribuiti in un periodo complessivo di 15 mesi compresi tra dicembre 2014 e maggio 2016 (Tabella 2-1). Nel caso di macrozoobenthos e fitozoobenthos, i rilievi nei punti di riferimento relativi a ciascuna *tegnúa* sono stati eseguiti *una tantum* ad inizio attività (T₀, dicembre 2014); per la fauna ittica, i rilievi nel punto di riferimento sono stati condotti in corrispondenza di ciascuna campagna condotta nelle *tegnúe* interessate dalle attività di rimozione degli ALDFG.

Tabella 2-1. Calendario delle attività di monitoraggio svolte nell'ambito del progetto.
Table 2-1. Schedule of the monitoring campaigns performed during the project.

	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
La1	Dicembre 2014	Aprile 2015	Luglio 2015	Novembre 2015	Marzo 2016
Cavallino vicino	Dicembre 2014	Aprile 2015	Luglio 2015	Novembre 2015	Marzo 2016
D'ancona	Dicembre 2014	Marzo 2015	Luglio 2015	Novembre 2015	Marzo 2016
Pivetta	Dicembre 2014	Aprile 2015	Luglio 2015	Novembre 2015	Aprile 2016
Secca 125	Dicembre 2014	Marzo 2015	Luglio 2015	Novembre 2015	Maggio 2016

2.3. Indicatori e metodi di osservazione in campo

2.3.1. Macrozoobenthos e fitozoobenthos sessile

L'evoluzione della composizione e della struttura della comunità bentonica di fondo duro nelle 5 aree selezionate è stata analizzata utilizzando un metodo fotografico non distruttivo, già impiegato per lo studio del naturale accrescimento di organismi appartenenti al megabenthos in habitat rocciosi (Molin *et al.* 2008; Ponti *et al.*, 2011). Tuttavia, rispetto alle precedenti applicazioni del metodo fotografico, nell'ambito del Progetto GHOST tale metodologia è stata utilizzata per la prima volta al fine di seguire nel tempo l'evoluzione di una comunità "disturbata" da impatto antropico.

Le aree di indagine, una volta ripulite dagli ALDFG, sono state individuate univocamente fissando al substrato roccioso (con chiodi in acciaio) una cornice (frame) in acciaio inox di dimensioni interne 50x50 cm, dotata di "inviti" per l'alloggiamento di un bracket metallico snodabile su cui è stata montata una fotocamera digitale (CANON G16 con scafandro WPDC52). Il frame metallico è rimasto *in situ* sino al

completamento dei rilievi al termine dei quali è stato rimosso. La medesima procedura è stata eseguita anche nelle aree di riferimento; in queste ultime, tuttavia, il frame metallico è stato rimosso subito dopo il rilievo fotografico iniziale di dicembre 2014.

Il distanziatore metallico ha consentito di mantenere costanti la distanza ed il parallelismo con la superficie da indagare nei vari siti; inoltre, la sua struttura snodabile ha consentito di ottenere immagini ad inclinazione di $\pm 45^\circ$ rispetto alla perpendicolare, finalizzate alla valutazione dell'eventuale sviluppo tridimensionale delle comunità incrostanti (Figura 2-1).



Figura 2-1. Alloggiamento per fotocamera digitale utilizzato per l'analisi fotografica della comunità bentonica di substrato rigido. Sono illustrate le 3 angolazioni alle quali può lavorare.
Figure 2-1. Stainless steel bracket used for the homing of the HD digital camera. Pictures of the 3 angles of shooting are reported.

Le immagini del fondale così ottenute sono state elaborate con i software Adobe PhotoShop e tpsDig per il calcolo delle superfici (in cm^2) occupate dalle singole specie o categorie sistematiche identificabili. I dati di copertura sono stati quindi utilizzati per il calcolo dei seguenti indici di diversità, scelti per monitorare nel tempo l'evoluzione della comunità:

- numero di specie (S);
- indice di Shannon (H'), che misura la diversità in termini di ricchezza e considera sia il numero di *taxa*, sia le coperture relative di ogni singolo *taxon* (da peso ai *taxa* poco rappresentati) (Shannon, 1948);
- indice di Margalef (I), che misura la diversità in termini di numero di *taxa* e superficie totale coperta (fornisce uguale peso ai vari *taxa*) (Margalef, 1958).

I dati relativi a n. di specie, copertura, l'indice di Shannon e l'indice di Margalef, calcolati per ogni *tegnúa* in corrispondenza dei 5 distinti istanti di indagine, sono stati



quindi confrontati con i dati e gli indici calcolati per la relativa area di riferimento; il recupero della comunità incrostante è stato valutato sulla base del rapporto percentuale tra indice calcolato su area impattata da ALDFG al tempo T_x e indice calcolato su area non impattata ad esempio:

$$\frac{\text{Margalef } T_x \text{ D'Ancona}}{\text{Margalef riferimento D'Ancona}} \cdot 100$$

Un valore di tale rapporto pari o superiore al 75% è stato ritenuto un indicatore sufficientemente robusto del raggiungimento di condizioni simili a quelle del relativo riferimento.

Lo strumento statistico di analisi multivariata dello scaling multidimensionale (MDS), applicato a matrici di dissimilarità di Bray-Curtis calcolate a partire dai dati di superficie, è stato utilizzato per valutare la "diversità" delle comunità insediatesi nelle aree oggetto di rimozione degli ALDFG rispetto alle aree di riferimento.

Indice di Shannon, indice di Margalef e MDS sono stati calcolati utilizzando il software Past3 (Hammer *et al.*, 2001).

2.3.2. Comunità ittica.

Le attività di rilevamento della fauna ittica sono state condotte mediante l'applicazione congiunta di due metodologie di censimento visuale in immersione (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985):

1. percorsi (della durata di 5'), effettuati nella porzione di affioramento liberata da ALDFG, volti alla caratterizzazione della fauna ittica di fondo/criptobentonica;
2. punti fissi (di 5 m di raggio, compatibilmente con le condizioni di visibilità al momento del rilievo), effettuati nella porzione di affioramento liberata da ALDFG per raccogliere dati quantitativi relativi ad abbondanze delle specie demersali occupanti la colonna d'acqua insistente sull'affioramento.

I rilevamenti sono stati condotti nella fascia oraria compresa tra le 9:00 e le 13:00, con marea crescente per beneficiare di una maggiore trasparenza dell'acqua.

Percorsi

Una coppia di sommozzatori, esperti conoscitori della fauna ittica Alto Adriatica, ha percorso ed ispezionato con l'ausilio di una torcia led da 1700 lumen, una porzione di



fondale di circa 30 m² precedentemente liberata dalla presenza di ALDFG. Il percorso veniva mediamente concluso in 5 minuti durante i quali venivano ispezionati nicchie ed anfratti, annotando tutti gli esemplari osservati e, nel caso di dubbia identificazione, raccogliendo immagini a corredo per successive analisi di laboratorio.

Punto fisso

Una coppia di sommozzatori, esperti conoscitori della fauna ittica Alto Adriatica, ha preso posizione al centro dell'area ripulita da ALDFG ed ha compiuto per 5 minuti l'osservazione degli esemplari gravitanti in una porzione di calotta sferica del raggio di 5 metri. Il conteggio degli esemplari è stato effettuato in maniera puntuale (per abbondanze fino a 30 individui) o sulla base di classi di abbondanza numerica (31-50; 51-100; 101-200; 201-500). Specie ed individui entrati nel campo visivo di entrambe gli operatori sono stati, una volta confrontati i dati, conteggiate un'unica volta.

Il dato di abbondanza ottenuto (numero di individui per specie) con le 2 distinte metodologie (Percorsi per le specie bentoniche e criptobentoniche, punto fisso per le specie pelagiche e demersali) è stato sommato ed utilizzato per il calcolo degli indici di Shannon e Margalef. Come per la comunità sessile, il recupero della comunità è stato valutato sulla base del rapporto tra indice calcolato su area impattata ed area non impattata; per valori di tale rapporto uguali o superiori a 75% si è assunto che la comunità abbia raggiunto condizioni confrontabili con lo stato di riferimento.

Lo scaling multidimensionale (MDS), applicato a matrici di dissimilarità di Bray-Curtis calcolate a partire dai dati abbondanza specifica, è stato utilizzato per valutare la "diversità" delle comunità presenti nelle aree oggetto di rimozione degli ALDFG nei vari momenti dell'indagine rispetto alle aree di riferimento.

Indice di Shannon, indice di Margalef e MDS sono stati calcolati utilizzando il software Past3 (Hammer *et al.*, 2001).

3. RISULTATI

3.1. Macrozoobenthos e fitozoobenthos sessile

L'analisi dei campioni fotografici della macrozoobenthos e fitozoobenthos sessile ha consentito di identificare 27 *taxa*, di cui 23 animali e 4 vegetali. Le tecniche fotografiche non distruttive, evolute in seguito alle maturate sensibilità ecologiche, non sempre consentono di raggiungere l'identificazione dei *taxa* a livello specifico; nel nostro caso, solo per un ristretto numero è stato possibile raggiungere l'identificazione a livello di specie: il Celenterato *Cereus pedunculatus* (Figura 3-1), il Mollusco bivalve endolitico *Rocellaria dubia*, i Poriferi *Chondrosia reniformis* (Figura 3-2), *Cliona viridis* e *Polymastia mamillata*, i Tunicati *Polycitor adriaticus* (Figura 3-3) e *Aplidium conicum* (Figura 3-4), il Briozoo *Schizobrachiella sanguinea* (Figura 3-4). I *taxa* più diffusi sono risultati *R. dubia*, presente in tutte le 5 aree di indagine ed 3 specie di Poriferi di cui solamente una chiaramente ascrivibile a *C. reniformis*, presenti in almeno 4 degli affioramenti indagati. Per quanto concerne la componente vegetale, le alghe rosse incrostanti sono risultate di gran lunga le più diffuse, presenti con significative coperture in almeno 4 affioramenti.



Figura 3-1. Esemplari di *Cereus pedunculatus*. Figure 3-1. Specimen of *Cereus pedunculatus*.



Figura 3-2. Colonia di *Chondrosia reniformis*. Figure 3-2. Colony of *Chondrosia reniformis*.

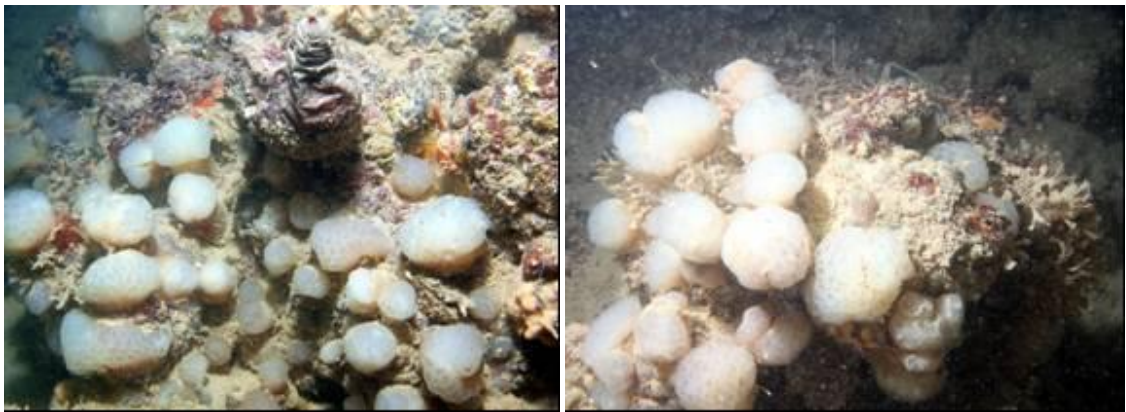


Figura 3-3. Aggregati e colonie di *Polycitor adriaticus*. Figure 3-3. Colony of *Poycitor adriaticus*.



Figura 3-4. *Aplidium conicum*. Figure 3-4. Specimen of *Aplidium conicum*.



Figura 3-5. Colonia di *Schizobrachiella sanguinea*. Figure 3-5. Colony of *Schizobrachiella sanguinea*.



3.1.1. Tegnúa LA1

I dati di ricchezza in *taxa* e gli indici di diversità riportati in Tabella 3-1 evidenziano come vi sia stato un progressivo miglioramento delle condizioni della comunità bentonica sessile dal momento della rimozione degli ALDFG; tuttavia, solamente per quanto concerne l'indice di Shannon (già da T₂) e la copertura complessiva (al T₄) sono stati raggiunti valori confrontabili con la relativa area di riferimento, mentre per l'indice di Margalef anche al T₄ la condizione dell'area interessata all'intervento è lontana dalle condizioni "indisturbate".

Tabella 3-1. Riepilogo dei dati copertura e degli indici di diversità calcolati per la *tegnúa* LA1. In grassetto si riportano i valori superiori al 75% degli indici misurati nel campione di riferimento; tra parentesi valore percentuale assunto dall'indice rispetto al sito di riferimento.
Table 3-1. Coverage data and biodiversity indexes calculated for the *tegnúa* LA1. In bold are reported values exceeding 75% of the indexes measured in the reference area; in brackets is reported the percentualized value referred to the reference site.

Indice	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	Riferimento
Taxa (n)	3 (38)	3 (38)	4 (50)	4 (50)	5 (63)	8
Copertura (cm ²)	412 (35)	494 (42)	637 (54)	642 (54)	1196 (100)	1186
Margalef	0.33 (33)	0.32 (33)	0.46 (46)	0.46 (46)	0.56 (57)	0.99
Shannon	0.67(76)	0.66 (75)	1.03 (117)	1.12 (127)	0.90 (102)	0.88

La comunità nel sito di riferimento è dominata da Antozoi e Poriferi e questi *phyla* rappresentano la componente animale dominante anche nell'area in cui sono stati rimossi gli ALDFG (Figura 3-6) fino al T₂, in cui appare un consistente popolamento di Briozoi, che si mantiene anche nelle osservazioni successive. Dal punto di vista della composizione tassonomica, il numero di *taxa* rilevabile mediante l'analisi fotografica è piuttosto basso e varia dai 3 riconosciuti in T₀ e T₁ agli 8 osservati per il sito di riferimento. Dal punto di vista delle abbondanze, gli antozoi del genere *Epizoanthus* rappresentano il *taxa* più diffuso non solo nell'area di riferimento (circa 50% della copertura totale), ma anche nell'area di rimozione, in cui a partire da T₄ ricoprono una superficie pari ad oltre il 60% delle aree colonizzate. Nell'area di riferimento è inoltre presente un consistente popolamento di *Cliona viridis*, assente nell'area di intervento, mentre caratteristici di quest'ultima sono risultati il Porifero *Chondrosia reniformis* (presente sin da T₀) ed il Briozoo *Schizobrachiella sanguinea* (a partire da T₂). Il dettaglio di tutte le entità tassonomiche rilevate è riportato in Figura 3-7.



Nel complesso, i dati evidenziano un progressivo aumento di biodiversità e copertura che, almeno per 2 dei parametri considerati (copertura e indice di Shannon), indicano il raggiungimento di condizioni confrontabili con le aree "indisturbate" della *tegnúa* LA1.

