

DIPARTIMENTO DI
GEOLOGIA E GEODESIA
DELL'UNIVERSITÀ DI
PALERMO

CNR – IAMC
LABORATORIO DI ECOLOGIA
MARINA DI CASTELLAMMARE
DEL GOLFO

Rapporto finale *GebecSud* . Cluster C10, Ambiente Marino:

CARATTERIZZAZIONE DELLA FAUNA ITTICA DELLE ISOLE DI FAVIGNANA,
LEVANZO, MARETTIMO E USTICA ATTRAVERSO PESCAATE SPERIMENTALI CON
ATTREZZI DA POSTA



Responsabili scientifici: *Giovanni D'Anna* e *Fabio Badalamenti*
Collaboratori scientifici: *Tomás Vega Fernández* e *Carlo Pipitone*
Staff tecnico: *Marilena Coppola* e *Giuseppe Di Stefano*

Marzo 2005

DIPARTIMENTO DI
GEOLOGIA E GEODESIA
DELL'UNIVERSITÀ DI
PALERMO

CNR – IAMC
LABORATORIO DI ECOLOGIA
MARINA DI CASTELLAMMARE
DEL GOLFO

Rapporto finale relativo all'accordo del 28/05/2002 per commessa di attività di ricerca inerente il progetto *GebecSud* del cluster C10, Ambiente Marino.

CARATTERIZZAZIONE DELLA FAUNA ITTICA DELLE ISOLE DI FAVIGNANA,
LEVANZO, MARETTIMO E USTICA ATTRAVERSO PESCAATE SPERIMENTALI CON
ATTREZZI DA POSTA

Responsabili scientifici: *Giovanni D'Anna e Fabio Badalamenti*
Collaboratori scientifici: *Tomás Vega Fernández e Carlo Pipitone*
Staff tecnico: *Marilena Coppola e Giuseppe Di Stefano*

Marzo 2005

PREMESSA

Alcune questioni basilari nel processo di istituzione delle aree marine protette (AMP), riguardano la dimensione delle aree e quale tratto di costa e tipi di fondali scegliere. Le risposte a queste domande dipendono dagli obiettivi della AMP e cioè se esse, per esempio, intendono proteggere la biodiversità o migliorare la gestione della pesca o raggiungere entrambi gli obiettivi. In ogni caso la scelta del disegno per le AMP da adottare dovrebbe essere fatta su basi empiriche che, nel caso delle AMP, sono scarse o non disponibili. Per questo motivo rivestono una particolare importanza le ricerche mirate a sviluppare criteri quantitativi che possano contribuire ad una scelta più oculata delle aree da proteggere. Fra i criteri considerati importanti nell'allocazione delle riserve rientra la struttura dell'habitat intesa come complessità, eterogeneità e diversità del substrato.

L'isola di Ustica e l'Arcipelago delle Egadi, con le isole di Favignana, Levanzo e Marettimo (inclusi gli isolotti di Maraone e Formica), sono delle aree marine protette istituite principalmente per preservare la biodiversità degli organismi marini e proteggere le risorse di pesca.

La posizione geografica delle isole, la loro distanza dalla costa siciliana, le condizioni idrodinamiche, la natura geologica dei substrati e la morfologia dei fondali sono fattori che possono giocare un ruolo importante nel processo di diversificazione ed incremento della fauna ittica. La varietà di ambienti e la diversità degli aspetti geomorfologici che caratterizzano le quattro isole maggiori, costituiscono un'occasione unica per verificare, su scala regionale, l'influenza della struttura dell'habitat sulla componente biotica delle comunità.

OBIETTIVO DELLA RICERCA

L'interesse scientifico del progetto *GebecSud* risiede nell'opportunità di esplorare, su diverse scale spaziali, le relazioni esistenti fra i descrittori geomorfologici e la struttura delle comunità ittiche. Dalla verifica e dalla conoscenza dei legami substrato – specie ittiche potrebbero scaturire anche delle applicazioni gestionali utili, sia nella fase di disegno ed allocazione delle aree marine protette sia in quella di verifica degli effetti delle stesse.

L'attività di ricerca, avviata nel 2002 e conclusasi nel 2003, ha avuto come obiettivo lo studio della fauna ittica delle Isole dell'arcipelago delle Egadi e dell'Isola di Ustica tramite pescate con attrezzi da posta entro la batimetria dei 50 m. I dati raccolti sono stati elaborati su due scale spaziali: isole ed unità ambientali (UA). La mancanza di unità ambientali caratterizzati da descrittori geomorfologici quantitativi prima del campionamento della fauna ittica, non ha consentito una ottimizzazione del posizionamento delle pescate sperimentali ai fini statistici. Per questo motivo le

analisi per UA sono state condotte *a posteriori* e basate sulle descrizioni qualitative dei fondali delle isole fornita dai geologi del Dipartimento di Geologia e Geodesia dell'Università di Palermo.

SINTESI DEI RISULTATI

Nella presente relazione vengono riportati l'elenco faunistico delle specie catturate nelle diverse isole ed i valori di abbondanza, ricchezza specifica e diversità calcolati per isola ed UA. In sintesi, i dati riguardanti la fauna ittica indicano forti legami fra alcune specie e la struttura dei fondali marini. Questa relazione è evidente e diventa statisticamente significativa alla scala di isole, mentre si mostra debole o puramente indicativa a livello di UA.

SUGGERIMENTI FUTURI

La disponibilità di carte geomorfologiche dei fondali con descrittori quantitativi consentirà di ripetere le analisi su UA più omogenee e con una migliore distribuzione delle repliche (pescate sperimentali) disponibili. In questo caso i risultati delle analisi potrebbero evidenziare, anche ad una scala più ridotta (UA), un legame fra la struttura dell'habitat e la fauna ittica. Se questa ipotesi fosse verificata si otterrebbero delle informazioni empiriche che potrebbero contribuire a formulare dei criteri quantitativi utili per un disegno delle aree marine protette sempre più efficiente.

INTRODUZIONE.

La relazione tra la struttura fisica dell' habitat e quella della comunità biologica associata è nota da alcuni decenni (McCoy *et al.*, 1991). La struttura dell'habitat può essere distinta in tre componenti: la complessità, l'eterogeneità e la scala. La complessità viene definita come l'abbondanza assoluta degli elementi strutturali in un punto mentre l'eterogeneità può essere intesa come la variazione della complessità. La scala determina invece gli intervalli nei quali vengono effettuate le misure (McCoy e Bell, 1991). Oltre la dimensione spaziale anche quella temporale è considerata una scala di fondamentale importanza per la comprensione dei fenomeni ecologici (Levin, 1992).

I sistemi ecologici rispondono alla distribuzione non omogenea delle risorse attraverso i diversi livelli di organizzazione biologica. Per lo studio di fenomeni che si manifestano nei livelli di organizzazione superiore (e.g. trends di biodiversità) sono necessarie delle scale di studio molto ampie (e.g. ecologia del paesaggio, biogeografia). A queste scale si manifestano le cosiddette proprietà corologiche, cioè, quelle proprietà legate alla struttura degli elementi che assemblano il sistema (Farina, 2001). I principi ed i metodi per studiare le proprietà corologiche dei sistemi derivano dall'ecologia del paesaggio e costituiscono un approccio poco impiegato nell'ambiente marino.

Nel mondo, gli studi di carattere paesaggistico nell'ambiente marino sono stati generalmente realizzati in acque superficiali e habitat molto omogenei (Robbins e Bell, 1994), lì dove la fotografia aerea può ancora rendere immagini contrastate (Hovel Lipcius, 2001; Salita *et al.*, 2003; Borg *et al.*, 2005) oppure nelle masse d'acqua superficiale di mari e oceani (Steele, 1989). Studi sulla risposta della fauna marina alle differenti caratteristiche (patterns) del paesaggio subacqueo naturale sono limitati alle zone superficiali (e.g. Garrabou *et al.*, 1998) e alle possibilità di lavoro in immersione (e.g. Luckhurst e Luckhurst, 1978; García Charton e Pérez Ruzafa, 1998).

I popolamenti ittici, in particolare, rispondono fortemente alla complessità dell'habitat, come hanno dimostrato numerosi lavori sulle barriere coralline (e.g. Luckhurst e Luckhurst, 1978; Aburto Oropeza e Balart, 2001), sui fondali rocciosi (e.g. García Charton e Pérez Ruzafa, 1998), sulle strutture artificiali e FADs (Bohnsack *et al.*, 1991; Bortone 1997; Beets, 1989; D'Anna *et al.*, 1999 e.g. Stephan e Lindquist, 1989; Leewis *et al.*, 2000), e sui fondali sedimentari (e.g. Turner *et al.*, 1999; Thrush *et al.*, 2002). Meno numerosi sono invece i lavori che considerano l'effetto della eterogeneità sulla fauna ittica (Orth *et al.*, 1984; García Charton e Pérez Ruzafa, 2001; Salita *et al.*, 2003) e ancora meno sono quelli che considerano diverse scale spaziali (Syms, 1995).

I pesci sono sensibili a una grande varietà di fattori ambientali (Wootton, 1998) e per questo considerati anche dei buoni descrittori (Karr, 1981). Tuttavia, mentre per la gestione delle acque continentali degli Stati Uniti (Roth, 2000) vengono applicati gli indici di integrità biotica (IBI) basati sulle specie ittiche, pochi sono ancora i tentativi di applicazione di indici simili in ambiente marino.

Poiché le comunità trovano la loro massima diversità in aree con habitat variabile e situazioni di basso disturbo (Rosenzweig, 2000) ci si aspetta di trovare valori massimi di diversità nelle aree dove la geomorfologia è più eterogenea e la pressione antropica non ancora eccessiva.

La finalità di questa ricerca è quindi stabilire le basi per un studio paesaggistico e multiscale delle relazioni tra la struttura dell'habitat e quella della comunità ittica ad esso associata. Questo approccio costituisce una novità nell'ambito Mediterraneo e, se potenziato nel futuro, porrebbe le basi per importanti aspetti di gestione e conservazione della fascia costiera

METODI

Fauna ittica nelle isole

La fauna ittica delle quattro isole è stata campionata utilizzando un tramaglio lungo 500 m, alto 1.5 m e con maglia da 11-13 nodi in 25 cm. L'attrezzo è stato calato al tramonto e salpato all'alba per una media di permanenza in acqua di 12 ore durante l'autunno 2002. Le pescate sono state effettuate su fondali diversi e su due livelli batimetrici che comprendono uno strato superficiale (da 10 fino a 15 metri) e uno strato profondo (da 25 fino a 40 metri). Le cale venivano posizionate *in situ* con l'aiuto del GPS di bordo oppure direttamente sulla carta nautica in base ai riferimenti a terra e la profondità del sito.

Complessivamente sono state raccolti 122 campioni validi di cui 34 a Favignana, 32 a Levanzo, 33 a Marettimo e 23 ad Ustica. La struttura del popolamento ittico in ciascuna isola è stata descritta attraverso l'abbondanza totale (N), il numero di specie (S) e l'indice di diversità di Shannon-Wiener (H'). Per ogni isola si è pure calcolata la curva di dominanza percentuale cumulativa (Clarke e Warwick, 1994).

L'analisi della varianza (ANOVA) ad una via è stata utilizzata per il confronto fra le isole dei valori medi delle variabili S, N e H' (Shaw e Mitchell-Olds, 1993). Nel caso di differenze significative un confronto *a-posteriori* è stato effettuato con il test Student-Newman-Keuls (SNK).

Le rispettive abbondanze di ogni singola specie ittica sono state poi sottoposte a una trasformazione logaritmica per evitare che le specie più abbondanti (fino a due ordini di magnitudine) potessero nascondere l'effetto delle specie più rare (Legendre e Legendre, 1998). La similitudine/dissimilitudine fra le isole è stata valutata attraverso l'analisi dei cluster, mentre la routine SIMPER di PRIMER (Clarke e Warwick, 1994) è stata utilizzata per valutare le specie caratteristiche di ogni isola e il contributo delle specie discriminanti alle differenze nella struttura dei popolamenti ittici fra le isole.

Sugli stessi dati trasformati è stata calcolata una matrice di similitudine fra i campioni, utilizzando l'indice di Bray-Curtis (Bray e Curtis, 1957) come misura di distanza fra ogni paio di elementi. La matrice triangolare risultante è stata analizzata attraverso la procedura ANOSIM di PRIMER (Clarke e Warwick, 1994), al fine di verificare se esistono differenze significative fra i popolamenti ittici delle isole.

Fauna ittica all'interno di ciascuna isola

Diversi gruppi di campioni sono stati raggruppati *post-hoc* in aree geomorfologicamente omogenee all'interno di ogni isola, chiamate Unità Ambientali (UA).

Struttura geomorfologica

Il Dipartimento di Geologia e Geodesia, in base a dati raccolti in immersione lungo transetti perpendicolari alla linea di costa, ha definito le seguenti UA utilizzate in questo studio (fig. 1).

Isola di Ustica

Le unità **A** e **A1** sono state individuate prevalentemente nel settore meridionale dell'isola e precisamente da Punta Cavazzi fino al settore settentrionale di Punta Omo Morto. Queste due unità sono caratterizzate entrambe da un versante di natura rocciosa (sia basaltico che piroclastico) che scendono piuttosto ripidamente da 0 fino a circa -50 m. Oltre i -50 m il versante di natura sabbiosa ghiaiosa, a tratti ricoperto da *Posidonia oceanica*, tende a diventare orizzontale. L'unità **A**, individuata nel versante meridionale dell'isola, da Cala Santa Maria fino ad oltre Punta San Paolo e nel versante

meridionale della Secca della Colombara, è costituito da pareti ad elevata pendenza (fino agli 80° / 85°) (1) (valori considerati da 1 a 3), che terminano alla base con alcuni tratti caratterizzati da accumuli di massi di grosse dimensioni, a bassa fratturazione (1), e rugosità (1).

L'unità **A1**, individuata oltre che nel restante versante meridionale anche allo scoglio della Colombara, è caratterizzata da pareti ad elevata pendenza (60° / 70°) costituite sia da rocce affioranti (basalti in colate subaeree, basalti a pillow solidificatisi in ambiente subacqueo, piroclastiti) ricoperte sia da massi di varia dimensione (metrica decicentimetrica) provenienti dalla fratturazione delle sottostanti colate, che da franate di massi di dimensione metrica (fino anche ad i -30 / -40 metri). La pendenza è quindi elevata (3), la fratturazione a luoghi media (2) in presenza di colate laviche, la rugosità quasi sempre elevata (3).

E' possibile fare un distinguo per quanto riguarda l'analisi della rugosità e della fratturazione a piccola scala nelle diverse litologie. I basalti presentano di solito una "micro" rugosità bassa, a differenza dei livelli piroclastici in cui invece la superficie si presenta più scabrosa. Le lave a pillow presentano invece una "micro" fratturazione accentuata.

Le unità **B** e **B1** sono state individuate nel settore settentrionale dell'isola di Ustica. Queste due unità sono caratterizzate entrambe da un versante prevalentemente roccioso e di natura basaltica, che da quota zero fino a circa -35 metri scende piuttosto dolcemente. Oltre i -35 metri il versante, costituito prevalentemente da sedimenti sciolti quali ghiaie e sabbie sia di natura bioclastica che vulcanica, diminuisce ulteriormente la pendenza. L'unità **B** è caratterizzata (considerando le osservazioni a media scala) da bassa pendenza (1), fratturazione medio bassa (1 / 2), e rugosità medio bassa (1 / 2). A quote variabili comprese fra i -8 ed i -25m è stata individuata la presenza di *P. oceanica* sia su roccia sia su limitate chiazze di sabbia. L'unità **B1** differisce dalla precedente per una maggiore presenza di massi sia di dimensione metrica che decicentimetrica, provenienti dal disfacimento parziale di alcune delle colate basaltiche. Tali massi probabilmente non hanno subito un eccessivo trasporto e presentano gli spigoli piuttosto "vivi". Tale unità è caratterizzata da bassa pendenza (1), fratturazione media (2), rugosità media ed a tratti media alta (2 / 3). Anche in questa unità a quote comprese fra i -8 ed i -25m è stata individuata a tratti la presenza di *P. oceanica* su roccia. La dove sono presenti affioramenti di basalti a "fratturazione" colonnare la fratturazione a media scala localmente aumenta.

Isola di Favignana

A: Fisiografia molto regolare con pendenza dolce: vasta prateria di *P. oceanica*; tasche e canali sabbiosi di varie dimensioni (sabbie bioclastiche).

B: Aree piane con sedimenti sciolti sabbiosi carbonatici a componente bioclastica; presenza di strutture sedimentarie (ripple mark, ecc.).

C: Pendio molto regolare; prateria di *P. oceanica* rada con diversi affioramenti rocciosi; sedimento sabbioso carbonatico dai – 20 m.

D: Roccia suborizzontale (piattaforma di abrasione) (0 / -10 m); parete verticale o subverticale con fratture, pochi massi di crollo e *P. oceanica* rada (- 10 m / - 25 ~ -30 m); sedimento ghiaioso (SGCF?) dai – 30.