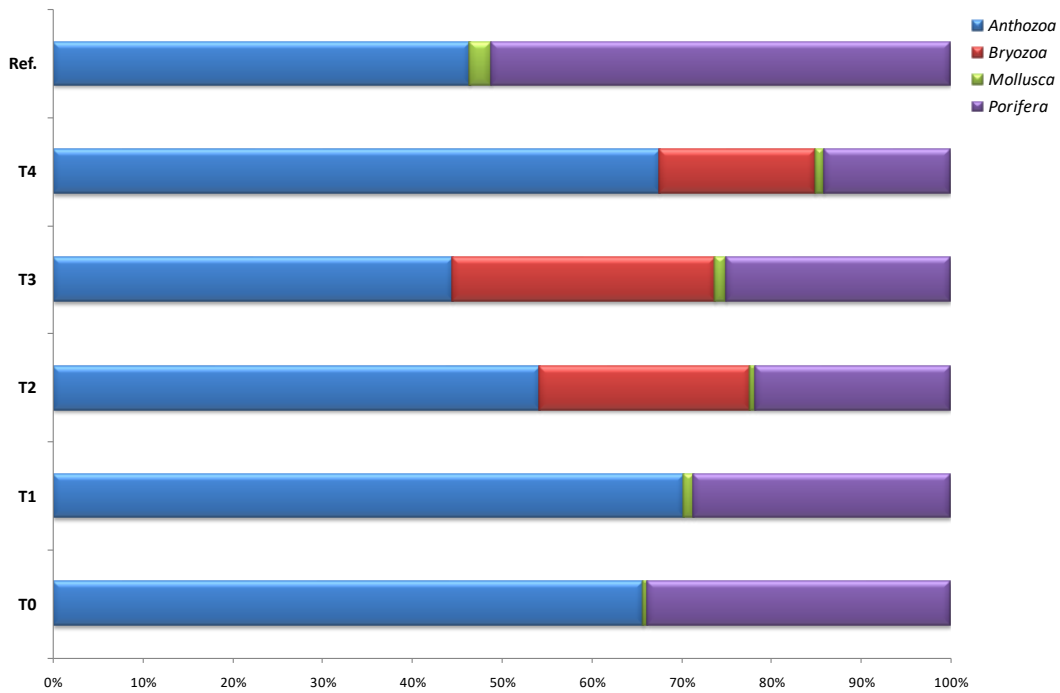


Figura 3-6. Composizione percentuale dei *phyla* rilevati durante l'analisi fotografica effettuata sui campioni della *tegnúa* LA1. Figure 3-6. Percentage composition of Phyla observed during photographic analysis performed on the samples of the LA1 *tegnúa*.

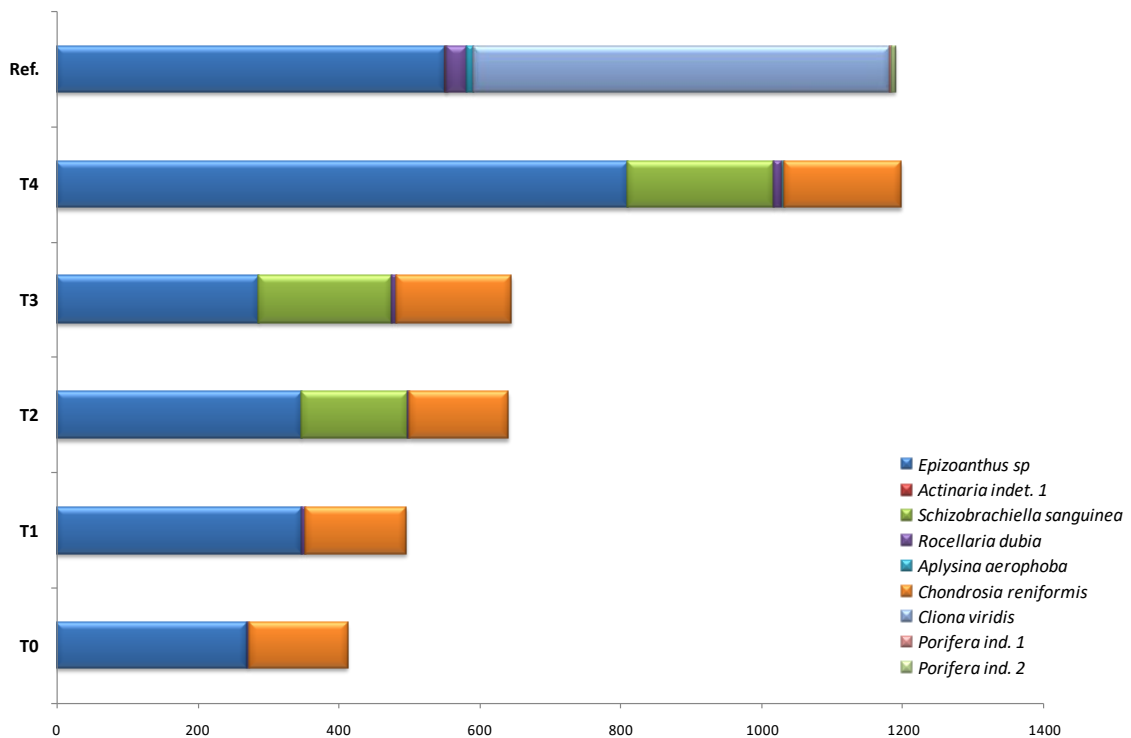


Figura 3-7. Copertura (in cm²) dei *taxa* rilevati nell'analisi fotografica relativa ai campioni della *tegnúa* LA1. Figure 3-7. Coverage (expressed in cm²) of each taxon observed in the photographic survey of the *tegnúa* LA1.



3.1.2. Tegnúa Cavallino vicina

Nella *tegnúa* Cavallino vicina già a partire da T₁ i valori degli indici di diversità calcolati nell'area interessata dalla rimozione degli ALDFG assumono valori superiori o confrontabili rispetto all'area di riferimento.

I dati rilevati dall'analisi fotografica dimostrano che già al momento della rimozione degli attrezzi da pesca (T₀) l'area presentava una comunità piuttosto diversificata, sia come ricchezza (numero di *taxa* superiore a quanto rilevato nell'area di riferimento) sia come copertura, e che la tendenza nei 15 mesi successivi sia quella di una costante crescita dei parametri considerati nell'analisi, con l'eccezione di alcune inversioni di tendenza nella copertura totale (Tabella 3-2) dovuta a periodiche contrazioni nella copertura delle alghe brune (*Phaeophytae*) (Figura 3-8).

Tabella 3-2. Riepilogo dei dati copertura e degli indici di diversità calcolati per la *tegnúa* Cavallino vicina. In grassetto si riportano i valori superiori al 75% degli indici misurati nel campione di riferimento; tra parentesi valore percentuale assunto dall'indice rispetto al sito di riferimento. Table 3-2. Coverage data and biodiversity indexes calculated for the *tegnúa* Cavallino vicina. In bold are reported values exceeding 75% of the indexes measured in the reference area; in brackets is reported the percentualized value referred to the reference site.

Indice	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	Riferimento
Taxa (n)	10 (167)	10 (167)	11 (183)	11 (183)	11 (183)	6
Copertura (cm ²)	1115 (71)	775 (50)	815 (52)	717 (46)	876 (56)	1562
Margalef	1.28 (188)	1.35 (199)	1.49 (219)	1.52 (224)	1.48 (218)	0.68
Shannon	1.08 (74)	1.43 (99)	1.38 (95)	1.53 (106)	1.53 (106)	1.45

Tanto nell'area interessata dalla rimozione, quanto nell'area di riferimento, il popolamento bentonico risulta dominato da Poriferi e Alghe brune, con una minoritaria presenza di Alghe rosse (Figura 3-8); per queste ultime si osserva un graduale aumento delle coperture da T₀ (19.5 cm²) a T₄ (79.9 cm²), che rimangono tuttavia sensibilmente inferiori a quelle riscontrate nell'area di riferimento (187.1 cm²). La copertura dei Poriferi non è invece cambiata sensibilmente tra T₀ (328.9 cm²) e T₄ (314.4 cm²) ed è rimasta decisamente al di sotto di quanto rilevato nell'area di riferimento (885.4 cm²). Tuttavia, nei Poriferi si è riscontrato un certo dinamismo del popolamento (Figura 3-9), che ha nel complesso visto la riduzione della copertura della specie più abbondante in T₀ (*Cliona viridis*, passata da una copertura di 167.4 cm² di T₀ a 100.6 cm² di T₄) in favore di un progressivo aumento di altre 3 specie (*Chondrosia reniformis* e 2 Poriferi



ind.); come risultato finale, a parità di copertura complessiva, si osserva una comunità di Poriferi maggiormente strutturata in T₄ rispetto ai rilievi condotti nei mesi precedenti. Dal punto di vista della composizione tassonomica, le differenze tra area di riferimento ed area soggetta agli interventi di rimozione sono minimi; pur registrando una maggiore ricchezza di *taxa* nell'area degli interventi (10/11 contro 6), le comunità risultano dominate per oltre il 65% dai medesimi 5 *taxa* (*Cliona viridis*, 2 specie indeterminate di Poriferi, *Rhodophytae*, *Phaeophytae*).

Composizione tassonomica e valori degli indici di diversità indicano quindi un effettivo recupero delle condizioni ecologiche della comunità bentonica entro i 15 mesi dall'intervento di rimozione, nonostante non siano ancora state raggiunte le coperture tipiche dell'area di riferimento.

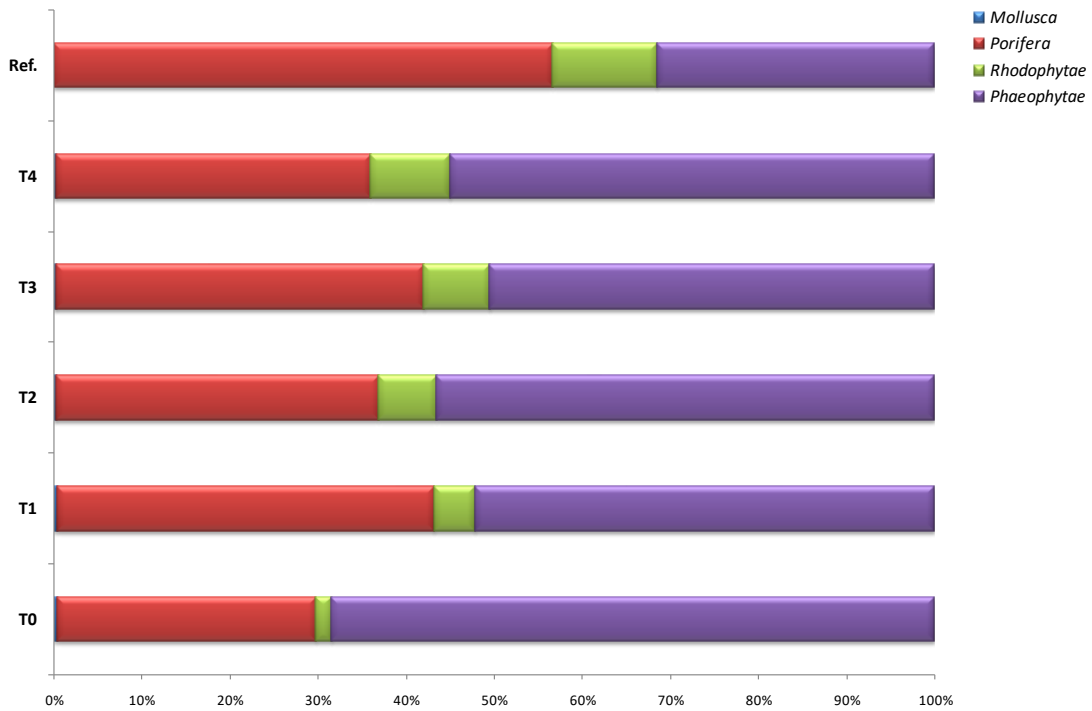


Figura 3-8. Composizione percentuale dei *phyla* rilevati durante l'analisi fotografica effettuata sui campioni della *tegnúa* Cavallino vicina. Figure 3-8. Percentage composition of Phyla observed during photographic analysis performed on the samples of the Cavallino vicina *tegnúa*.

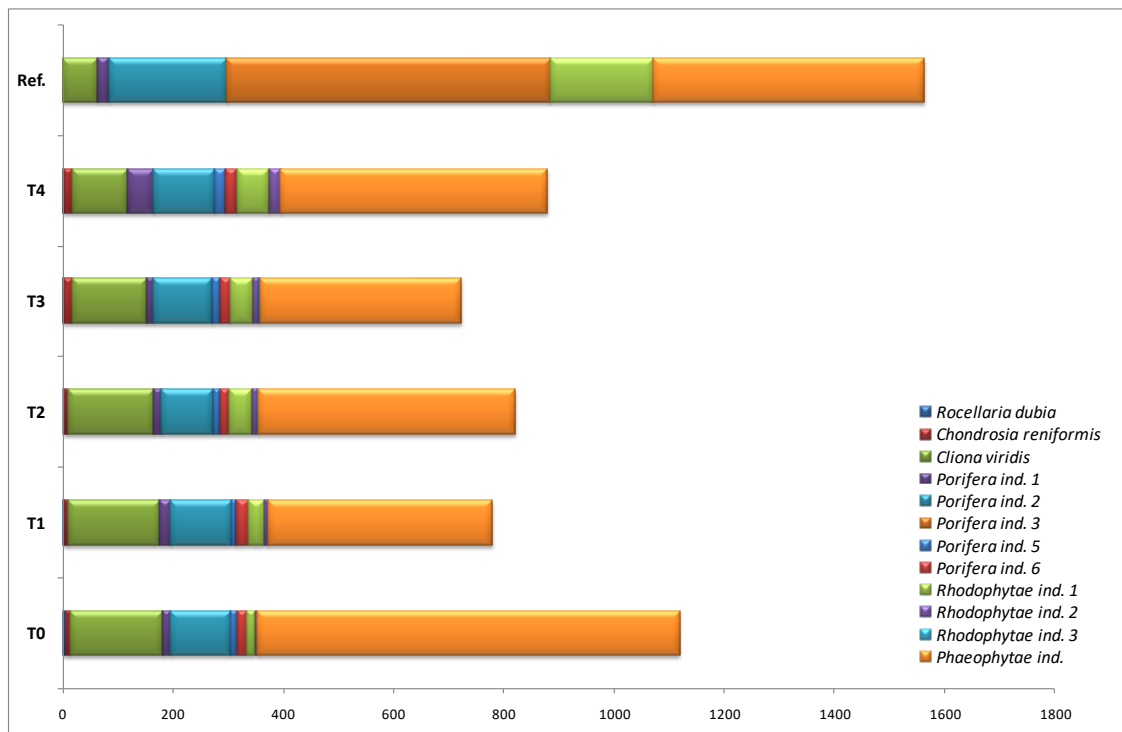


Figura 3-9. Copertura (in cm²) dei *taxa* rilevati nell'analisi fotografica relativa ai campioni della *tegnúa* Cavallino vicina. Figure 3-9. Coverage (expressed in cm²) of each taxon observed in the photographic survey of the Cavallino vicina *tegnúa*.



3.1.3. Tegnúa D'Ancona

Tra gli affioramenti oggetto di monitoraggio, la *tegnúa* D'Ancona rappresenta l'affioramento che in tempi più rapidi ed in modo più lineare si è riportato a livelli comparabili a quelli dello stato di riferimento; i dati riportati in Tabella 3-3 evidenziano, infatti, come già a partire dal T₁ (quindi 3 mesi circa dopo la rimozione degli ALDFG) il numero di *taxa* e gli indici di Margalef e Shannon siano del tutto confrontabili con lo stato di riferimento, mentre per la copertura complessiva, al netto delle variazioni stagionali dovute al ciclo biologico degli organismi, si arriva a condizione confrontabile al riferimento in corrispondenza del T₂ (a 6 mesi dalla rimozione degli ALDFG).

Tabella 3-3. Riepilogo dei dati copertura e degli indici di diversità calcolati per la *tegnúa* D'Ancona. In grassetto si riportano i valori superiori al 75% degli indici misurati nel campione di riferimento; tra parentesi valore percentuale assunto dall'indice rispetto al sito di riferimento. Table 3-3. Coverage data and biodiversity indexes calculated for the *tegnúa* D'Ancona. In bold are reported values exceeding 75% of the indexes measured in the reference area; in brackets is reported the percentualized value referred to the reference site.

Indice	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	Riferimento
Taxa (n)	7 (64)	10 (91)	12 (109)	10 (91)	12 (109)	11
Copertura (cm ²)	343 (45)	473 (62)	584 (77)	419 (55)	727 (95)	763
Margalef	1.03 (68)	1.46 (97)	1.73 (115)	1.49 (99)	1.67 (111)	1.51
Shannon	1.59 (95)	1.65 (98)	1.59 (95)	1.69 (101)	1.47 (88)	1.68

In tutti i campioni analizzati, i Poriferi rappresentano il *phylum* maggiormente presente; permangono, tuttavia, delle significative differenze nella composizione tassonomica delle comunità tra lo stato di riferimento e l'area ricolonizzata, in particolare per quanto riguarda Tunicati e componente vegetale. Nello stato di riferimento, i Tunicati rappresentano una frazione pari a circa il 30% della superficie complessiva colonizzata da organismi (Figura 3-10), con netta prevalenza dell'Ascidiaceo *Polycitor adriaticus* che rappresenta, in termini di copertura, il secondo *taxon* più abbondante tra quelli rilevati (165.3 cm², Figura 3-11); nei campioni dell'area ricolonizzata, invece, i Tunicati rappresentano una componente minoritaria della comunità incrostante, raggiungendo una copertura massima percentuale di circa il 10% (38 cm²) in corrispondenza del T₃ (con *P. adriaticus*), mentre risultano particolarmente abbondanti le *Rhodophytae* incrostanti, che costituiscono una frazione variabile tra il 20% (77.0 cm²; T₁) ed il 35% circa (277.8 cm²; T₄) della superficie totale colonizzata. Nel campione di riferimento, invece, esse coprono una frazione di circa il 5% della superficie colonizzata.



Si è riscontrata una ottima corrispondenza tra area di riferimento ed area ricolonizzata in termini di *taxa* rilevati: delle 14 entità sistematiche complessivamente identificate nel corso dell'analisi fotografica, ben 10 risultano presenti in entrambe le aree e solamente nel caso delle *Phaeophytae*, presenti nella sola area di riferimento, le coperture risultano significative.

Nel complesso si può quindi affermare che nei mesi successivi alla rimozione degli ALDFG, nella *tegnúa* D'Ancona si è osservato un effettivo recupero della comunità, confermato sia dagli indici di diversità, sia dalle coperture raggiunte dai principali *taxa* di organismi animali sessili, in particolare Poriferi e Tunicati.

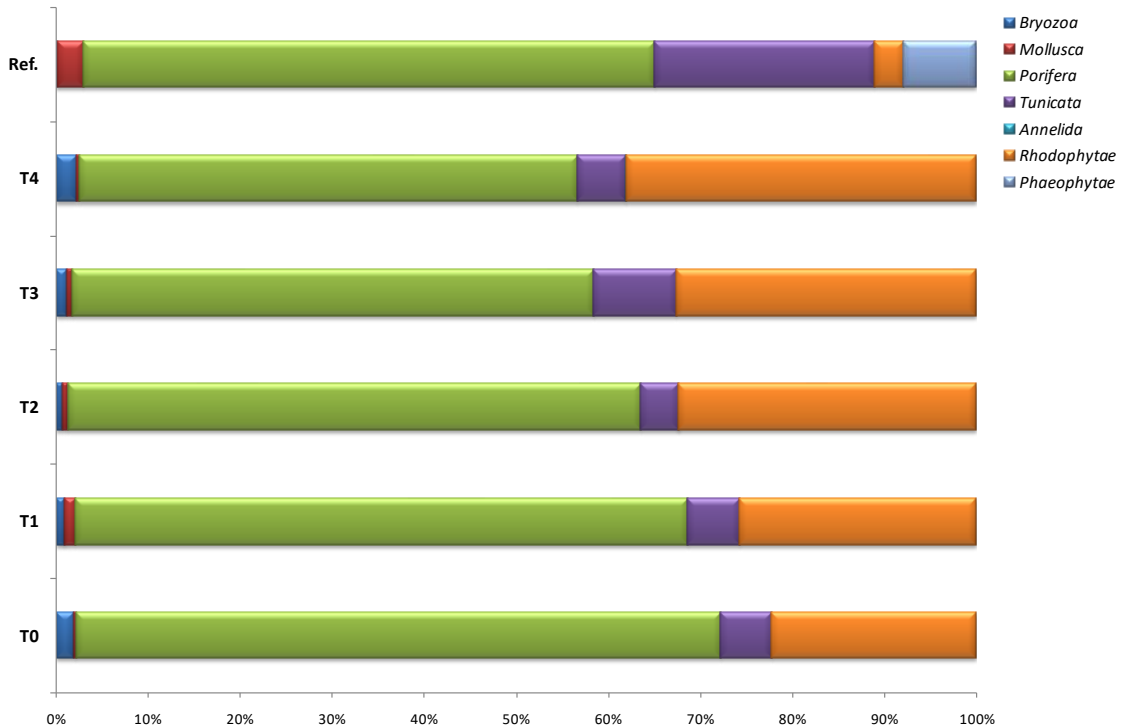


Figura 3-10. Composizione percentuale dei *phyla* rilevati durante l'analisi fotografica effettuata sui campioni della *tegnúa* D'Ancona. Figure 3-10. Percentage composition of Phyla observed during photographic analysis performed on the samples of the D'Ancona *tegnúa*.

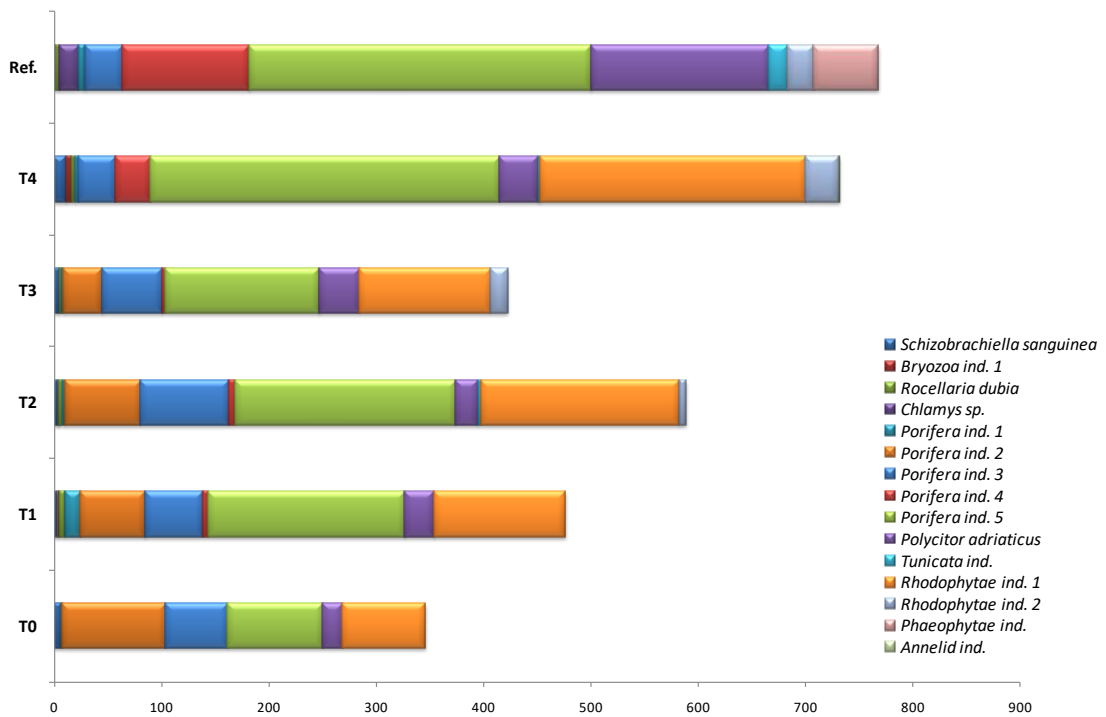


Figura 3-11. Copertura (in cm²) dei *taxa* rilevati nell'analisi fotografica relativa ai campioni della *tegnúa* D'Ancona. Figure 3-11 coverage (expressed in cm²) of each taxon observed in the photographic survey of the D'Ancona *tegnúa*.



3.1.4. Tegnúa Pivetta

I risultati delle analisi condotte sui rilievi fotografici della *tegnúa* Pivetta sono controversi e di interpretazione complessa. Nell'area liberata dagli ALDFG gli indici di diversità presentano valori simili (Margalef) se non superiori (Shannon) rispetto all'area di riferimento sin dal momento della rimozione degli ALDFG (T_0), mentre i dati relativi alla copertura indicano una crescita progressiva da T_0 a T_4 , raggiungendo valori comparabili con l'area di riferimento solo in corrispondenza di T_4 , seppur con differenze di poco inferiori al 25%. (Tabella 3-4).

Tabella 3-4. Riepilogo dei dati copertura e degli indici di diversità calcolati per la *tegnúa* Pivetta. In grassetto si riportano i valori superiori al 75% degli indici misurati nel campione di riferimento; tra parentesi valore percentuale assunto dall'indice rispetto al sito di riferimento. Table 3-4. Coverage data and biodiversity indexes calculated for the *tegnúa* Pivetta. In bold are reported values exceeding 75% of the indexes measured in the reference area; in brackets is reported the percentualized value referred to the reference site.

Indice	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	Riferimento
Taxa (n)	5 (83)	7 (117)	6 (100)	8 (133)	9 (150)	6
Copertura (cm ²)	165 (18)	201 (21)	620 (66)	522 (56)	749 (80)	935
Margalef	0.78 (107)	1.13 (155)	0.78 (107)	1.12 (153)	1.21 (166)	0.73
Shannon	1.20 (150)	0.82 (103)	0.49 (61)	0.71 (89)	0.97 (121)	0.80

Il basso numero di *taxa* e la composizione tassonomica molto dissimile tra area di riferimento e area interessata dalla rimozione degli ALDFG (Figura 3-12 e Figura 3-13) con molta probabilità contribuiscono a determinare risultati di difficile interpretazione.

Nell'area di riferimento la comunità è composta di soli 6 *taxa* e costituita per oltre il 90% da Poriferi, con *C. reniformis* come specie dominante; nell'area interessata dalle operazioni di rimozione la comunità è caratterizzata sin dal T_0 dalla dominanza di specie vegetali, in particolare *Phaeophytae (Ectocarpales)* che crescono sia sul substrato sia sugli organismi incrostanti. Questa tendenza si è mantenuta anche nei 15 mesi successivi, nonostante la crescita osservata anche per i Poriferi (in particolare *C. reniformis*) e le alghe rosse incrostanti (*Rhodophytae*).

Le coperture riportate in Figura 3-13 evidenziano comunque che, indipendentemente dalla presenza delle *Ectocarpales*, la crescita dei Poriferi osservata nei mesi successivi alla rimozione è stata molto lenta e non raggiunge valori paragonabili alle coperture rilevate nell'area di riferimento, condizione che invece è stata raggiunta per le alghe rosse incrostanti (*Rhodophytae*).



Alla luce di queste considerazioni, nonostante gli indici di diversità indichino il raggiungimento di condizioni confrontabili se non "migliori" rispetto alla condizione di riferimento, e nonostante si sia osservato un effettivo aumento della copertura dei *taxa* che caratterizzano l'affioramento (*C. reniformis* e altri poriferi), si può tuttavia concludere che nella *tegnúa* Pivetta il recupero della comunità non sia stato pienamente raggiunto.

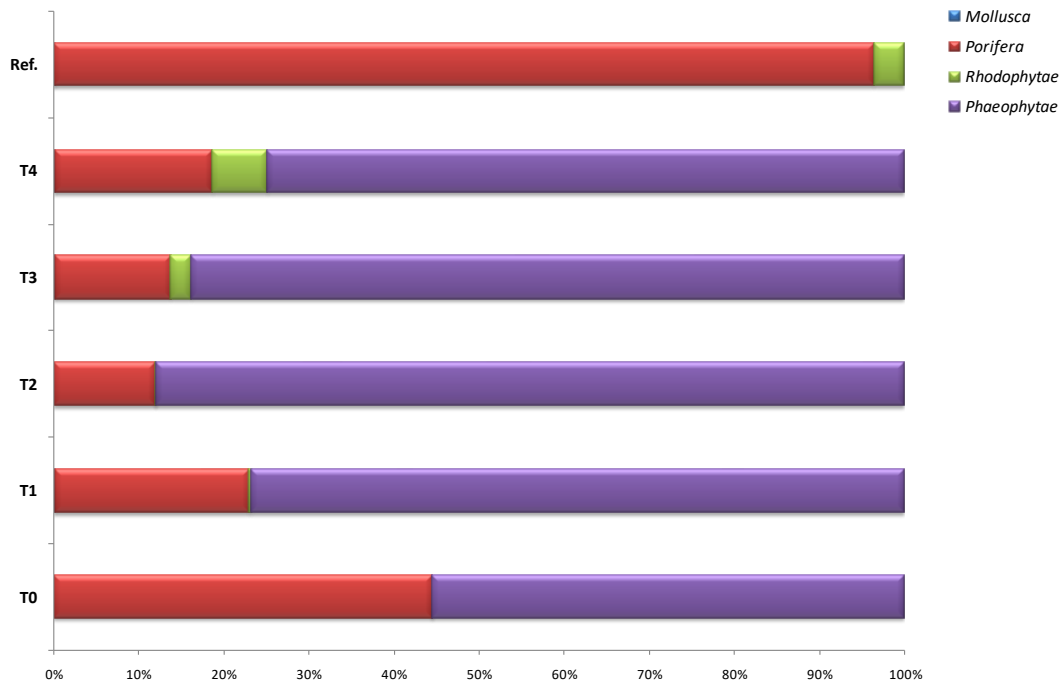


Figura 3-12. Composizione percentuale dei *phyla* rilevati durante l'analisi fotografica effettuata sui campioni della *tegnúa* Pivetta. Figure 3-12. Percentage composition of Phyla observed during photographic analysis performed on the samples of the Pivetta *tegnúa*.