D1: Simile a D, la piattaforma suborizzontale è molto più estesa e molto meno scoscesa.

Isola di Levanzo

A: Piattaforma d'abrasione rocciosa fino ai –20 m. Dai –20 ai –50: substrato roccioso ben stratificato (presenza di spaccature e anfratti); morfologia a gradoni con presenza di lenti sabbiose bioclastiche di modesto spessore tra i gradini morfologici. Dai –50 m in giù: presenza di sedimento sabbioso bioclastico in discordanza sul substrato roccioso (presenza di ripple).

A1: Si differenzia dalla UA **A** perché caratterizzata da una morfologia a caratteri alterni (aree pianeggianti e piccole cigliate e pareti) e per la presenza, dai – 20 m in giù, di una fitta prateria a *P. oceanica* su substrato roccioso. Ai – 30 / - 35 m presenza di sedimento sabbioso grossolano bioclastico in discordanza sul substrato roccioso.

B: 0 / -10 m: parete subverticale rocciosa con presenza di piccole piattaforme di abrasione e cigliate. –10 / - 30 m: conoide di detrito (massi di caduta sottocosta e ghiaia) caratterizzata da una morfologia ad andamento piuttosto dolce e regolare (pendenza media dai 10° ai 18°). Assenza di cigliate e lineamenti morfologici di rilievo. Ai – 15 / - 20 m la pendenza della conoide aumenta fino alla profondità dei – 28 m. Dai – 28 m il versante diventa poco inclinato e presenta livelli sabbiosi.

Lungo tutto il transetto, presenza di piccoli patch di *P. oceanica* e, solo verso Nord, di *Cymodocea nodosa*.

B1: Si differenzia dalla UA **B**, per una maggiore presenza di prateria di *P. oceanica* e per la presenza di massi di crollo sottocosta e di una morfologia più accidentata (piccole pareti e cigliate).

C: Il versante è caratterizzato da una morfologia poco accidentata e da un declivio dolce (pendenza di 20° da - 0 / -15 m e 10° da -15 / -30 m). Da i 0 / - 15 m: substrato roccioso stratificato di natura carbonatica. Da - 15 / -30 m: presenza di prateria a *P. oceanica* su substrato roccioso. Da - 30 m in poi: sedimento sciolto sabbioso grossolano.

Isola di Marittimo

A: Parete verticale o ad elevata pendenza (0 / -15 m); massi di crollo (-10 m / -20 m); *P. oceanica* rada su massi di crollo; sedimento ghiaioso (-20 m).

B: Andamento della fisiografia costante e con pendenza dolce; fascia estesa di massi di crollo; prateria di *P. oceanica* su roccia o (più raramente) su matte; tasche di sedimento ghiaioso o ghiaioso-sabbioso.

C: Parete verticale (-20 m / -35 m); sedimento sabbioso o sabbioso-ghiaioso (-35 m).

D: Andamento della fisiografia costante e con pendenza dolce; fascia molto ridotta di massi di crollo o roccia affiorante (solo in alcune aree); sedimento ghiaioso o sabbioso (in minore percentuale) (-10 m); chiazze di *P. oceanica* e (solo nell'unità a nord) di *C. nodosa*; canali intermatte.

E: Andamento della fisiografia costante e con pendenza dolce; massi di crollo; prateria di *P. oceanica* fitta su roccia ; tasche di sedimento ghiaioso.

F: Parete verticale (0 / -15 m); pendenza molto ridotta dai - 10 m; prateria di *P. oceanica* su roccia (massi di crollo e roccia affiorante); canali intermatte ghiaiosi.

G: Parete verticale più piccoli gradini e cavità (spaccature) (-0 / -40 m); spesso coltre di sedimento bioclastico (-40 m).

H: roccia carbonatica suborizzontale; sedimento assente. H1 e H2 differiscono per la profondità: **H1** si trova fino ai – 15m . **H2** si trova fino ai –25 m.

L'area non caratterizzata fra Punta Mignone e Cala Bianca è stata considerata un'altra UA, denominata **X**.

Struttura dei popolamenti ittici

Per la caratterizzazione dei popolamenti ittici associati ad ogni UA sono state calcolate le variabili N, S e H'; più l'indice di diversità di Margalef (d), l'indici di equitabilità di Pielou (J) e l'indice di diversità di Simpson ($1-\lambda'$). Dovuto alla diversa estensione delle UA, il numero di repliche all'interno di ognuna di loro è fortemente sbilanciato. La procedura ANOSIM (Clarke e Warwick, 1994) è stata quindi ritenuta la più adatta per l'analisi di questi dati.

RISULTATI

Popolamento ittico nelle isole

Elenco faunistico e frequenza

Complessivamente sono stati catturati 3 Molluschi, 4 Crostacei, 5 pesci cartilaginei e 65 pesci ossei per un totale di 77 specie appartenenti a 39 famiglie. L'elenco faunistico delle specie per isola con il relativo valore della frequenza di rinvenimento è riportato nella tabella 1. Le specie con un valore di F% compreso fra 70 e 100 sono *Scorpena porcus*, *Boops boops* e *Diplodus vulgaris* a Favignana, *S. porcus*, *Sorpaena scrofa*, *Symphodus tinca* a Levanzo, *B. boops*, *Mullus surmuletus*, *Pagrus pagrus*, *S. tinca* e *S. porcus* a Marettimo e *M. surmuletus*, *B. boops*, *S. porcus*, *S. scrofa* ad Ustica.

Abbondanza e diversità

Sono riportati i valori medi di N, S e H' calcolati in ciascuna isola (fig. 2). I valori più elevati e più bassi delle tre variabili sono stati ottenuti rispettivamente a Marettimo e Favignana mentre Ustica mostra valori di S ed H' simili a quelli registrati a Levanzo. L'analisi della varianza ha rilevato differenze significative fra le isole per tutte e tre le variabili con livelli di significatività (p) < 0.001 per N ed S e p < 0.01 per H'. I risultati dai test SNK (tab. 2, fig. 2) hanno evidenziato valori di N significativamente più elevati a Marettimo ed Ustica rispetto a quelli di Favignana e Levanzo. Marettimo ha fatto registrare valori di S significativamente più elevati rispetto alle altre isole mentre nessuna differenza è stata evidenziata fra Levanzo ed Ustica. Per quanto riguarda H' i valori ottenuti per le diverse isole non formano un andamento coerente nei SNK, per cui i risultati non sono stati considerati attendibili.

Similitudine e specie discriminanti

La figura 3 mostra il risultato dell'analisi dei cluster che raggruppa le isole di Levanzo e Marettimo ad un livello di similitudine del 65%. Ad un livello di similitudine del 63% Favignana si unisce al cluster Marettimo-Levanzo mentre la similitudine fra Ustica e le altre isole si riduce considerevolmente raggiungendo un livello di circa 54%.

I risultati dell'analisi della similitudine (ANOSIM) mostrano differenze significative fra le isole ($R = 0.34$; $p = 0.001$). Le differenze (in termini di distanza multivariata) sono maggiori fra Ustica e le tre isole delle Egadi, con valori di R compresi fra 0.446 e 0.525. Meno evidenti sono le differenze fra Favignana, Levanzo e Marettimo con valori di R compresi fra 0.223 e 0.271 (tab. 3).

I risultati del contributo delle singole specie alla similitudine all'interno di ciascuna isola e alla dissimilitudine fra le isole sono riportati, rispettivamente, nella figura 4 e nella tabella 4. Ustica ha registrato il più alto valore di similitudine media (42.9%) ed è caratterizzata da specie particolarmente abbondanti come *M. surmuletus*, *Symphodus mediterraneus*, *B. boops*, *Spicara maena*, *S. porcus* e *Serranus cabrilla* (Fig. 4). Levanzo, con una similitudine media pari al 42.2%, ha fra le specie più importanti *S. porcus*, *B. boops*, *S. scofa*, *Scorpaena notata* e *S. tinca* (Fig. 4). *B. boops*, *M. surmuletus*, *S. tinca*, *S. porcus* e *P. pagrus* sono le specie che maggiormente contribuiscono alla similitudine media (39.5%) di Marettimo (Fig. 4). A Favignana è stato registrato il valore più basso di similitudine media (38.8%) e le specie che maggiormente vi contribuiscono sono *S. porcus*, *B. boops*, *M. surmuletus*, *D. vulgaris* e *S. tinca* (Fig. 4).