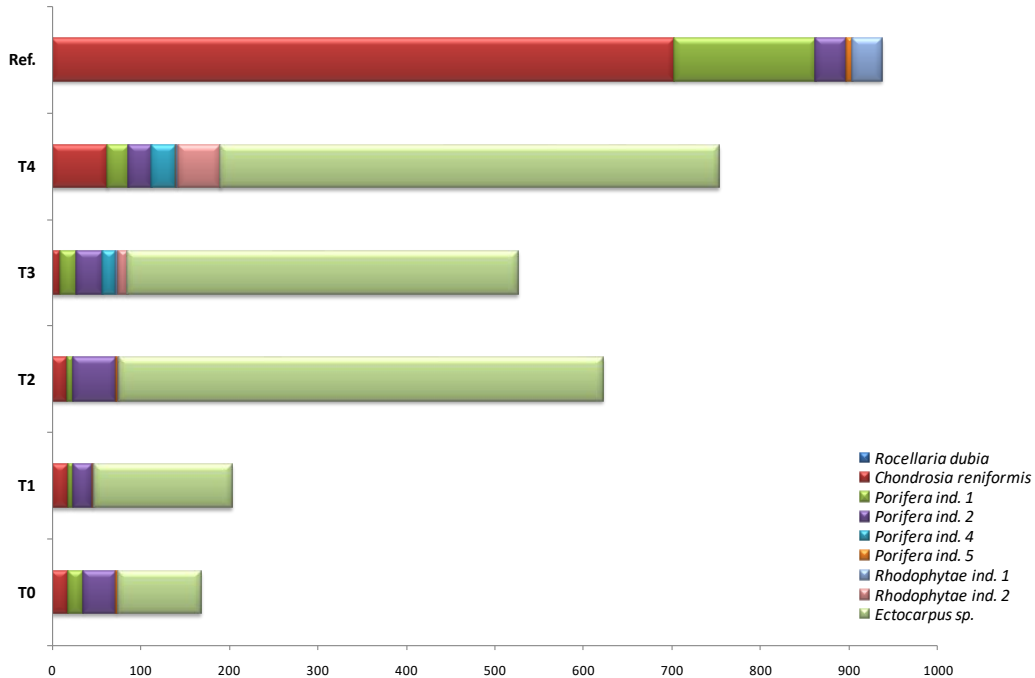


Figura 3-13. Copertura (in cm²) dei *taxa* rilevati nell'analisi fotografica relativa ai campioni della *tegnúa* Pivetta. Figure 3-13. Coverage (expressed in cm²) of each taxon observed in the photographic survey of the Pivetta *tegnúa*.



3.1.5. Secca 125 (area Cippo Nadio)

Anche nel caso della Secca 125 i risultati ottenuti sono piuttosto contraddittori; sebbene i dati di copertura e gli indici di diversità indichino il raggiungimento di una condizione comparabile a quella dell'area di riferimento già dopo pochi mesi dall'intervento (Tabella 3-5) la composizione e la struttura della comunità bentonica differiscono sostanzialmente tra area di intervento e area di riferimento (Figura 3-14 e Figura 3-15).

Tabella 3-5. Riepilogo dei dati copertura e degli indici di diversità calcolati per la Secca 125 (area Cippo Nadio). In grassetto si riportano i valori superiori al 75% degli indici misurati nel campione di riferimento; tra parentesi valore percentuale assunto dall'indice rispetto al sito di riferimento.
Table 3-5. Coverage data and biodiversity indexes calculated for the *tegnúa* Secca 125. In bold are reported values exceeding 75% of the indexes measured in the reference area; in brackets is reported the percentualized value referred to the reference site.

Indice	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	Riferimento
Taxa (n)	8 (80)	10 (100)	10 (100)	10 (100)	10 (100)	10
Copertura (cm ²)	248 (58)	393 (91)	391 (91)	547 (127)	633 (147)	431
Margalef	1.27 (86)	1.51 (102)	1.51 (102)	1.43 (97)	1.40 (95)	1.48
Shannon	1.20 (60)	1.38 (69)	1.67 (83)	1.75 (87)	1.66 (83)	2.01

In seguito alla rimozione degli ALDFG l'evoluzione della comunità è avvenuta per "crescita laterale", ossia attraverso l'espansione degli organismi preesistenti (comunità relitta), forma di accrescimento tipica di "ricolonizzazione" di substrati non vergini da parte delle comunità incrostanti. Da T₀ a T₄ si è osservata una progressiva contrazione degli Antozoi accompagnata da una graduale espansione dei Poriferi relitti; praticamente assenti sono i Tunicati, che invece costituiscono il 25% circa del popolamento bentonico del sito di riferimento (Figura 3-14), in particolare con gli ascidiacei *P. adriaticus* e *Aplidium conicum*.

Al di là della composizione in *phyla*, le differenze tra le 2 aree sono evidenti anche per quanto concerne i *taxa* (Figura 3-15). Per quanto concerne gli Antozoi si segnala la presenza di *Cereus pedunculatus* nell'area di riferimento e di *Epizoanthus* sp. nell'area di intervento, mentre per i Poriferi le due aree si contraddistinguono per la presenza di *Polymastia mamillata* nel riferimento e di *C. viridis* nell'area ricolonizzata.

Quindi, in base a tutti i criteri adottati nell'ambito del Progetto per valutare il grado di recupero delle *tegnúe* (aumento delle coperture e degli indici di diversità), i dati rilevati nella Secca 125 indicano univocamente un netto miglioramento delle condizioni della comunità ed il raggiungimento di valori caratteristici delle condizioni di riferimento;



tuttavia, dal momento che la nuova comunità sviluppatasi è decisamente diversa da quella di riferimento, è difficile identificare la condizione finale come una condizione di avvenuto recupero totale.

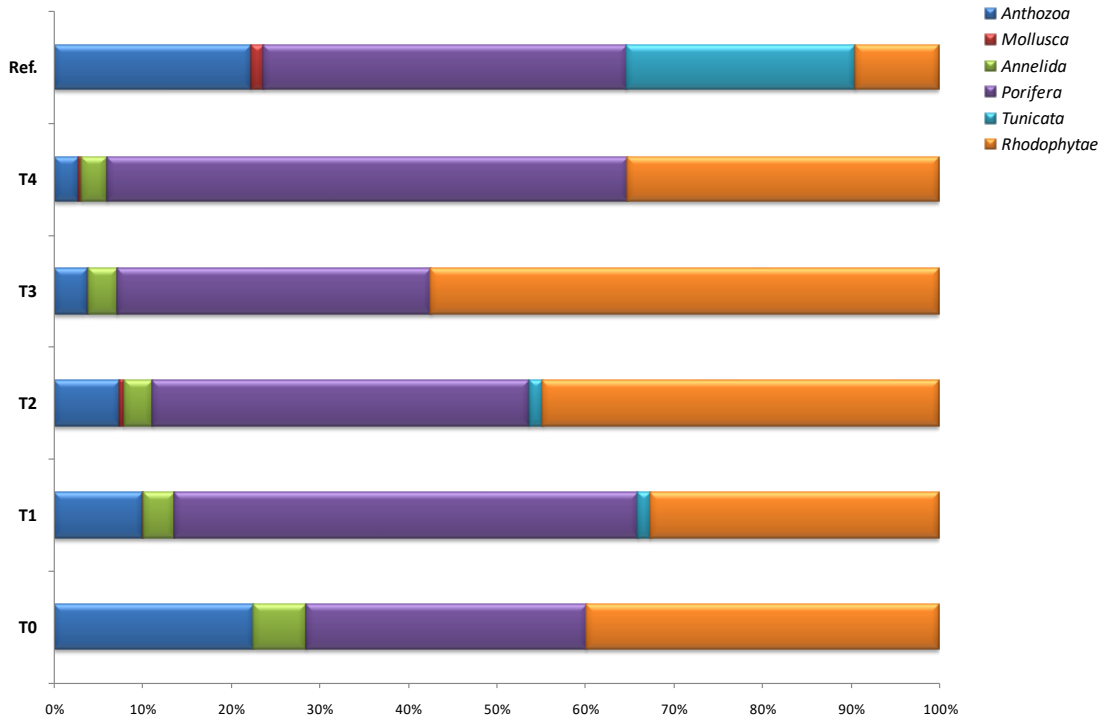


Figura 3-14. Composizione percentuale dei *phyla* rilevati durante l'analisi fotografica effettuata sui campioni della Secca 125. Figure 3-14. Percentage composition of Phyla observed during photographic analysis performed on the samples of the Secca 125 *tegnúa*.

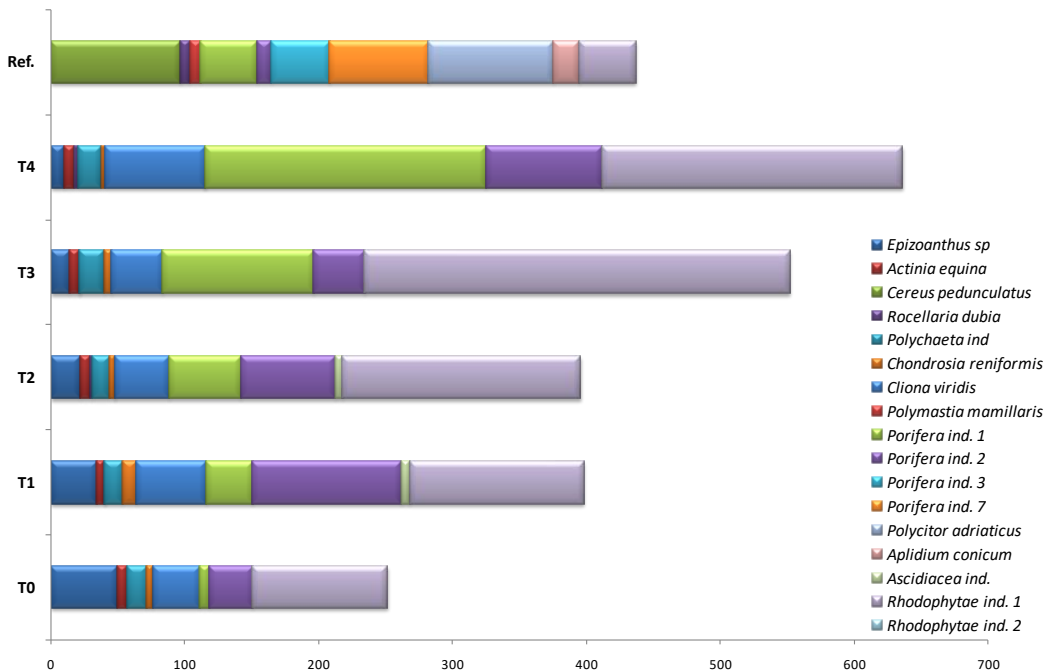


Figura 3-15. Copertura (in cm²) dei *taxa* rilevati nell'analisi fotografica relativa ai campioni della Secca 125. Figure 3-15. Coverage (expressed in cm²) of each taxon observed in the photographic survey of the *tegnúa* Secca 125.



3.1.6. Analisi multivariata delle coperture specifiche (MDS)

Lo scaling multidimensionale (MDS) eseguito su dati di copertura organizzati in matrice di distanze di Bray-Curtis evidenzia come la *tegnúa* D'Ancona sia l'unica area di affioramento in cui la comunità bentonica ha raggiunto composizione specifica e copertura specifica simile a quella dell'area di riferimento. Come evidenzia il diagramma di Figura 3-16, la distanza tra T_4 e riferimento della *tegnúa* D'Ancona è ridotta, se confrontata con le altre aree; inoltre, è possibile osservare come la "progressione" della comunità da T_0 a T_4 avvenga piuttosto linearmente lungo la direzione di congiunzione tra T_0 e riferimento.

Estremamente eterogenea è l'evoluzione della comunità nelle altre *tegnúe* oggetto di monitoraggio. Nella *tegnúa* Pivetta, pur essendo riscontrabile una crescita verso la condizione di riferimento, al T_4 la comunità risulta ancora piuttosto lontana dal raggiungere la condizione del sito di riferimento; analoghe considerazioni si possono effettuare per la *tegnúa* Cavallino vicina, nella quale però si riscontrano progressi relativamente "lenti" da T_0 a T_4 . La *tegnúa* LA1 si è invece evoluta molto rapidamente, tanto che a T_3 e T_4 la struttura della comunità in termini di numero di specie e coperture specifiche risulta più complessa rispetto all'area di riferimento. Di contro, nella Secca 125 la comunità si è sviluppata in maniera completamente diversa rispetto al sito di riferimento.

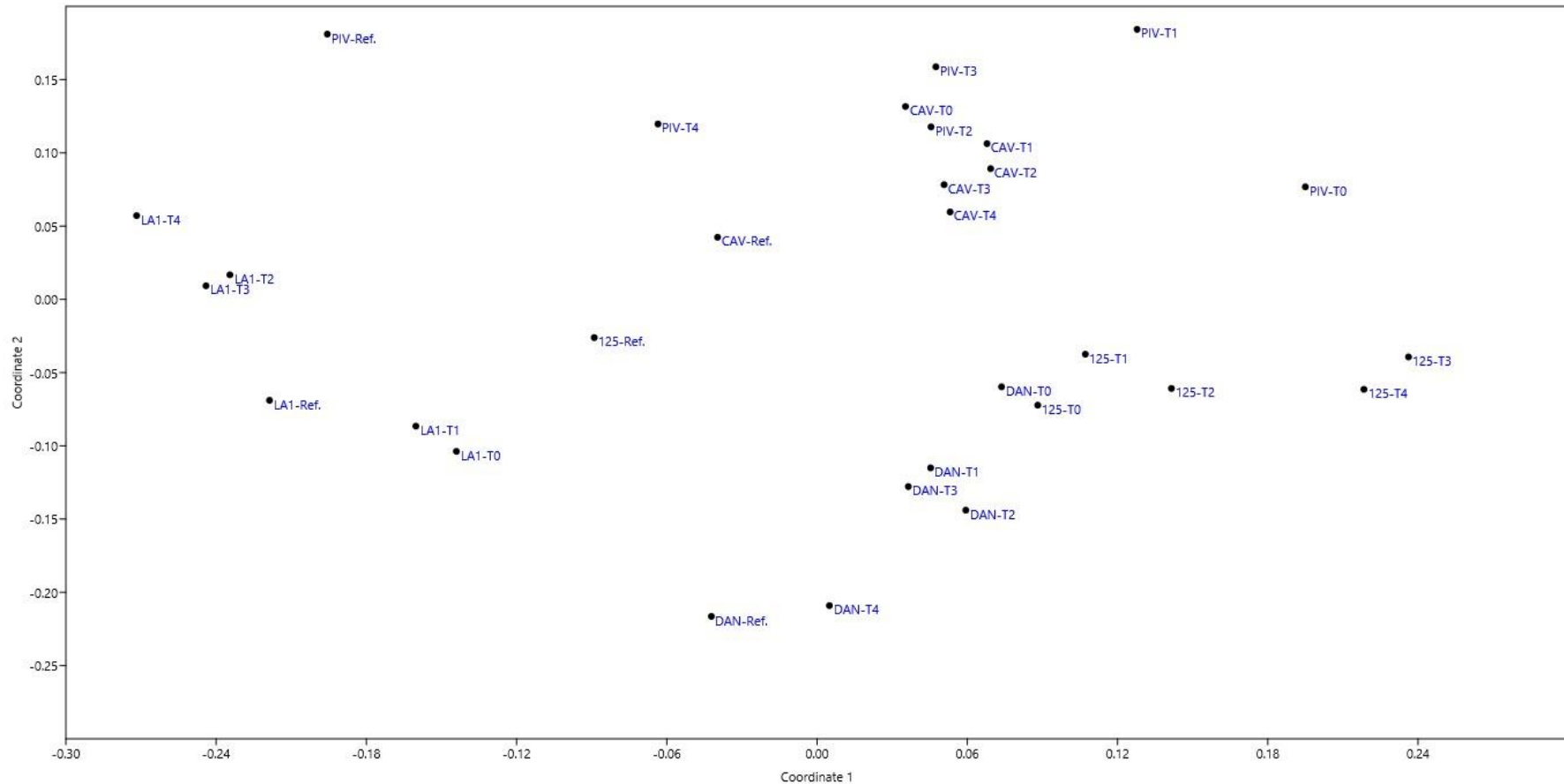


Figura 3-16. Diagramma MDS applicata alla matrice di dissimilarità di Bray-Curtis calcolata per le coperture specifiche della fauna e della flora bentonica. Figure 3-16. MDS graph calculated on the Bray-Curtis dissimilarity matrix of the coverage of different benthic taxa.



3.2. Comunità ittica

3.2.1. Affioramento di riferimento

Complessivamente il sito di riferimento ha mostrato acque abbastanza trasparenti e assimilabili a quelle della *tegnúa* D'Ancona. La comunità ittica osservata è risultata costituita da 24 specie con numerosità superiori ai 260 individui osservati (Tabella 3-6).

Le specie in assoluto più abbondanti sono risultate: la castagnola (*Chromis chromis*), seguita dal sarago sparaglione (*Diplodus annularis*) e dal pagello occhione (*Pagellus bogaraveo*).

Tabella 3-6. Elenco specie e abbondanza relativa della comunità ittica durante le diverse campagne di monitoraggio nella *tegnúa* di riferimento. Table 7. Number of species and abundance of fish fauna observed during the monitoring campaign in the Reference *tegnúa*.

Nome scientifico	Nome comune	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	Capone			1		
<i>Chromis chromis</i>	Castagnola	2	3	13	22	12
<i>Conger conger</i>	Grongo	1	2	2	5	1
<i>Diplodus annularis</i>	Sarago sparaglione	6	6	11	4	2
<i>Diplodus sargus</i>	Sarago maggiore	2		1	2	
<i>Diplodus vulgaris</i>	Sarago fasciato	5	4	4	2	1
<i>Gobius cruentatus</i>	Ghiozzo boccarossa	4		1		
<i>Hippocampus hippocampus</i>	Cavalluccio marino camuso					2
<i>Labrus merula</i>	Tordo nero	1			2	
<i>Oblada melanura</i>	Occhiata		1	1		
<i>Pagellus bogaraveo</i>	Pagello occhione	10	2		4	12
<i>Pagellus erithrinus</i>	Pagello fragolino	3			10	
<i>Parablennius gattorugine</i>	Bavosa ruggine		1	1		
<i>Parablennius rouxi</i>	Bavosa bianca	1		2	3	1
<i>Parablennius tentacularis</i>	Bavosa cornuta	2	1	2	1	5
<i>Sciaena umbra</i>	Corvina	3		4	1	3
<i>Scorpaena notata</i>	Scorfanotto				2	1
<i>Scorpaena porcus</i>	Scorfano nero	1	1	4	1	4
<i>Serranus hepatus</i>	Sciarrano sacchetto	2	3	2	7	6
<i>Serranus scriba</i>	Sciarrano	2	2	4		2
<i>Symphodus cinereus</i>	Tordo grigio	2	1	4		3
<i>Trisopterus minutus</i>	Merluzzetto			2	6	2
<i>Zeus faber</i>	Pesce San Pietro			1		

In Tabella 3-7 sono riportati gli indici di diversità (numero di *taxa*, numero di individui, indice di Shannon e indice di Margalef).



Tabella 3-7. Indici di diversità (numero individui, numero *taxa*, Shannon e Margalef) nella *tegnúa* di riferimento. Table 8. Diversity indexes (number of individuals, number of *taxa*, Shannon and Margalef) for the reference *tegnúa*.

	Ref-T0	Ref-T1	Ref-T2	Ref-T3	Ref-T4	Media annuale
Taxa (S)	14	12	14	16	14	14
Individui	16	12	18	15	15	15
Shannon (H')	2.53	2.29	2.52	2.29	2.36	2.40
Margalef (D')	3.90	3.34	4.15	3.27	3.46	3.62

Il numero di *taxa* oscilla tra 12 e 18 rimanendo comunque tra i più elevati osservati, come pure l'indice di Shannon (con valori sempre compresi tra 2.2 e 2.5) e per quello di Margalef (tra 3.2 e 4.1) che mostrano peraltro un andamento simile, con il picco massimo al tempo T₁ e il minimo al tempo T₃ (Figura 3-17)

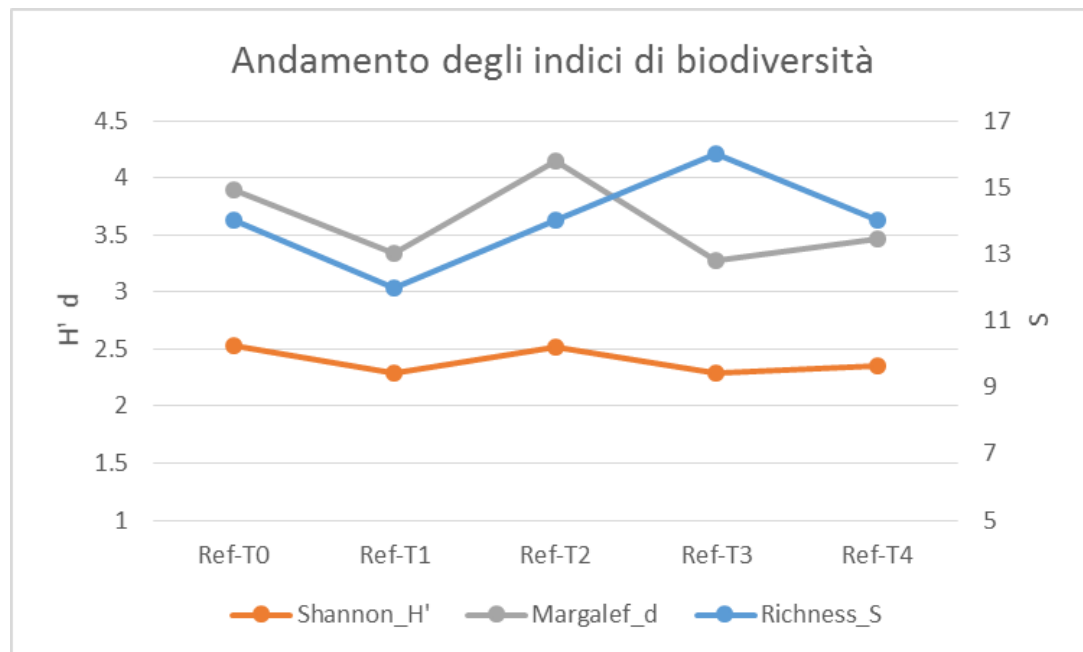


Figura 3-17. Andamento degli indici di diversità della comunità ittica nella *tegnúa* di riferimento (numero di *taxa*, Indice di Shannon e indice di Margalef). Figure 3-17. Trend of the diversity index calculated for the fish community in the Reference *tegnúa* (number of *taxa*, Shannon and Margalef indexes).

3.2.2. Tegnúa LA1

Le immersioni nella *tegnúa* LA1 sono state spesso caratterizzate da un'elevata torbidità delle acque, con visibilità di norma inferiore ai 2,5 metri. Questo ha causato difficoltà nell'identificazione della fauna ittica demersale che si mostra sempre diffidente nei confronti dei sommozzatori equipaggiati con auto respiratori ad aria (ARA) e probabilmente ha portato ad una sottostima degli individui appartenenti a specie pelagiche e demersali. In Figura 3-8 è riportata la lista specie identificate nel corso delle attività di monitoraggio con le relative abbondanze. Sono complessivamente state osservate 11 specie per un totale di 178 esemplari.

Le specie in assoluto più abbondanti sono risultate: il pagello occhione (*Pagellus bogaraveo*), seguito dal sarago sparaglione (*Diplodus annularis*) e dalla boga (*Boops boop*) (Figura 3-18).



Figura 3-18. Esemplari di boga (*Boops boops*). Figure 3-18. Specimen of bogue.



Tabella 3-8. Elenco specie e abbondanza relativa durante le diverse campagne di monitoraggio nella *tegnúa* LA1. Table 3-8. List of specimen and relative abundance during the different monitoring campaigns in the LA1 *tegnúa*.

Nome scientifico	Nome comune	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
<i>Boops boops</i>	Boga				25	
<i>Chromis chromis</i>	Castagnola		1			
<i>Conger conger</i>	Grongo	1	1	3	3	4
<i>Diplodus annularis</i>	Sarago sparaglione	12	8	4	4	5
<i>Pagellus bogaraveo</i>	Pagello occhione	15	7	6	6	3
<i>Parablennius gattorugine</i>	Bavosa ruggine	2	2	2	2	3
<i>Parablennius rouxi</i>	Bavosa bianca	2	1	2	2	3
<i>Parablennius tentacularis</i>	Bavosa cornuta	5	2	1	1	2
<i>Serranus hepatus</i>	Sciarrano sacchetto	6	5	5	5	2
<i>Symphodus cinereus</i>	Tordo grigio			1	1	1
<i>Trachuru strachurus</i>	Sugarello				10	2

In Tabella 3-9 sono riportati gli indici di diversità (numero di taxa, numero di individui, indice di Shannon e indice di Margalef).

Tabella 3-9. Indici di diversità (numero individui, numero *taxa*, Shannon e Margalef) nella *tegnúa* LA1. In grassetto si riportano i valori superiori al 75% degli indici misurati nel campione di riferimento; tra parentesi valore percentuale assunto dall'indice rispetto al sito di riferimento. Table 3-9. Diversity indexes (number of individuals, number of *taxa*, Shannon and Margalef) for the LA1 *tegnúa*. In bold are reported values exceeding 75% of the indexes measured in the reference area; in brackets is reported the percentalized value referred to the reference site.

	LA1 T ₀	LA1 T ₁	LA1 T ₂	LA1 T ₃	LA1 T ₄	Media annuale riferimento
Taxa (S)	7 (50)	8 (57)	8 (57)	10 (71)	9 (64)	14
Individui	43	27	24	59	25	
Shannon (H')	1.62 (67)	1.77 (74)	1.91 (79)	1.81 (75)	2.11 (88)	2.40
Margalef (D')	1.60 (44)	2.12 (58)	2.20 (61)	2.21 (61)	2.49 (68)	3.62

Il numero di *taxa* osservati aumenta da 7 al T₀ fino a 10 al tempo T₃ ridiminuendo a 9 nel T₄. Andamento analogo si evidenzia per gli indici di diversità che mostrano un trend sostanzialmente in aumento con una lieve flessione al tempo T₃ per entrambe gli indici (Figura 3-19).

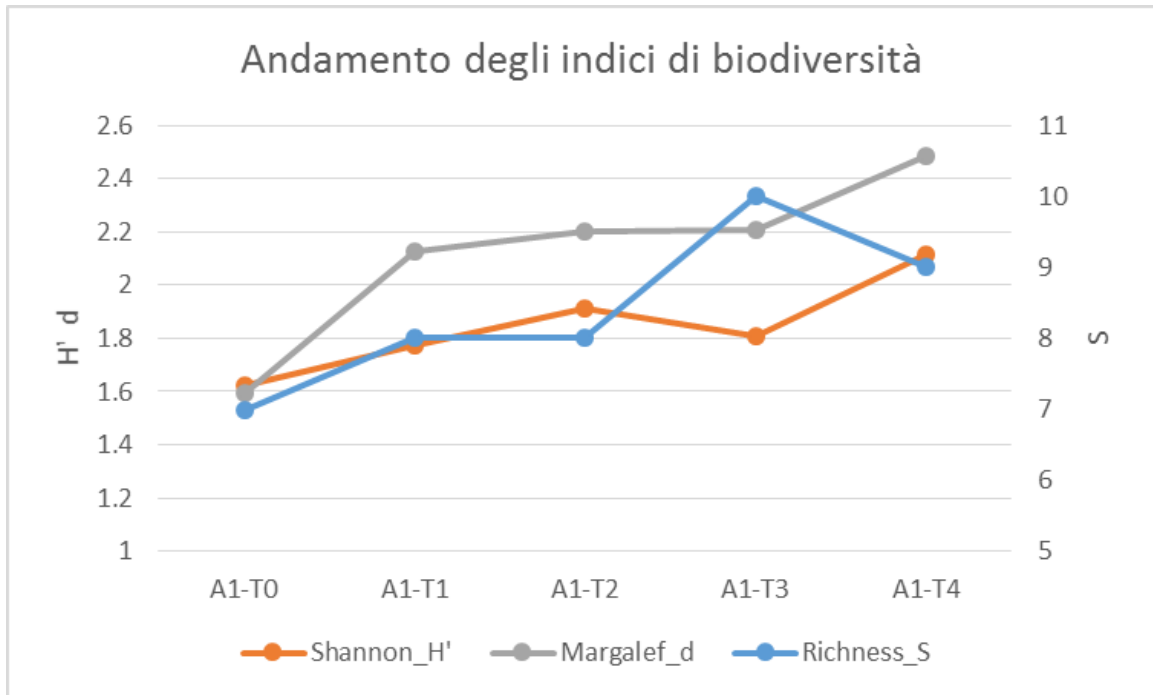


Figura 3-19. Andamento degli indici di diversità della comunità ittica nella *tegnia* LA1 (numero di *taxa*, indice di Shannon e indice di Margalef). Figure 3-19. Trend of the diversity index calculated for the fish community in the LA1 *tegnia* (number of *taxa*, Shannon and Margalef indexes).



3.2.3. Tegnúa Cavallino vicina

Come per la precedente LA1, anche nella *tegnúa* Cavallino vicina, le immersioni sono state spesso caratterizzate da un'elevata torbidità delle acque, con visibilità di norma inferiore ai 2 metri e conseguente difficoltà nell'identificazione della fauna ittica. In Tabella 3-10 è riportata la lista specie identificate nel corso delle attività di monitoraggio con le relative abbondanze. Sono complessivamente state osservate 17 specie per un totale di 261 esemplari.

Le specie in assoluto più abbondanti sono risultate: il pagello fragolino (*Pagellus erithrinus*), seguito dalla Corvina (*Sciaena umbra*) e dallo sciarrano sacchetto (*Serranus hepatus*).