Nella tabella 4 sono riportate le specie che maggiormente contribuiscono alla dissimilitudine fra le isole. Ustica e Favignana mostrano il più alto valore di dissimilitudine media (72.65%) e le principali specie discriminanti sono: *M. surmuletus*, *S. mediterraneus*, *Centracanthus cirrus*, *S. maena*, più abbondanti e/o esclusive di Ustica, e *S. porcus*, *B. boops*, *D. vulgaris*, *S. tinca* e *Bothus podas*, maggiormente rappresentate e/o esclusive di Favignana (Tab. 4). Notevolmente inferiore è la dissimilitudine media fra Ustica e Levanzo (67.5%). *M. surmuletus*, *S. mediterraneus*, *C. cirrus*, *S. maena*, maggiormente rappresentate a Ustica, e *S. porcus*, *B. boops*, più abbondanti a Levanzo, sono le specie che maggiormente contribuiscono alla differenza fra le due isole (Tab. 4). Fra Ustica e Marettimo la dissimilarità è di 68.35% e le principali specie che determinano le differenze sono: *B. boops*, *S. mediterraneus*, *M. surmuletus*, *S. tinca*, *C. cirrus*, *S. maena*, *S. porcus* e *P. pagrus* (Tab. 4). La dissimilitudine media fra Levanzo e Favignana è di 64.94% e le specie che maggiormente vi contribuiscono sono: *B. boops*, *M. surmuletus*, *S. porcus*, *S. notata* e *D. vulgaris* (Tab. 4). Levanzo e Marettimo mostrano una dissimilitudine media di 64.5% dovuta principalmente a *B. boops*, *S. tinca*, *M. surmuletus*, *P. pagrus*, più abbondanti a Marettimo e *S. porcus*, *S. notata*, *S. scofa*, maggiormente rappresentate a Levanzo (Tab. 4). Le specie discriminanti fra Marettimo e Favignana (dissimilitudine media = 67.2%) sono *B. boops*, *M. surmuletus*, *S. tinca*, *P. pagrus*, *D. annularis*, più abbondanti a Marettimo, e *S. porcus*, *D. vulgaris* e *Sinodus saurus* maggiormente rappresentate a Favignana (Tab. 4).

Le diverse curve di dominanza cumulativa sono state ottenute per ogni isola e rappresentate insieme per il loro confronto (fig. 5). L'origine della curva risulta più elevata (> 40%) per Marettimo con una pendenza minore rispetto alle altre isole Egadi (20%). Ustica ha registrato un valore intermedio di dominanza cumulativa (circa 25%).

Popolamento ittico nelle UA

I descrittori della struttura dei popolamenti ittici all'interno di ciascuna isola (cioè, nelle UA) sono stati calcolati per ogni UA (tab. 5) e riportati graficamente nella figura 6. La abbondanza (N) è stata massima nelle U.A. Marettimo-B e Marettimo-A, con valori medi pari a 280.33 (n = 3, d.s. = 357.69) e 138.38 (n = 8, d.s. = 158.27) individui rispettivamente. La ricchezza specifica (S) è risultata massima nelle UA Marettimo-C e Marettimo-X, con 17 specie in un unico campione per entrambi i casi. Le UA con la massima diversità si concentrano nell'isola di Marettimo. I massimi valori di diversità si trovano a Marettimo-X (d = 3.78; H' = 2.54; 1- λ = 0.92) mentre Marettimo-H2 ha mostrato il valore più elevato di equitabilità (J = 0.90). Si evidenzia che in tali unità è ricaduta una sola pescata a causa dell'esiguità della loro superficie. Per questi motivi i valori ottenuti devono essere valutati con cautela.

L'analisi ANOSIM ha evidenziato differenze solo tra le UA dell'isola di Levanzo (tab. 5) nonostante, tali differenze non siano risultati evidenti dall'analisi multivariata (tab. 6). Per questo motivo non si riportano le specie caratteristiche ne quelle discriminanti, nonostante alcune di esse mostrano dei contributi percentuali particolarmente elevati. Così nella similarità interna *Scorpena porcus* contribuisce con valori al di sopra del 40% nelle UA Levanzo-B1 (62.42%), Levanzo-A (55.58%), Levanzo-A1(?) (42.20%) e Favignana-B (41.15%); *Mullus surmuletus* rappresenta più del 20% nei casi di Ustica-A1 (25.21%) e Marettimo-F(?) (25.92%); *Diplodus vulgaris* ha un contributo superiore al 20% in Favignana-D (21.88%); e *Bothus podas* contribuisce con il 14.46% alla similarità interna di Favignana-C.

DISCUSSIONE

Popolamenti ittici fra le isole

I risultati riguardanti la scala spaziale delle isole (quella regionale) mostrano chiare differenze nei rispettivi popolamenti ittici. Tali differenze sono dovute alla composizione specifica e alle relative abbondanze. I metodi di analisi multivariata e univariata riportano un ordinamento dei popolamenti ittici che segue il gradiente di distanza di ogni isola rispetto alla Sicilia. Questo risultato può essere letto nel contesto di due teorie alternative.

La prima è quella della biogeografia insulare (MacArthur e Wilson, 1963) secondo la quale il numero di specie è funzione di due fattori. Il primo è la distanza da un corpo di terra principale che funge come sorgente di specie. Le isole più lontane contengono dunque più endemismi, poiché la distanza rappresenta una barriera per la dispersione ed i processi di estinzione locale sono sempre attivi. Il secondo fattore è la superficie dell'isola, perché il numero di habitat e quindi di nicchie ecologiche occupabile dipende dalla superficie disponibile (Hutchinson, 1959).

Una teoria alternativa alla precedente è stata recentemente proposta da Benedetti-Cecchi *et al.* (2003), il quale prevede che il numero di specie nelle isole dipenda solamente dal numero di habitat disponibili.

Questa ultima teoria si adatta meglio al nostro caso in quanto la capacità di dispersione di quasi tutti i pesci da noi campionati (con fasi larvali planctoniche e pelagiche) è sufficiente per colonizzare tutte le isole studiate. In questo caso sembra più probabile che le popolazioni siano limitate dalla disponibilità di habitat idonei (Jennings *et al.*, 2001).

Tuttavia, altri fattori potrebbero costituire un barriera per la dispersione della specie ittiche. Fra questi, il sistema di circolazione delle correnti superficiali (che trasportano le larve passivamente) e le caratteristiche oceanografiche delle isole che potrebbero giocare ruoli importanti, su scala regionale, agendo come barriere alla dispersione. Le caratteristiche oceanografiche determinano pure gli habitat disponibili (Benedetti-Cecchi *et al.*, 2003; Micheli *et al.*, 2005) e costituiscono una barriera per alcuni organismi. L'effetto di tali barriere, sebbene può essere minore di quello della disponibilità dell'habitat (Kelaher e Castilla, 2005), potrebbe determinare una dipendenza di certe popolazioni isolate dall'immigrazione dalla terra principale (Hanski, 1997; Pulliam, 1988). In questo caso, le popolazioni

soggette a questa dipendenza potrebbero essere limitati dai processi di reclutamento con riflessi sulla struttura del popolamento.

L'impatto della pesca può anche essere un fattore determinante nella distribuzione spaziale delle popolazioni, attraverso un meccanismo dipendente dalla densità della popolazione ittica, dal tipo di habitat e dalla mortalità locale indotta dalla pesca (Jennings *et al.*, 2001). In questo caso la distanza sarebbe un fattore favorevole alla persistenza delle popolazioni, perché rende più difficile l'attività di pesca con la conseguente diminuzione della mortalità.

Un dato interessante si evince dalla curva di dominanza cumulativa delle specie che risulta più pendente per Favignana (minore equitabilità e diversità), meno pendente per Marettimo (maggiore equitabilità e diversità) mentre quella di Levanzo si trova in una posizione intermedia. Questo risultato trova difficile spiegazione se riferito alla teoria della biogeografia insulare, secondo cui isole più grandi e più vicine dovrebbero ospitare più specie (MacArthur e Wilson, 1963). A questa scala spaziale sembra più adatta la teoria dell'eterogeneità degli habitat (Benedetti-Cecchi *et al.*, 2003). Tuttavia, sembra probabile che l'isolamento abbia un effetto positivo sulla diversità, poiché le isole più lontane (Marittimo e Ustica) potrebbero essere soggette ad un minore impatto antropico. In questo caso la distanza favorirebbe la persistenza delle popolazioni rendendo gli ambienti più isolati degli habitat ad alta idoneità (Jennings *et al.*, 2001).

Popolamento ittico all'interno delle isole

Il dominio della famiglia Scorpaenidae tra le specie caratteristiche a **Levanzo** può essere interpretato come un indice di fondali ad elevata rugosità alla scala di metri in un ampio gradiente batimetrico. *S. notata* abita fondali rocciosi a poca profondità (solitamente fino a 30 metri), mentre che *S. scrofa* si trova dopo i 20 metri di profondità (Hureau e Litvinenko, 1989). *S. porcus* ha un range batimetrico più ampio ma comunque associato a fondali complessi (Hureau e Litvinenko, 1989).

S. mediterraneus, specie caratteristica soltanto a **Ustica**, è un pesce associato a fanerogame marine (Quignard e Pras, 1989). L'abbondanza di questa specie sembra essere massima presso gli speroni rocciosi sparsi nel posidonieto e ricoperti da una comunità ad alghe fotofile (Vega, *oss. pers.*). Il ruolo di specie caratteristica sembra indicare una particolare abbondanza di questo habitat nei fondali dell'isola.

La specie caratteristica di **Marettimo** è *P. pagrus*, un predatore importante ai fini commerciale e con un livello trofico alto. Per questi motivi è considerato un pesce molto sensibile alla pressione di pesca (Badalamenti *et al.*, 2002). Gli esemplari catturati sono adulti e quindi molto mobili e difficilmente legati a un tipo di habitat specifico (Bauchot e Hureau, 1989), è Pinnegar *et al.*, 2003). La sua presenza a Marettimo può interpretarsi come indicatore di una comunità ittica ben strutturata ed a basso impatto antropico in confronto alle altre isole. Questo risultato concorda con le analisi univariate sul numero di individui e di specie che mostrano i valori più elevati in questa isola. La diversità (H'), che a Marettimo ha fatto registrare il valore medio più alto, non mostra invece un andamento coerente con i risultati relativi all'esplorazione statistica *a posteriori*. Ciò è dovuto probabilmente alla elevata dispersione dei dati rispetto a un numero relativamente piccolo di campioni.

La situazione a **Favignana** è diversa poiché la specie caratteristica è *D. vulgaris* (sarago fasciato) considerata, dal punto di vista trofico, un generalista (Bell & Harmelin-Vivien, 1983; Pepe *et al.*, 1996; Sala e Ballesteros, 1997; Gonçalves e Erzini, 1998; Stergiou e Karpouzi, 2002). La particolare abbondanza del sarago fasciato potrebbe indicare una situazione opposta a quella di Marettimo: comunità poco strutturate e/o impattate dall'uomo (Karr, 1981). Anche *S. tinca* è una specie abbastanza generalista e per questo motivo risulta difficile associarla ad un certo habitat (Bell e Harmelin-Vivien, 1983; Pinnegar e Polunin, 2000; Stergiou e Karpouzi, 2002). Questa specie si trova frequentemente in habitat con presenza di lenti di sabbia al di sopra dei 25 metri di profondità. *S. saurus* e *B. podas* sono risultate invece le specie discriminanti per Favignana rispettivamente nei confronti di Marettimo e Ustica. I due pesci vivono sulla piattaforma continentale nelle sabbie grossolane a meno di 20 metri di profondità (Nielsen, 1989; Sulak, 1989). Queste specie indicano che l'ambiente a Favignana ha poca pendenza e presenta depositi di sabbie grossolane al di sopra dei 20m.

Anche la frequenza di rinvenimento percentuale delle specie catturate, pur essendo un dato qualitativo, fornisce ulteriori elementi per verificare e comprendere i legami tra i pesci e le caratteristiche dell'habitat. In questo caso, l'informazione qualitativa fornita da certe specie catturate non viene confermata dalle analisi quantitative a causa del numero ridotto di individui.

Nonostante queste considerazioni, anche tenendo conto solo della frequenza di rinvenimento, alcune specie forniscono delle informazioni ben precise. Questo è il caso, per esempio, di *Scyliorhinus stellaris*, trovato soltanto a **Marettimo**, che abita i fondali rocciosi ad elevata complessità verticale entro i 65 metri (Quéro, 1989). Sempre a Marettimo, sono state catturate altre due specie esclusive: la cernia *Epinephelus marginatus*, strettamente legata ai fondali rocciosi (Tortonesi, 1989); e *Lithognathus mormyrus* (mormora) associata a fondali con sabbie fine (Bauchot e Hureau, 1989).

Entrambe i pesci indicano una minore pressione antropica poiché sono specie preferite dai pescatori sportivi per le loro battute di pesca. Le considerazioni appena espresse valgono anche per *P. pagrus* come già descritto in precedenza.

Una specie catturata solamente ad **Ustica** è la castagnola rossa *Anthias anthias*, che generalmente occupa habitat sciafili al di sotto dei 25 metri di profondità. La sua presenza indicherebbe fondali subverticali o grandi cavità rocciose al di sotto di questa profondità. Inoltre, la mancanza di molti sparidi nei campioni di Ustica evidenzia la scarsità di questi pesci nell'isola dovuta probabilmente alla carenza di aree (superficiali, poco pendenti e riparati) per l'accrescimento dei giovanili di queste specie (Vacchi, comm. pers.).

Quanto finora discusso evidenzia ipotetici legami intercorrenti fra le specie e la struttura dell'habitat. Si tratta tuttavia di ipotesi che necessitano di una verifica e di approfondimenti alla luce soprattutto delle informazioni geomorfologiche acquisite sulle isole. Sarebbe inoltre auspicabile filtrare gli "outlayers" e le specie prettamente pelagiche che, non avendo un legame diretto con la struttura del fondale, possono costituire un elemento di confusione nella verifica delle sopraccitate ipotesi.

Popolamento ittico nelle UA

Il raggruppamento *a posteriori* delle repliche in unità ambientali (UA) non ha evidenziato differenze significative per le variabili considerate. Questo risultato può essere in parte spiegato dal basso numero di repliche effettuate in alcune UA che limita notevolmente la potenza delle analisi impiegate.

In sintesi attualmente non si può dimostrare l'esistenza di aree omogenee con valori di diversità significativamente maggiore ("hot-spots") anche se è possibile individuare quelle UA nelle quali la ricchezza specifica e la diversità sono risultate più elevate. Si tratta di due punte rocciose nell'isola di Marettimo localizzate in due versanti opposti dell'isola: il versante W di Punta Mignone che include le UA C e X; il versante SSE del promontorio meridionale dell'isola, fra Punta Martino e Facciazzo, che include le UA C e H2. Oltre alla natura comune di queste punte, anche fattori oceanografici come il sistema di circolazione delle correnti o la natura delle masse d'acqua nei versanti orientale e occidentale dell'isola potrebbe aver contribuito ad una maggiore diversità e ricchezza specifica della fauna ittica in queste due aree.

Si osserva inoltre una sovrapposizione di alcune specie caratteristiche in diverse tipi di UA, il che indica la necessità di adottare ulteriori criteri per la determinazione delle UA.

CONCLUSIONE

I popolamenti ittici dell'arcipelago delle Egadi e di Ustica sono diversi alla scala di isole. Ci sono inoltre evidenze di collegamento fra alcune specie ittiche e certi componenti della struttura del fondo marino, come riportato in letteratura (Luckhurst e Luckhurst, 1978; McCoy *et al.*, 1991; García Charton e Pérez Ruzafa, 1998, 2001; Aburto Oropeza e Balart, 2001). Invece si mostra debole la relazione fra le specie ittiche e il loro habitat a livello di UA, probabilmente a causa di un basso numero di repliche (Underwood, 1997).

Il contributo innovativo dei risultati ottenuti da questa ricerca è rappresentato non solo da un ulteriore approfondimento del legame pesci - substrato ma soprattutto dal fatto di aver verificato che i pesci si comportano come descrittori ambientali efficaci anche su una scala spaziale maggiore di quelle finora riportate in bibliografia.

Questo risultato fornisce elementi per la comprensione di importanti questioni legate alla gestione della fascia costiera (tendenze nella diversità, struttura della comunità e impatto umano). La risposta delle diverse specie ittiche ai fattori ambientali giustifica l'uso della struttura dei popolamenti ittici quali indice di integrità biologica per la gestione e conservazione degli ecosistemi (Karr, 1981; Roth, 2000).