Tabella 3-10. Elenco specie e abbondanza relativa durante le diverse campagne di monitoraggio nella *tegnúa* Cavallino vicina. Table 3-10. List of specimen and relative abundance during the different monitoring campaigns in the Cavallino vicino 125 *tegnúa*.

Nome Scientifico	Nome comune	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
<i>Boops boops</i>	Boga				4	
<i>Chromis chromis</i>	Castagnola	2	3	2	2	3
<i>Conger conger</i>	Grongo	3	4	4	2	2
<i>Diplodus annularis</i>	Sarago sparaglione	2	4	3	6	3
<i>Diplodus sargus</i>	Sarago maggiore				2	1
<i>Mullus sp.</i>	Triglia				4	5
<i>Pagellus bogaraveo</i>	Pagello occhione			2	2	2
<i>Pagellus erithrinus</i>	Pagello fragolino				100	22
<i>Parablennius gattorugine</i>	Bavosa ruggine				1	4
<i>Parablennius rouxi</i>	Bavosa bianca			2	2	1
<i>Parablennius tentacularis</i>	Bavosa cornuta	3				
<i>Sciaena umbra</i>	Corvina	2	4	3	13	6
<i>Scorpaena porcus</i>	Scorfano nero	1			1	
<i>Serranus hepatus</i>	Sciarrano sacchetto	4	6	4	5	4
<i>Serranus scriba</i>	Sciarrano				1	1
<i>Sparus aurata</i>	Orata				1	
<i>Symphodus cinereus</i>	Tordo grigio			1	1	1

In Tabella 3-11 sono riportati gli indici di diversità (numero di taxa, di individui, indice di Shannon e indice di Margalef).



Tabella 3-11. Indici di diversità (numero individui, numero *taxa*, Shannon e Margalef) nella *tegnúa* Cavallino vicina. In grassetto si riportano i valori superiori al 75% degli indici misurati nel campione di riferimento; tra parentesi valore percentuale assunto dall'indice rispetto al sito di riferimento. Table 3-11. Diversity indexes (number of individuals, number of *taxa*, Shannon and Margalef) for the Cavallino vicina *tegnúa*. In bold are reported values exceeding 75% of the indexes measured in the reference area; in brackets is reported the percentualized value referred to the reference site.

	Cavallino vicina T0	Cavallino vicina T1	Cavallino vicina T2	Cavallino vicina T3	Cavallino vicina T4	Media annuale riferimento
Taxa (S)	7 (50)	5 (36)	8 (57)	16 (114)	13 (93)	14
Individui	17	21	21	147	55	
Shannon (H')	1.88 (78)	1.58 (66)	2.00 (83)	1.38 (58)	2.06 (86)	2.40
Margalef (D')	2.12 (58)	1.31 (36)	2.30 (63)	3.01 (83)	3.00 (83)	3.62

Il numero di *taxa* osservati oscilla tra 5 (T₁) e 16 (T₃) ma con tendenza temporale all'aumento. Andamento analogo al numero di *taxa* è mostrato dall'indice di Margalef, con un minimo al tempo T₁ e valori massimi in T₃ e T₄, mentre l'indice di Shannon mostra un'oscillazione tra valori di 1,38 e 2,057 senza un chiaro trend (Figura 3-20).

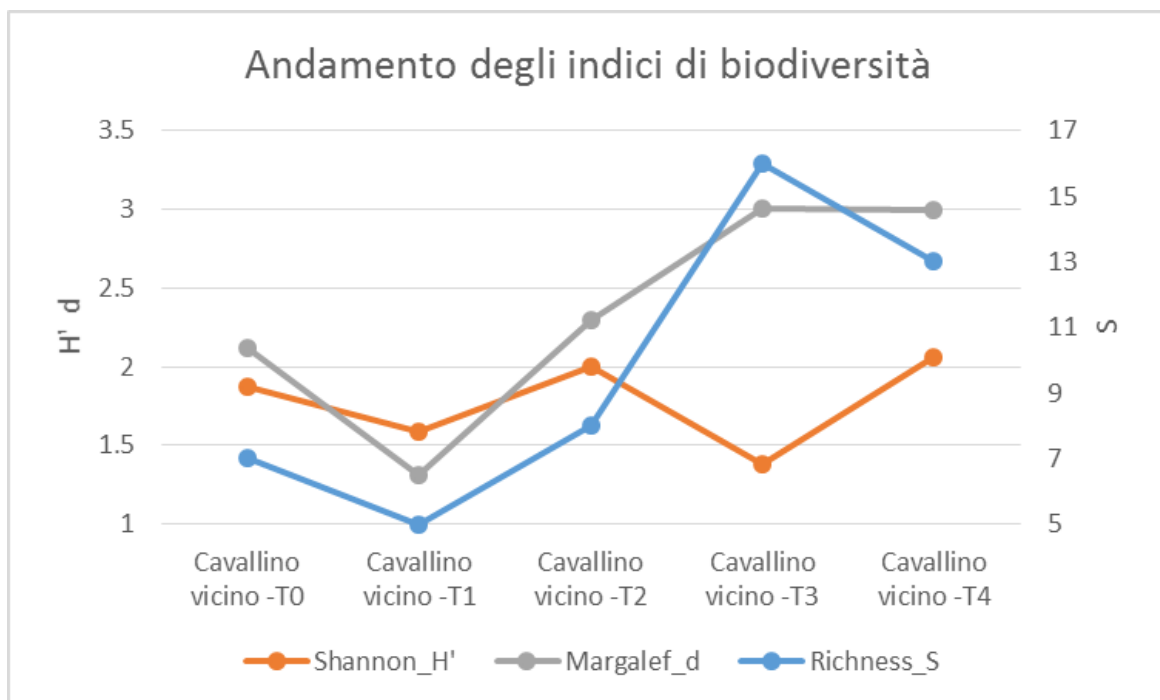


Figura 3-20. Andamento degli indici di diversità della comunità ittica nella *tegnúa* Cavallino vicino (numero di *taxa*, Indice di Shannon e indice di Margalef). Figure 3-20. Trend of the diversity index calculated for the fish community in the Cavallino vicino *tegnúa* (number of *taxa*, Shannon and Margalef indexes).

3.2.4. Tegnúa Pivetta

La *tegnúa* Pivetta è, tra le 5 *tegnúe* oggetto di monitoraggio, quella posta più al largo e quindi meno influenzata dagli apporti di acque torbide di provenienza fluviale e lagunare; questa condizione ha garantito sempre condizioni buone per il censimento visuale con visibilità di norma superiori ai 4m. In Tabella 3-12 è riportata la lista specie identificate nel corso delle attività di monitoraggio con le relative abbondanze. Sono complessivamente state osservate 20 specie per un totale di 459 esemplari.

Le specie in assoluto più abbondanti sono risultate: la castagnola (*Chromis chromis*), seguita dal pagello occhione (*Pagellus bogaraveo*) e dal pagello fragolino (*Pagellus erithrinus*, Figura 3-21).



Figura 3-21. Esempari giovanili di pagello fragolino (*Pagellus erithrinus*). Figure 3-21. Juvenile specimen of common pandora (*Pagellus erithrinus*).



Tabella 3-12. Elenco specie e abbondanza relativa durante le diverse campagne di monitoraggio nella *tegnúa* Pivetta. Table 3-12. List of specimen and relative abundance during the different monitoring campaigns in the Pivetta *tegnúa*.

Nome scientifico	Nome comune	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
<i>Chromis chromis</i>	Castagnola	7	8	45	100	6
<i>Conger conger</i>	Grongo	2	2	2	4	2
<i>Diplodus annularis</i>	Sarago sparaglione	5	4	4	2	5
<i>Diplodus sargus</i>	Sarago maggiore				2	2
<i>Diplodus vulgaris</i>	Sarago fasciato	2	1	1	1	1
<i>Hippocampus hippocampus</i>	Cavalluccio marino camuso				1	
<i>Mullus sp.</i>	Triglia				2	
<i>Oblada melanura</i>	Occhiata			1		
<i>Pagellus bogaraveo</i>	Pagello occhione	3	2	80	40	
<i>Pagellus erithrinus</i>	Pagello fragolino				20	12
<i>Parablennius gattorugine</i>	Bavosa ruggine	2	1	1	2	2
<i>Parablennius rouxi</i>	Bavosa bianca	2	1	1	2	3
<i>Parablennius tentacularis</i>	Bavosa cornuta				5	
<i>Parablennius zvonimiri</i>	Bavosa cervina					4
<i>Sciaena umbra</i>	Corvina	2	3	3	2	
<i>Scorpaena notata</i>	Scorfanotto			4	12	
<i>Scorpaena porcus</i>	Scorfano nero	4	2	2	1	
<i>Serranus hepatus</i>	Sciarrano sacchetto	4	1	1	15	5
<i>Serranus scriba</i>	Sciarrano					2
<i>Symphodus cinereus</i>	Tordo grigio			1		

In Tabella 3-13 sono riportati gli indici di diversità (numero di *taxa*, di individui, indice di Shannon e indice di Margalef).



Tabella 3-13. Indici di diversità (numero individui, numero *taxa*, Shannon e Margalef) nella *tegnúa* Pivetta. In grassetto si riportano i valori superiori al 75% degli indici misurati nel campione di riferimento; tra parentesi valore percentuale assunto dall'indice rispetto al sito di riferimento. Table 3-13. Diversity indexes (number of individuals, number of *taxa*, Shannon and Margalef) for the Pivetta *tegnúa*. In bold are reported values exceeding 75% of the indexes measured in the reference area; in brackets is reported the percentualized value referred to the reference site.

	Pivetta T0	Pivetta T1	Pivetta T2	Pivetta T3	Pivetta T4	Media annuale riferimento
Taxa (S)	10 (71)	10 (71)	13 (93)	16 (114)	11 (78)	14
Individui	33	25	146	211	44	
Shannon (H')	2.19 (92)	2.03 (85)	1.29 (54)	1.75 (73)	2.17 (91)	2.40
Margalef (D')	2.57 (71)	2.79 (77)	2.41 (66)	2.80 (77)	2.64 (73)	3.62

Il numero di *taxa* osservati oscilla tra 10 (T₀ e T₁) e 16 (T₃) senza mostrare una tendenza precisa. L'indice di diversità di Shannon mostra un andamento a campana rovesciata con i valori minimi osservati a metà periodo (T₂), mentre l'indice di Margalef mostra, pur con un andamento altalenante, un incremento temporale della diversità con il massimo al tempo T₃ (Figura 3-22).

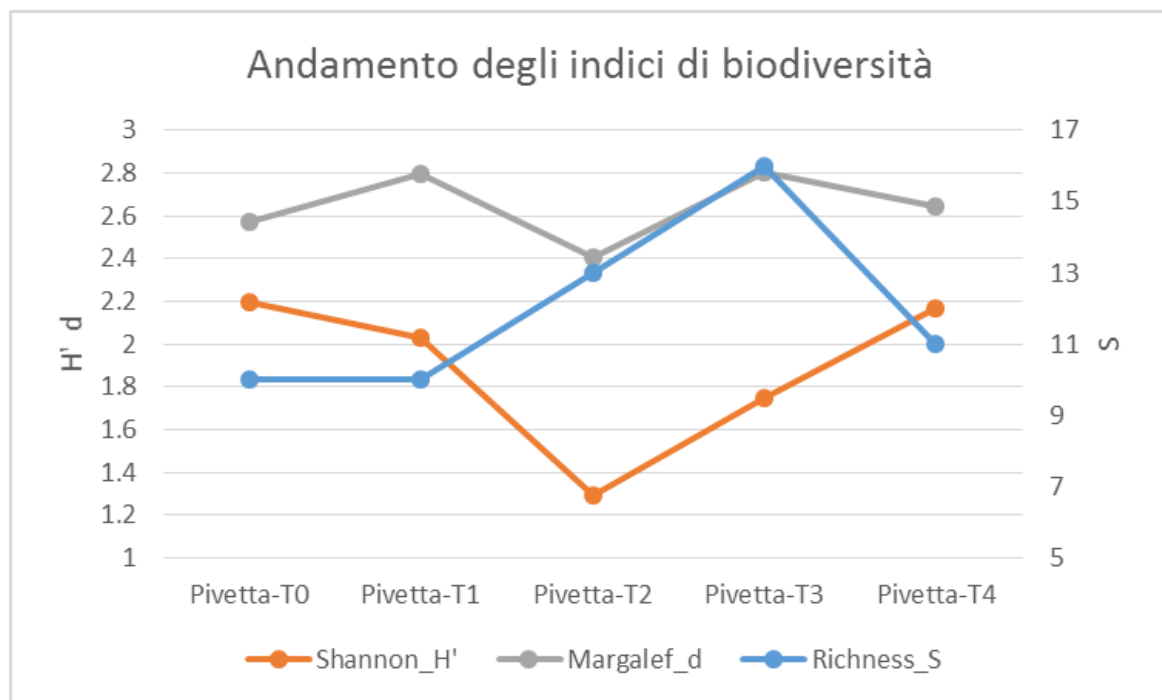


Figura 3-22. Andamento degli indici di diversità della comunità ittica nella *tegnúa* Pivetta (numero di *taxa*, Indice di Shannon e indice di Margalef). Figura 3-22. Trend of the diversity index calculated for the fish community in the Pivetta *tegnúa* (number of *taxa*, Shannon and Margalef indexes).



3.2.5. Tegnúa D'Ancona

La *tegnúa* D'Ancona è la più estesa tra quelle indagate e quella dotata di maggior elevazione, caratterizzata spesso da condizioni di buona visibilità di norma superiori ai 4 metri. In Tabella 3-14 è riportata la lista specie identificate nel corso delle attività di monitoraggio con le relative abbondanze. Sono complessivamente state osservate 23 specie per un totale di 242 esemplari.

Le specie in assoluto più abbondanti sono risultate: la castagnola (*Chromis chromis*), seguita dal sarago sparaglione (*Diplodus annularis*) e dal grongo (*Conger conger*, Figura 3-23) e dal tordo grigio (*Symphodus cinereus*).

Tabella 3-14. Elenco specie e abbondanza relativa durante le diverse campagne di monitoraggio nella *tegnúa* D'Ancona. Table 15. List of specimen and relative abundance during the different monitoring campaigns in the D'Ancona *tegnúa*.