BIBLIOGRAFIA

- Aburto Oropeza, O. e Balart, E.F. (2001). Community structure of reef fish in several habitats of a rocky reef in the Gulf of California. *P.S.Z.N.: Marine Ecology*, **22**(4): 283-305.
- Arculeo, M.; Pipitone, C. e Riggio, S. (1989). Aspetti del regime alimentare di *Mullus surmuletus* L. (Pisces, Mullidae) nel Golfo di Palermo. *Oebalia*, **15**(1): 67-77.
- Badalamenti, F. e Riggio, S. (1989). I Policheti dei contenuti stomacali di *Mullus surmuletus* L. (Pisces, Mullidae) nel Golfo di Palermo. *Oebalia*, **15**(1, suppl.): 79-87.
- Badalamenti, F.; D'Anna G.; Pinnegar, J.K. e Polunin, N.V.C. (2002). Size-related trophodynamic changes in three target fish species recovering from intensive trawling. *Marine Biology*, **141**(3): 561-570.
- Bauchot, M.-L. e Hureau, J.-C. (1986). Sparidae. In *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Whitehead, P.J.P.; Bauchot, M.-L.; Hureau, J.-C.; Nielsen, J. e Tortonese, E. (ed.). Unesco, Bungay: 883-907.
- Beets, J. (1989). Experimental evaluation of fish recruitment to combinations of fish aggregating devices and benthic artificial reefs. *Bulletin of Marine Science*, **44**(2): 973-983.
- Bell, G.; Lechowicz, M.J.; Appenzeller, A.; Chandler, M.; DeBlois, E.; Jackson, L.; Mackenzie, B.; Preziosi, R.; Schallenberg, M. e Tinker, N. (1993). The spatial structure of the physical environment. *Oecologia*, **96**: 114-121.
- Bell, J.D. e Harmelin-Vivien, M.L. (1983). Fish fauna of French Mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadows. 2. Feeding habits. *Tethys*, **11**(1): 1-14.
- Benedetti-Cecchi, L.; Bertocci, I.; Micheli, F.; Maggi, E.; Fosella, T. e Vaselli, S. (2003). Implications of spatial heterogeneity for management of marine protected areas (MPAs): examples from assemblages of rocky coasts in the northwest Mediterranean. *Marine Environmental Research*, **55**: 429-458.
- Bohnsack, J.A. (1991). Habitat structure and the design of artificial reefs. In *Habitat structure: the physical arrangement of objects in space*, S.S. Bell, McCoy, E.D. e Mushinsky, H.R. (ed.). Chapman & Hall, London: 412-426.
- Borg, J.A.; Attrill, M.J.; Rowden, A.A.; Schembri, P.J.; Jones, M.B. (2005). Architectural characteristics of two beds types of the seagrass *Posidonia oceanica* over different spatial scales. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **62**(4): 667-678.
- Bortone, S.A.; Turpin, R.K.; Cody, R.C.; Bundrick, C.M. e Hill, R.L. (1997). Factors associated with artificial-reef fish assemblages. *Gulf of Mexico Science*, **1**: 17-34.
- Bray, J.R. e Curtis, J.T. (1957). An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, **27**(4): 325-349.
- Clarke, K.R. e Warwick, R.M. (1994). *Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth, Plymouth Marine Laboratory, 144 pp.

- D'Anna, G., Badalamenti, F. e Riggio, S. (1999). Traditional and experimental floating fish aggregating devices in the Gulf of Castellammare (NW Sicily): results from catches and visual observations. *Scientia Marina*, **63**(3-4): 209-218.
- Farina, A. (2001). *Ecologia del paesaggio. Principi, metodi e applicazioni*. UTET Libreria Srl., Torino, 673 pp.
- Forman, R.T.T. (1995). Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology*, **10**(3): 133-142.
- García Charton, J.A. e Pérez Ruzafa, A. (1998). Correlation between habitat structure and rocky reef fish assemblage in the Southwest Mediterranean. *P.S.Z.N.: Marine Ecology*, **19**(2): 111-128.
- García Charton, J.A. e Pérez Ruzafa, A. (2001). Spatial pattern and the habitat structure of a Mediterranean rocky reef fish local assemblage. *Marine Biology*, **138**: 971-934.
- Garrabou, J.; Riera, J. e Zabala, M. (1998). Landscape pattern indices applied to Mediterranean subtidal rocky benthic communities. *Landscape Ecology*, **13**(4): 225-247.
- Gonçalves, J.M.S. e Erzini, K. (1998). Feeding habits of the two-banded sea bream (*Diplodus vulgaris*) and the black sea bream (*Spondyliosoma cantharus*) (Sparidae) from the South-West Portugal. *Cybium*, **22**(3): 245-254.
- Hanski, I. (1997). Predictive and practical metapopulation models: the incidence function approach. In *Spatial ecology. The role of space in population dynamics and interspecific interactions*, Tilman, D. e Kareiva, P. (ed.). Princeton University Press: Princeton: 21-45.
- Hovel, K.A. e Lipcius, R.N. (2001). Habitat fragmentation in a seagrass landscape: patch size and complexity control blue crab survival. *Ecology*, **82**(7): 1814-1829.
- Hureau, J.-C. (1986). Mullidae. In *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Whitehead, P.J.P.; Bauchot, M.-L.; Hureau, J.-C.; Nielsen, J. & Tortonese, E. (eds.). Unesco, Bungay: 877-882.
- Hureau, J.-C. e Litvinenko, N.I. (1986). Scorpaenidae. In *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Whitehead, P.J.P.; Bauchot, M.-L.; Hureau, J.-C.; Nielsen, J. & Tortonese, E. (eds.). Unesco, Bungay: 1211-1229.
- Hutchinson, G.E. (1959). Homage to Santa Rosalia or why are there so many kinds of animals? *The American Naturalist*, **93**(870): 145-159.
- Jennings, S.; Kaiser, M.J. e Reynolds, J.D. (2001). *Population structure in space and time, in Marine fisheries ecology*. Blackwell Science Ltd., Oxford: 70-89.
- Karr, J.R. (1981). Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*, **6**(6): 21-27.
- Kelaher, B.P. e Castilla, J.C. (2005). Habitat characteristics influence macrofaunal communities in coralline turf more than mesoscale coastal upwelling on the coast of Northern Chile. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **63**(1-2): 155-165.

Leewis, R.; Van Moorsel, G. e Waardenburg, H. (2000). Shipwrecks on the Dutch continental shelf as artificial reefs. In *Artificial reefs in European Seas*. Jensen, A.C.; Collins, K.J. e Lockwood, A.P.M. (ed.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 419-434.

Legendre, L. e Legendre, P. (1998). *Numerical ecology. Develops in environmental modelling*, 20. Elsevier, Amsterdam, 853 pp.

Luckhurst, B.E. e Luckhurst, K. (1978). Analysis of the influence of substrate variables on coral reef fish communities. *Marine Biology*, **49**: 317-323.

MacArthur, R.H. e Wilson, E.O. (1963). An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution*, **17**(4): 373-387.

McCoy, E.D. e Bell, S.S. (1991). Habitat structure: the evolution and diversification of a complex topic. In *Habitat structure. The physical arrangement of objects in space*. Bell, S.S.; McCoy, E.D. e Mushinsky, H.R. (ed.). Chapman & Hall, London.: 3-27.

McCoy, E.D.; Bell, S.S. e Mushinsky, H.R. (1991). Habitat structure: synthesis and perspectives. In *Habitat structure. The physical arrangement of objects in space*. Bell, S.S.; McCoy, E.D. e Mushinsky, H.R. (ed.). Chapman & Hall, London: 427-430.

Nielsen, J. (1986). Bothidae. In: *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Whitehead, P.J.P.; Bauchot, M.-L.; Hureau, J.-C.; Nielsen, J. e Tortonese, E. (ed.). Unesco, Bungay: 1294-1298.

Orth, R.J.; Heck, K.L.Jr e van Montfrans, J. (1984). Faunal communities in seagrass beds: A review of the influence of plant structure and prey characteristics on predator-prey relationships. *Estuaries*, **7**(4A): 339-350.

Pepe, P.; Badalamenti, F. e D'Anna, G. (1996). Abitudini alimentari di *Diplodus vulgaris* sulle strutture artificiali del Golfo di Castellammare (Sicilia nord-occidentale). *Biologia Marina Mediterranea*, **3**(1): 514-515.

Pinnegar, J.K. e Polunin, N.V.C. (2000). Contributions of stable-isotope data to elucidating food webs of Mediterranean rocky littoral fishes. *Oecologia*, **122**(3): 399-409.

Pinnegar, J.K.; Polunin, N.V.C. e Badalamenti, F. (2003). Long-term changes in the trophic level of western Mediterranean fishery and aquaculture landings. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **60**(2): 222-235.

Pulliam, H. R. (1988). Sources, sinks, and population regulation. *The American Naturalist*, **132**(5): 652-661.

Quéro, J.-C. (1986). Scyliorhinidae. In: *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Whitehead, P.J.P.; Bauchot, M.-L.; Hureau, J.-C.; Nielsen, J. e Tortonese, E. (ed.). Unesco, Bungay: 95-100.

Quignard, J.-P. e Pras, A. (1986). Labridae. In: *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Whitehead, P.J.P.; Bauchot, M.-L.; Hureau, J.-C.; Nielsen, J. e Tortonese, E. (ed.). Unesco, Bungay: 919-942.

- Robbins, B.D. e Bell, S.S. (1994). Seagrass landscapes: a terrestrial approach to the marine subtidal environment. *Trends in Ecology and Evolution*, **9**(8): 301-304.
- Roth, N.E., Southerland, M.T.; Chaillou, J.C.; Kazyak, P.F. e Stranko, S.A. (2000). *Refinement and validation of a fish Index of Biotic Integrity for Maryland streams*. Maryland Department of Natural Resources, Annapolis. 64 pp.
- Sala, E. e Ballesteros, E. (1997). Partitioning of space and food resources by three fish of the genus *Diplodus* (Sparidae) in a Mediterranean rocky infralittoral ecosystem. *Marine Ecology Progress Series*, **152**: 273-283.
- Salita, J. T.; Ekau, W. E Saint-Paul, U. (2003). Field evidence on the influence of seagrass landscapes on fish abundance in Bolinao, northern Philippines. *Marine Ecology Progress Series*, **247**: 183-195.
- Shaw, R.G. e Mitchell-Olds, T. (1993). Anova for unbalanced data: An overview. *Ecology*, **74**(6): 1638-1645.
- Steele, J.H. (1989). The ocean "landscape". *Landscape Ecology*, **3**(3-4): 185-192.
- Stehmann, M. e Burkel, D.L. (1986). Torpedinidae. In: *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Whitehead, P.J.P.; Bauchot, M.-L.; Hureau, J.-C.; Nielsen, J. e Tortonese, E. (ed.). Unesco, Bungay: 159-162.
- Stephan, C.D. e Lindquist, D.G. (1989). A comparative analysis of the fish assemblages associated with old and new shipwrecks and fish aggregating devices in Onslow Bay, North Carolina. *Bulletin of Marine Science*, **44**(2): 698-717.
- Stergiou, K.I. e Karpouzi, V.S. (2002). Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **11**: 217-254.
- Sulak, K.J. (1986). Synodontidae. In: *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Whitehead, P.J.P.; Bauchot, M.-L.; Hureau, J.-C.; Nielsen, J. e Tortonese, E. (ed.). Unesco, Bungay: 405-411.
- Syms, C. (1995). Multi-scale analysis of habitat association in a guild of blennioid fishes. *Marine Ecology Progress Series*, **125**: 31-43.
- Thrush, S.F.; Schultz, D.; Hewitt, J.E. e Talley, D. (2002). Habitat structure in soft-sediment environments and abundance of juvenile snapper *Pagrus auratus*. *Marine Ecology Progress Series*, **245**: 273-280.
- Tortonese, E. (1975). *Fauna d'Italia (X). Osteichthyes. Parte seconda*. Calderini, Bologna, 636 pp.
- Tortonese, E. (1986). Serranidae. In *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Whitehead, P.J.P.; Bauchot, M.-L.; Hureau, J.-C.; Nielsen, J. e Tortonese, E. (ed.). Unesco, Bungay: 780-792.
- Turner, S.J.; Thrush, S.F.; Hewitt, J.E.; Cummings, V.J. e Funnell, G. (1999). Fishing impacts and the degradation or loss of habitat structure. *Fisheries Management and Ecology*, **6**(5): 401-420.

Underwood, A.J. (1997). *Experiments in ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge University Press. Cambridge, 504 pp.

Wootton, R.J. (1998). *Ecology of teleost fishes*. Chapman & Hall, London, 404 pp.

Tab. 1 - Elenco faunistico e frequenza percentuale (F%) di rinvenimento delle specie catturate nelle quattro isole.

CLASSE/FAMIGLIA	SPECIE	FAVIGNANA	LEVANZO	MARETTIMO	USTICA
Molluschi cefalopodi		F(%)	F(%)	F(%)	F(%)
Sepiidae	<i>Sepia officinalis</i>	26.5	12.5	35.3	52.2
Loliginidae	<i>Loligo vulgaris</i>	0.0	6.3	0.0	8.7
Octopodidae	<i>Octopus vulgaris</i>	5.9	9.4	8.8	4.3
Crostacei					
Nephropidae	<i>Homarus gammarus</i>	0.0	0.0	0.0	4.3
Palinuridae	<i>Palinurus elephas</i>	0.0	9.4	35.3	8.7
Scyllaridae	<i>Scyllarus arctus</i>	2.9	12.5	14.7	4.3
Majidae	<i>Maja squinado</i>	0.0	0.0	0.0	4.3
Pesci cartilaginei					
Scyliorhinidae	<i>Scyliorhinus stellaris</i>	0.0	0.0	2.9	0.0
Torpedinidae	<i>Torpedo marmorata</i>	8.8	0.0	5.9	21.7
Rajidae	<i>Raja radula</i>	2.9	0.0	2.9	0.0
Dasyatidae	<i>Dasyatis pastinaca</i>	2.9	3.1	0.0	0.0
Myliobatidae	<i>Myliobatis aquila</i>	0.0	3.1	0.0	0.0
Pesci ossei					
Clupeidae	<i>Sardinella aurita</i>	20.6	3.1	2.9	0.0
Synodontidae	<i>Synodus saurus</i>	50.0	31.3	35.3	52.2
Muraenidae	<i>Muraena helena</i>	11.8	28.1	41.2	39.1
Congridae	<i>Conger conger</i>	2.9	3.1	5.9	26.1
Gadidae	<i>Phycis phycis</i>	2.9	3.1	41.2	17.4
Zeidae	<i>Zeus faber</i>	14.7	18.8	20.6	13.0
Serranidae	<i>Anthias anthias</i>	0.0	0.0	0.0	8.7
	<i>Epinephelus marginatus</i>	0.0	0.0	2.9	0.0
	<i>Serranus cabrilla</i>	2.9	28.1	29.4	78.3
	<i>Serranus scriba</i>	35.3	50.0	47.1	26.1
Apogonidae	<i>Apogon imberbis</i>	0.0	21.9	8.8	13.0
Carangidae	<i>Seriola dumerili</i>	2.9	0.0	0.0	13.0
	<i>Trachurus trachurus</i>	11.8	21.9	2.9	21.7
Sciaenidae	<i>Sciaena umbra</i>	8.8	6.3	17.6	0.0
Mullidae	<i>Mullus barbatus</i>	0.0	9.4	0.0	0.0
	<i>Mullus surmuletus</i>	67.6	62.5	88.2	95.7
Sparidae	<i>Boops boops</i>	76.5	68.8	94.1	91.3
	<i>Diplodus annularis</i>	35.3	31.3	64.7	0.0
	<i>Dentex dentex</i>	14.7	0.0	2.9	0.0
	<i>Diplodus puntazzo</i>	2.9	9.4	2.9	0.0
	<i>Diplodus sargus</i>	0.0	0.0	11.8	0.0
	<i>Diplodus vulgaris</i>	70.6	59.4	61.8	0.0
	<i>Lithognatus mormyrus</i>	0.0	0.0	2.9	0.0
	<i>Oblada melanura</i>	0.0	6.3	11.8	0.0
	<i>Pagellus acarne</i>	5.9	12.5	32.4	8.7
	<i>Pagellus bogaraveo</i>	0.0	6.3	23.5	17.4
	<i>Pagellus erythrinus</i>	11.8	0.0	11.8	13.0
	<i>Pagrus pagrus</i>	0.0	6.3	73.5	34.8
	<i>Spondyllosoma cantharus</i>	20.6	40.6	38.2	13.0
	<i>Sarpa salpa</i>	2.9	15.6	32.4	4.3
Centracanthidae	<i>Centracanthus cirrus</i>	0.0	0.0	0.0	52.2
	<i>Spicara flexuosa</i>	0.0	0.0	11.8	8.7
	<i>Spicara maena</i>	23.5	65.6	38.2	65.2
	<i>Spicara smaris</i>	0.0	3.1	0.0	21.7
Pomacentridae	<i>Chromis chromis</i>	0.0	0.0	0.0	4.3
Labridae	<i>Coris julis</i>	2.9	3.1	8.8	4.3