Nome scientifico	Nome comune	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	Capone				1	1
<i>Chromis chromis</i>	Castagnola	5	4	25	30	12
<i>Conger conger</i>	Grongo	2	2	4	6	1
<i>Diplodus annularis</i>	Sarago sparaglione	4	2	14	10	
<i>Diplodus sargus</i>	Sarago maggiore	2	2			4
<i>Diplodus vulgaris</i>	Sarago fasciato	3	2			2
<i>Gobius cruentatus</i>	Ghiozzo boccarossa	1				1
<i>Hippocampus hippocampus</i>	Cavalluccio marino camuso					2
<i>Labrus merula</i>	Tordo nero				1	
<i>Oblada melanura</i>	Occhiata			2	1	
<i>Pagellus erithrinus</i>	Pagello fragolino				10	4
<i>Parablennius gattorugine</i>	Bavosa ruggine					2
<i>Parablennius rouxi</i>	Bavosa bianca			2	4	
<i>Parablennius tentacularis</i>	Bavosa cornuta	1		1	2	2
<i>Sciaena umbra</i>	Corvina					1
<i>Scorpaena notate</i>	Scorfanotto			2	4	3
<i>Scorpaena porcus</i>	Scorfano nero	2	2	2	6	
<i>Serranus hepatus</i>	Sciarrano sacchetto	3	1	1	1	1
<i>Serranus scriba</i>	Sciarrano	1	2	2	3	2
<i>Sparus aurata</i>	Orata					2
<i>Symphodu scinereus</i>	Tordo grigio	1	3	3	5	3
<i>Trisopterus minutus</i>	Merluzzetto			1	10	
<i>Zeus faber</i>	Pesce San Pietro				1	



Figura 3-23. Esemplare di grongo (*Conger conger*). Figure 3-23. Specimen of european conger (*Conger conger*).

In Tabella 3-15 sono riportati gli indici di diversità (numero di *taxa*, di individui, indice di Shannon e indice di Margalef).

Tabella 3-15 indici di diversità (numero individui, numero *taxa*, Shannon e Margalef) nella *tegnúa* D'Ancona. In grassetto si riportano i valori superiori al 75% degli indici misurati nel campione di riferimento; tra parentesi valore percentuale assunto dall'indice rispetto al sito di riferimento. Table 3-15. Diversity indexes (number of individuals, number of *taxa*, Shannon and Margalef) for the D'Ancona *tegnúa*. In bold are reported values exceeding 75% of the indexes measured in the reference area; in brackets is reported the percentualized value referred to the reference site.

	D'Ancona T0	D'Ancona T1	D'Ancona T2	D'Ancona T3	D'Ancona T4	Media annuale riferimento
<i>Taxa</i>	11 (78)	9 (64)	12 (86)	16 (114)	16 (114)	14
Individui	25	20	59	95	43	
Shannon (H')	2.25 (94)	2.14 (89)	1.82 (76)	2.28 (95)	2.46 (103)	2.40
Margalef (D')	3.11 (86)	2.67 (74)	2.70 (74)	3.29 (91)	3.99 (110)	3.62

In questa *tegnúa* è stato osservato il numero maggiore di *taxa*, che è risultato variabile tra 9 (T₁) e 16 (T₃ e T₄), ma con un trend incerto, benché gli aumenti più notevoli degli indici siano stati osservati globalmente al termine del periodo d'indagine. L'indice di diversità di Shannon mostra un andamento a campana rovesciata con i valori minimi



osservati a metà periodo (T_2), mentre l'indice di Margalef mostra, pur con un andamento altalenante una tendenza temporale all'incremento della diversità (Figura 3-24).

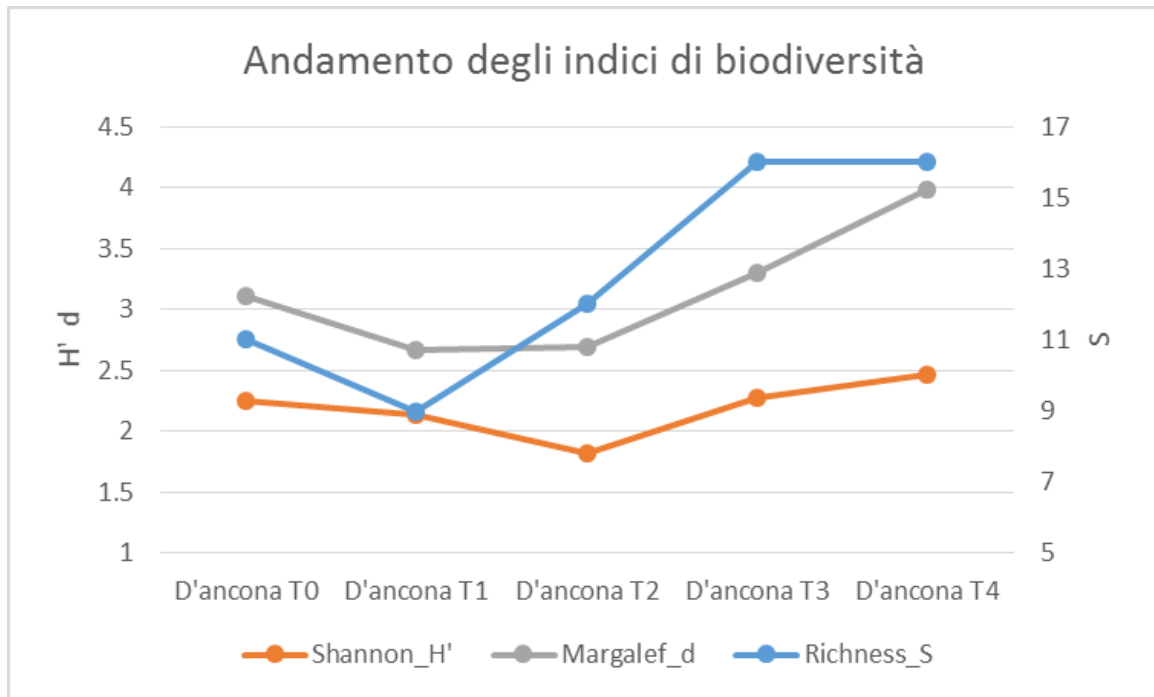


Figura 3-24. Andamento degli indici di diversità della comunità ittica nella *tegnúa* D'Ancona (numero di *taxa*, Indice di Shannon e indice di Margalef). Figure 3-24. Trend of the diversity index calculated for the fish community in the D'Ancona *tegnúa* (number of *taxa*, Shannon and Margalef indexes).

3.2.6. Tegnúa Secca 125

La Secca 125 è il secondo affioramento per estensione e tra quelli localizzati su maggior battente idrico. Pur essendo prospiciente le foci dei fiumi Sile e Piave, e quindi influenzata dagli apporti di acque dolci più torbide, la trasparenza durante le immersioni è stata sempre ottima con picchi di visibilità che hanno sfiorato i 10 metri (condizione piuttosto rara per le acque costiere del veneziano). In Tabella 3-16 è riportata la lista specie identificate nel corso delle attività di monitoraggio con le relative abbondanze. Sono state osservate complessivamente 18 specie per un totale di 126 esemplari.

Le specie in assoluto più abbondanti sono risultate: la castagnola (*Chromis chromis*, Figura 3-25), seguita dal pagello fragolino (*Pagellus erithrinus*) e dal sarago sparaglione (*Diplodus annularis*).



Figura 3-25. Esemplari adulti di castagnola (*Chromis chromis*). Figure 3-26. Adults specimens of Damselfish (*Chromis chromis*).



Tabella 3-16. Elenco specie e abbondanza relativa durante le diverse campagne di monitoraggio nella Secca 125. Table 3-16. List of specimen and relative abundance during the different monitoring campaigns in the Secca 125 *tegnúa*.

Nome Scientifico	Nome comune	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
<i>Chromis chromis</i>	Castagnola	2	7	6	7	11
<i>Conger conger</i>	Grongo	1	1	2	1	
<i>Diplodus annularis</i>	Sarago sparaglione	2	2		3	5
<i>Diplodus vulgaris</i>	Sarago fasciato					2
<i>Gobius cruentatus</i>	Ghiozzo boccarossa				1	
<i>Hippocampus hippocampus</i>	Cavalluccio marino camuso	1			1	
<i>Pagellus bogaraveo</i>	Pagello occhione					3
<i>Pagellus erithrinus</i>	Pagello fragolino				20	
<i>Parablennius gattorugine</i>	Bavosa ruggine		1	1	2	
<i>Parablennius rouxi</i>	Bavosa Bianca		1	1	3	1
<i>Parablennius tentacularis</i>	Bavosa cornuta					3
<i>Parablennius zvonimiri</i>	Bavosa cervina				1	
<i>Scorpaena porcus</i>	Scorfano nero	1	4	4	2	
<i>Serranus hepatus</i>	Sciarrano sacchetto		3	3	1	
<i>Serranus scriba</i>	Sciarrano					3
<i>Symphodus cinereus</i>	Tordo grigio				1	1
<i>Trachurus trachurus</i>	Sugarello				10	
<i>Trisopterus minutus</i>	Merluzzetto				1	

In Tabella 3-17 sono riportati gli indici di diversità (numero di *taxa*, di individui, indice di Shannon e indice di Margalef).

Tabella 3-17. Indici di diversità (numero individui, numero *taxa*, Shannon e Margalef) nella *tegnúa* Secca125. In grassetto si riportano i valori che si discostano per meno del 25% dagli indici misurati nel campione di riferimento; tra parentesi valore percentuale assunto dall'indice rispetto al sito di riferimento. Table 18. Diversity indexes (number of individuals, number of *taxa*, Shannon and Margalef) for the Secca 125 *tegnúa*. In bold are reported values exceeding 75% of the indexes measured in the reference area; in brackets is reported the percentualized value referred to the reference site.

	Secca 125-T ₀	Secca 125-T ₁	Secca 125-T ₂	Secca 125-T ₃	Secca 125-T ₄	Media annuale riferimento
Taxa (S)	5 (36)	7 (50)	6 (43)	14 (100)	8 (57)	14
Individui	7	19	17	54	29	
Shannon (H')	1.55 (65)	1.69 (70)	1.60 (67)	2.03 (85)	1.79 (75)	2.40
Margalef (D')	2.06 (57)	2.04 (56)	1.77 (49)	3.26 (90)	2.08 (57)	3.62

Il numero di *taxa*, l'indice di Shannon e quello di Margalef si mostrano molto variabili con un trend alla crescita che rivela un picco in corrispondenza del T₃ (Figura 3-27).

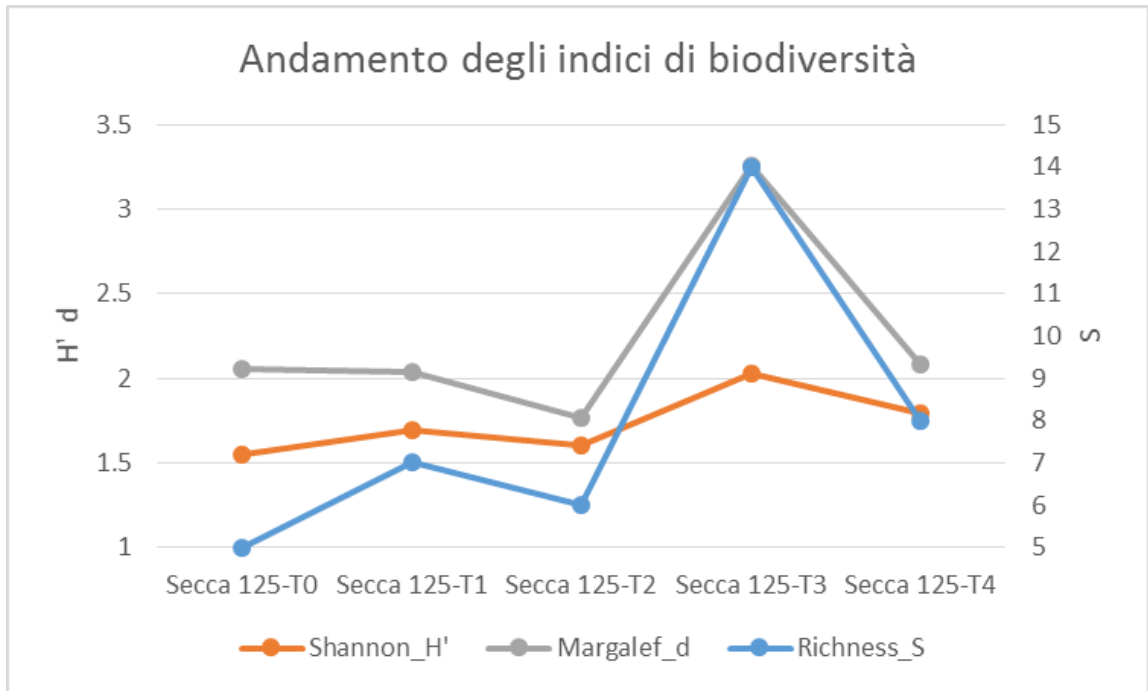


Figura 3-27. Andamento degli indici di diversità della comunità ittica nella Secca 125 (numero di taxa, Indice di Shannon e indice di Margalef). Figure 3-26. Trend of the diversity index calculated for the fish community in the Secca 125 *tegnúa* (number of taxa, Shannon and Margalef indexes).

3.2.7. Analisi multivariata delle abbondanze delle specie ittiche (MDS)

In Figura 3-28 è riportato l'ordinamento MDS ottenuto dalla matrice di similarità calcolate sulla composizione delle comunità ittiche dei diversi siti ai differenti stadi.

Questa analisi statistica mostra che i punti stazione-tempo sono addensati e non sono evidenti particolari categorizzazioni ad esclusione per i siti LA1 e Cavallino vicina.



Figura 3-28. Ordinamento Multidimensional (MDS) su matrice di Bray-Curtis delle comunità ittiche dei diversi siti nei differenti momenti d'indagine. Figure 3-27. MDS graph calculated on the Bray-Curtis dissimilarity matrix of the fish community on different monitoring date.



4. DISCUSSIONE

4.1. Comunità bentonica

Per formulare un giudizio sull'evoluzione delle comunità bentoniche delle *tegnúe* in seguito alla rimozione degli ALDFG devono essere presi in considerazione diversi aspetti.

In primo luogo è necessario considerare i parametri utilizzati per valutare il recupero della comunità. Se facciamo riferimento a ricchezza in *taxa*, indice di Shannon e indice di Margalef, tutti i risultati indicano complessivamente che, nei mesi successivi alla rimozione degli ALDFG, la comunità bentonica sessile in ognuna delle 5 aree campione monitorate ha mostrato un complessivo e graduale miglioramento, valutabile come raggiungimento di un livello di biodiversità paragonabile a quello dell'area di riferimento. Infatti, solo nel caso della *tegnúia* LA1 e limitatamente al numero di *taxa* e all'indice di Margalef, al T₄ non risulta raggiunto il criterio prestabilito per considerare la comunità sviluppatasi confrontabile con quella all'area di riferimento.

Il grado di “recupero” che emerge dall'analisi degli indici, tuttavia, va considerato in relazione al solo sviluppo orizzontale delle comunità, dal momento che la crescita verticale degli organismi è risultata del tutto trascurabile (dell'ordine di qualche mm) sia per la fauna “relitta”, ossia gli individui già presenti al momento della rimozione degli ALDFG, sia per gli organismi di nuova crescita. Per il raggiungimento di uno sviluppo “verticale” confrontabile con quello delle aree di riferimento, sono infatti necessari tempi di osservazione più lunghi rispetto a quelli del Progetto, anche dell'ordine di alcuni anni, soprattutto per quanto concerne alcuni *taxa* di Poriferi e Tunicati, i cui tassi di crescita sono molto bassi (Turon *et al.*, 1998; Garrabou and Zabala, 2001; Pansini *et al.*, 2011; Lopez-Legentil *et al.*, 2005).

Il recupero delle comunità, comunque, non presuppone necessariamente che la comunità insediatasi nei mesi successivi alla rimozione degli ALDFG sia analoga, in termini di composizione e copertura specifica, a quella del sito di riferimento (O'Neill, 1998). Nelle 5 aree considerate, solo nel caso della *tegnúia* D'Ancona e, in grado



minore, nelle *tegnúe* LA1 e Cavallino vicina, l'evoluzione della comunità ha portato allo sviluppo di una comunità simile per composizione specifica a quella del campione di riferimento, come evidenziano i risultati del MDS. Ad esempio, nel caso della Secca 125, la composizione della comunità che si è sviluppata dopo la rimozione degli ALDFG differisce sensibilmente da quella del sito di riferimento, anche se gli indici di Margalef e Shannon hanno assunto valori simili a quelli calcolati per quest'ultima area. Tali deviazioni dalla condizione di riferimento non sono condizioni inusuali e tantomeno necessariamente indicatrici di un'errata valutazione sulla scelta del riferimento; il recupero è un fenomeno complesso che coinvolge variazioni spaziali e temporali di parametri biotici ed abiotici e non deve sorprendere se un ecosistema "recuperato" risulta diverso dal suo stato originario in termini di funzioni, struttura, composizione specifica e diversità (O'Neill, 1998; Gates and Jones, 2012).

Nel caso specifico della comunità di ambiente roccioso di *tegnúa*, questa si può diversificare anche in funzione di parametri fisici come inclinazione della parete rocciosa, esposizione alle correnti dominanti, batimetria, illuminazione, che possono presentare variazioni anche a scala spaziale ridotta, per quanto in fase di selezione dei siti si sia cercato di selezionare aree in cui le condizioni fossero le più simili possibile.

Il confronto dei risultati ottenuti nell'ambito di questa attività con altri dati di letteratura relativi alle comunità di fondo roccioso è reso complicato per l'uso di metodi diversi, talvolta non comparabili, e dalle diverse condizioni ambientali che caratterizzano i siti indagati. Gli studi condotti utilizzando il monitoraggio fotografico delle comunità sessili non sono numerosi; nelle *tegnúe* dell'alto Adriatico tali studi sono limitati (Molin *et al.*, 2008; Ponti *et al.*, 2011) e riguardano essenzialmente comunità "mature" e ben sviluppate anche sul piano verticale. Non risultano applicazioni del metodo fotografico per valutare il recupero di comunità sessili soggette a disturbo antropico.

I dati presenti in questi lavori, inoltre, riguardano principalmente la presenza/assenza delle specie, le coperture specifiche e le analisi statistiche riguardanti le fluttuazioni temporali delle comunità, ma mancano le informazioni relative agli indici di diversità.

Più numerosi sono gli studi condotti con prelievo di campioni di macrofauna incrostante e successive determinazioni in laboratorio delle varie specie; tuttavia, un confronto con questi dati non è significativo, dal momento che la possibilità di analizzare in



laboratorio i singoli esemplari consente di identificare specie non riconoscibili all'analisi fotografica (specie endolitiche, invertebrati di piccole dimensioni, etc.), consentendo di raggiungere un maggiore dettaglio nella classificazione (più specie, più individui) che si ripercuote successivamente nel calcolo degli indici.

La carenza di indagini finalizzate al monitoraggio del ripristino delle comunità bentoniche di substrato duro in seguito a disturbo di origine antropica è rilevabile anche a livello internazionale e i pochi studi di campo sono stati condotti per lo più in ambiti geografici estremamente diversi dal nord Adriatico; infatti, la maggior parte delle informazioni disponibili riguarda l'impatto degli strumenti da pesca a strascico sulle comunità di fondi rocciosi profondi degli oceani (Althaus *et al.*, 2009; Williams *et al.*, 2010) o lo studio della colonizzazione di superfici vergini tramite l'impiego di substrati artificiali collocati su affioramenti naturali (Antoniadou *et al.*, 2010; Pacheco *et al.*, 2010). Sebbene gli ambienti ed il disegno sperimentale degli studi citati non siano confrontabili né con le caratteristiche ambientali delle *tegnúe* né con le condizioni operative del Progetto GHOST, è significativo sottolineare come questi lavori indichino come i tempi per il raggiungimento di una condizione di recupero ("recovery") delle comunità siano decisamente lunghi, anche superiori a 5-10 anni, soprattutto nel caso di comunità caratterizzate dalla presenza di organismi coloniali a crescita lenta, tra cui Briozoi, Crinoidi, Gorgonie e Coralli (Williams *et al.*, 2010).

Queste considerazioni inducono a ritenere che, la crescita osservata nelle 5 aree di studio in soli 15 mesi, per quanto limitata alla dimensione orizzontale, rappresenta complessivamente un buon risultato nel breve termine, e dimostra che la "rimozione" del disturbo consente fin dalle prime settimane una progressiva espansione delle specie residue, in grado di colonizzare velocemente le superfici liberate dalla presenza degli ALDFG.

4.2. Comunità ittica

Valutare la comunità ittica di un ambiente marino, all'interno della quale siano comprese specie di interesse alieutico, è forse una delle maggiori sfide della biologia



della pesca. Molteplici sono gli indicatori suggeriti nella letteratura scientifica (a vari livelli, di popolazione, comunità ed ecosistema) le cui risposte sono tuttavia spesso influenzate da molteplici parametri (Jennings *et al.*, 2001; Trenkel and Rochet 2003; Rochet and Trenkel 2003; Fulton *et al.*, 2005; Piet and Jennings; 2005; Shin *et al.*, 2005; Piet *et al.* 2008).

Nell'ambito del progetto GHOST ci si è concentrati sull'utilizzo di alcuni indici ben consolidati (ricchezza in specie, Shannon e Margalef), più adatti alle caratteristiche dell'ambiente da monitorare, influenzato oltre che da dinamiche naturali da fattori di pressione umani, uno tra tutti la pesca, sia dilettantistica che professionale, e alle condizioni di immersione (ridotto tempo di immersione e trasparenza delle acque non sempre ottimale).

Nel complesso la risposta della comunità ittica alla rimozione degli ALDFG, nel periodo d'indagine, è risultata non lineare; un aumento della biodiversità è comunque stato osservato verso la fine del periodo di monitoraggio (T_3 e T_4) rispetto al momento iniziale con indici che si avvicinano e talora superano la media annuale del sito di riferimento. Da un lato si osserva la scarsa risposta alla rimozione delle reti fantasma da parte della componente pelagica, dall'altro è stato possibile individuare una relazione positiva tra rimozione degli ALDFG e l'aumento delle numerosità delle specie bentoniche e criptobentoniche. Tali specie risultano favorite dalla rimozione delle reti fantasma sostanzialmente per due motivi: si liberano in maniera diretta nicchie, anfratti e spaccature che possono essere occupate in maniera stabile e che forniscono riparo e possibilità di "costruire" una tana o un nido da usare per tutto l'anno o solo per una particolare fase del ciclo riproduttivo; si liberano ripari, anche momentanei, dai quali è possibile compiere agguati e portare attacchi, sia a organismi in moto nella colonna d'acqua sia ad organismi che vanno a loro volta a popolare le nicchie liberate.

Le specie bentoniche che beneficiano direttamente delle tane sono ascrivibili alle famiglie di blennidi, gobidi, scorpenidi, congridi, sciaenidi (Figura 4-1) e il loro numero è in incremento, seppur modesto, da T_0 a T_3 al quale segue un ridimensionamento in T_4 .

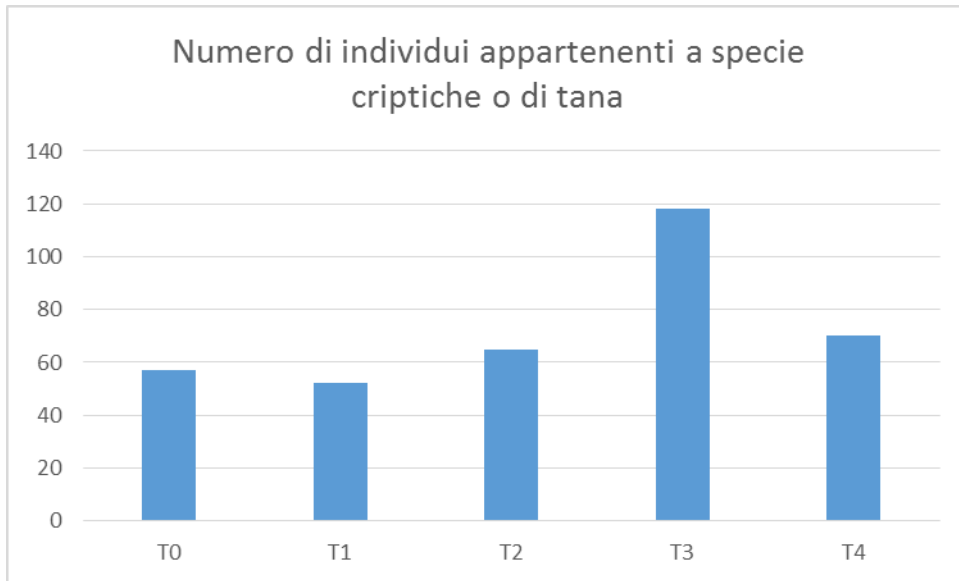


Figura 4-1. Andamento del numero di esemplari appartenenti a specie di fondo o criptiche, cumulato per i 5 siti d'indagine. Figure 4-1. Number of specimen belonging to cryptic and benthic fish species, aggregated data from the 5 monitored sites.



5. BIBLIOGRAFIA

Althaus, F., Williams, A., Schlachter, T.A., Kloser, R.K., Green, M.A., Barker, B.A., Bax, N.J., Brodie, P., Schlacher-Hoenlinger, M.A. 2009. Impacts of bottom trawling on deep-coral ecosystems of seamounts are long-lasting. *Marine Ecology Progress Series*, 397, 279-294.

Antoniadou, C, Voultziadou, E, Chintiroglou, C. 2010. Benthic colonization and succession on temperate sublittoral rocky cliffs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 382, 145-153.

Arthur, C., Sutton-Grier, A.E., Murphy, P., Bamford, H. 2014. Out of sight but not out of mind: Harmful effects of derelict traps in selected U.S. coastal waters. *Marine Pollution Bulletin* 86(1-2): 19-28.

Francour, P., (1999). A critical review of adult and juvenile fish sampling techniques in *Posidonia oceanica* seagrasses beds. *Naturalista Siciliano*, 23 (Suppl.): 33-57.

Fulton, E. A., Smith, A. D. M., and Punt, A. E. 2005. Which ecological indicators can robustly detect effects of fishing? *ICES Journal of Marine Science*, 62, 540-551.

Garrabou, J., Zabala, M. 2001. Growth dynamics in four Mediterranean Demosponges. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 52, 293-303.

Gates, A.R., Jones, D.O.B. 2012. Recovery of benthic megafauna from anthropogenic disturbance at a hydrocarbon drilling well (380 m depth in the Norwegian Sea). *PLoS ONE* 7(10): e44114.doi:10.1371/journal.pone.0044114

Good, T.P., June, J.A., Etnier, M., Broadhurst, G. 2010. Derelict fishing nets in Puget Sound and the Northwest Straits: patterns and threats to marine fauna. *Marine Pollution Bulletin*, 60, 39–50.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.

Harmelin-Vivien, M., Harmelin, J. G., Chauvet, C., Duval, C , Galzin, R., Leleune, P., Barnabe, G., Blanc, F., Chevalier, R., Duclerc, J., Lasserre, G. (1985). Evaluation



visuelle des peuplements et populations de poissons. Methodes et problemes. Rev. Ecol. (Terre Vie) 40: 467-539

Jennings S. (2001). Patterns and prediction of population recovery in marine reserves. Rev. Fish Biol. Fish.,10:209-231

Lopez-Legentil, S., Ruchty, M., Domenech, A., Turon, X. 2005. Life cycles and growth rates of two morphotypes of *Cystodytes* (Ascidiacea) in the western Mediterranean. Marine Ecology Progress Series, 296, 219-228.

Macfadyen, G., Huntington, T., Cappell, R. 2009. Abandoned lost or otherwise discarded fishing gear. ISBN 978-92-5-106196-1.

Margalef, DR 1958. Information theory in ecology. Gen Syst 3:36–71

Molin, E., Bocci, M., Picone, M., Penna, G., Zanovello, G. 2008. Analisi fotografica del megabenthos in tre affioramenti rocciosi (tegnúe) del Golfo di Venezia (Nord Adriatico). Biologia Marina Mediterranea, 15, 276-277.

O'Neill, R.V. 1998. Recovery in complex ecosystems. Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery, 6, 181-187.

Pacheco, A.S., Laudien, J., Thiel, M., Oliva, M., Heilmayer, O. 2010. Succession and seasonal onset of colonization in subtidal hard-bottom communities off northern Chile. Marine Ecology, 32, 75-87.

Pansini, M., Monconi, R., Pronzato, R. 2011. Fauna d'Italia. Porifera I – Calcarea, Demospongiae (partim), Hexactinellida, Homoscleromorpha. Calderini Editore, pp. 1 - 554.

Piet, G.J., Jennings, S. 2005. Response of potential community indicators to fishing. ICES J. Mar. Sci, 62, 214-225.

Piet G. J., Jansen H. M., Rochet M-J. 2008. Evaluating potential indicators for an ecosystem approach to fishery management in European waters. ICES Journal of Marine Science 2008;65:1449-1455. doi:10.1093/icesjms/fsn124.



- Ponti, M., Fava, F., Abbiati, M. 2011. Spatial-temporal variability of epibenthic assemblages on subtidal biogenic reefs in the northern Adriatic Sea. *Marine Biology*, 158, 1447/1459.
- Rocher M.-J., Trenkel, V.M., 2003. Which community indicators can measure the impact of fishing? A review and proposal. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 60: 86-99.
- Shannon, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27: 379-423.
- Shin, Y.J., Rocher, M.J., Jennings, S., Field J.G., Gislason, H. 2005 - Using size based indicators to evaluate the ecosystem effects of fishing. *ICES J. Mar. Sci.*, 62: 384-396.
- Sundt, P., Schulze P-E., Syversen, F. 2014. Sources of microplastics-pollution to the marine environment. Mepex for the Norwegian Environment Agency.
- Trenkel, V.M. and M.-J. Rocher, 2003. Performance of indicators derived from abundance estimates for detecting the impact of fishing on a fish community. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 60,67-85.
- Thresher R. E. e Gunn J. S. 1986. Comparative analysis of visual census techniques for highly mobile, reef-associated piscivores (Carangidae). *Environmental Biology of Fishes*, 17: 93-116.
- Turon, X, Tarjuelo, I, Uriz, MJ. 1998. Growth dynamics and mortality of the encrusting sponge *Crambe crambe* (Poecilosclerida) in contrasting habitats: correlation with population structure and investment in defence. *Functional Ecology*, 12, 631-639.
- Williams, A, Schlacher, TA, Rowden, AA, Althaus, F, Clark, MR, Bowden, DA, Stewart, R, Bax, NJ, Consalvey, M, Kloser, RJ. 2010. Seamount megabenthic assemblages fail to recover from trawling impacts. *Marine Ecology*, 31, 183-199.