continua tab. 1

CLASSE/FAMIGLIA	SPECIE	FAVIGNANA	LEVANZO	MARETTIMO	USTICA
	<i>Labrus merula</i>	17.6	34.4	47.1	13.0
	<i>Labrus viridis</i>	23.5	25.0	29.4	4.3
	<i>Symphodus mediterraneus</i>	0.0	3.1	5.9	60.9
	<i>Symphodus roissali</i>	0.0	3.1	0.0	0.0
	<i>Symphodus rostratus</i>	0.0	0.0	2.9	0.0
	<i>Symphodus tinca</i>	67.6	75.0	82.4	47.8
	<i>Xyrichthys novacula</i>	8.8	0.0	0.0	0.0
Scaridae	<i>Sparisoma cretense</i>	0.0	0.0	5.9	0.0
Trachinidae	<i>Trachinus draco</i>	0.0	3.1	0.0	4.3
	<i>Trachinus radiatus</i>	0.0	3.1	0.0	0.0
Uranoscopidae	<i>Uranoscopus scaber</i>	11.8	21.9	23.5	21.7
Scombridae	<i>Scomber scombrus</i>	2.9	0.0	0.0	0.0
	<i>Auxis rochei</i>	0.0	0.0	2.9	0.0
	<i>Thunnus thynnus</i>	0.0	3.1	0.0	0.0
	<i>Sarda sarda</i>	0.0	0.0	2.9	0.0
Gobiidae	<i>Gobius cruentatus</i>	0.0	6.3	0.0	0.0
Sphyraenidae	<i>Sphyraena sphyraena</i>	0.0	0.0	2.9	0.0
Mugilidae	<i>Liza aurata</i>	0.0	0.0	2.9	0.0
Scorpaenidae	<i>Scorpaena maderensis</i>	0.0	12.5	14.7	4.3
	<i>Scorpaena notata</i>	17.6	68.8	52.9	69.6
	<i>Scorpaena porcus</i>	82.4	100.0	76.5	73.9
	<i>Scorpaena scrofa</i>	11.8	75.0	41.2	82.6
Triglidae	<i>Aspitrigla obscura</i>	2.9	0.0	0.0	0.0
	<i>Trigloporus lastoviza</i>	2.9	0.0	0.0	0.0
Dactylopteridae	<i>Dactylopterus volitans</i>	2.9	28.1	5.9	0.0
Bothidae	<i>Bothus podas</i>	41.2	0.0	5.9	0.0
Soleidae	<i>Monochirus hispidus</i>	2.9	6.3	2.9	13.0
	<i>Microchirus ocellatus</i>	0.0	12.5	0.0	0.0
	<i>Solea kleinii</i>	0.0	3.1	0.0	0.0

Tab. 2 - Risultati del test di Student-Newman-Keuls per il confronto fra le isole del numero di individui (N), del numero di specie (S) e dell'indice di diversità di Shannon-Wiener (H'). * = p<0.05; ** = p<0.01; *** = p<0.001; ns = non significativo.

ISOLA	Favignana	Levanzo	Marettimo	Ustica
N medio	33.59	39.55	84.06	68.57
Favignana				
Levanzo	ns			
Marettimo	**	**		
Ustica	*	*	ns	
S medio	8.47	11.64	14.24	12.48
Favignana				
Levanzo	***			
Marettimo	***	**		
Ustica	***	ns	*	
H' medio	1.70	1.97	2.08	1.85
Favignana				
Levanzo	*			
Marettimo	**	ns		
Ustica	ns	ns	ns	

Tab. 3 - Risultati dell'analisi ANOSIM tra le isole. I calcoli sono stati realizzati sui dati multivariati, dopo trasformazione logaritmica e con l'utilizzo dell'indice di similarità di Bray-Curtis. I caratteri in grassetto indicano dei risultati statisticamente significativi.

	Favignana		Levanzo		Marettimo		n
	R	p	R	p	R	p	
Favignana							9999
Levanzo	0.218	<0.001					9999
Marettimo	0.222	<0.001	0.204	<0.001			9999
Ustica	0.514	<0.001	0.425	<0.001	0.341	<0.001	9999

Tab. 4 - Contributo percentuale delle specie alla dissimilitudine (Diss.) fra le isole. d.s. = deviazione standard; Cum.% = percentuale cumulativa

Dissimilitudine media = 67.52							
Specie	Ustica vs Levanzo		Diss. media	Diss/d.s.	Contrib%	Cum.%	
	N medio	N medio					
M.surmuletus	14.26	1.81	5.98	1.37	8.86	8.86	
S.mediterraneus	11.35	0.03	4.84	0.94	7.16	16.02	
S.porcus	3.26	10.25	4.52	1.46	6.70	22.71	
C.cirrus	10.17	0.00	4.06	0.60	6.01	28.72	
B.boops	5.09	7.25	3.95	1.33	5.85	34.58	
S.maena	6.04	1.94	3.78	0.95	5.60	40.17	
S.cabrilla	2.26	0.41	2.50	1.30	3.71	43.88	
S.tinca	1.09	2.31	2.49	1.20	3.69	47.57	
S.notata	2.09	2.19	2.49	1.25	3.69	51.26	
S.saurus	1.91	0.59	2.36	1.03	3.50	54.76	
S.scrofa	2.00	2.13	2.10	1.20	3.11	57.87	
D.vulgaris	0.00	1.13	1.90	1.03	2.81	60.68	
S.scriba	0.35	0.97	1.70	0.92	2.52	63.20	
S.officinalis	0.70	0.16	1.43	1.00	2.12	65.32	
L.merula	0.17	0.84	1.33	0.76	1.98	67.30	
S.cantharus	0.17	0.59	1.26	0.83	1.86	69.16	
P.bogaraveo	1.30	0.06	1.16	0.43	1.72	70.88	
M.helena	0.43	0.34	1.15	0.90	1.70	72.58	
U.scaber	0.30	0.41	1.08	0.69	1.60	74.18	
P.acarne	1.09	0.25	1.05	0.44	1.55	75.73	

Dissimilitudine media = 68.35							
Specie	Ustica vs Marettimo		Diss. media	Diss/d.s.	Contrib%	Cum.%	
	N medio	N medio					
B.boops	5.09	31.12	4.39	0.72	6.42	6.42	
S.mediterraneus	11.35	0.06	4.25	0.92	6.21	12.63	
M.surmuletus	14.26	6.52	4.22	1.26	6.18	18.81	
S.tinca	1.09	8.06	3.68	1.38	5.38	24.20	
C.cirrus	10.17	0.00	3.53	0.59	5.17	29.36	
S.maena	6.04	0.97	3.30	0.88	4.83	34.19	
S.porcus	3.26	5.70	3.03	1.32	4.44	38.63	
P.pagrus	0.35	3.73	2.48	0.91	3.62	42.25	
S.notata	2.09	2.42	2.32	1.24	3.39	45.65	
S.scrofa	2.00	1.52	2.24	1.47	3.28	48.92	
D.vulgaris	0.00	2.64	2.23	1.09	3.27	52.19	
D.annularis	0.00	2.24	2.21	1.16	3.23	55.42	
S.cabrilla	2.26	0.36	2.17	1.23	3.17	58.59	
S.saurus	1.91	0.97	2.13	1.02	3.11	61.70	
S.salpa	0.04	3.88	1.64	0.52	2.40	64.10	
S.scriba	0.35	1.58	1.56	1.01	2.28	66.38	
P.acarne	1.09	1.21	1.55	0.61	2.27	68.65	
P.bogaraveo	1.30	0.61	1.42	0.60	2.08	70.73	
L.merula	0.17	1.27	1.41	0.94	2.06	72.79	
S.officinalis	0.70	0.64	1.38	0.99	2.02	74.81	
P.phycis	0.26	1.06	1.35	0.84	1.98	76.79	

Continua tabella 4

Dissimilitudine media = 64.55

Specie	Levanzo vs Marettimo		Diss. media	Diss/d.s.	Contrib%	Cum.%
	N medio	N medio				
B.boops	7.25	31.12	6.16	0.91	9.55	9.55
S.porcus	10.25	5.70	4.21	1.28	6.52	16.07
S.tinca	2.31	8.06	3.58	1.29	5.55	21.62
M.surmuletus	1.81	6.52	3.38	1.35	5.24	26.86
P.pagrus	0.06	3.73	3.05	0.97	4.72	31.58
S.notata	2.19	2.42	2.68	1.20	4.15	35.73
S.scrofa	2.13	1.52	2.52	1.32	3.90	39.63
D.vulgaris	1.13	2.64	2.39	1.21	3.71	43.34
D.annularis	0.47	2.24	2.30	1.16	3.56	46.90
S.maena	1.94	0.97	2.29	1.04	3.55	50.46
S.scriba	0.97	1.58	2.04	1.07	3.16	53.62
S.salpa	0.19	3.88	1.92	0.56	2.97	56.58
L.merula	0.84	1.27	1.85	1.04	2.87	59.45
S.cantharus	0.59	1.00	1.64	0.94	2.54	61.99
S.saurus	0.59	0.97	1.57	0.89	2.43	64.42
P.acarne	0.25	1.21	1.46	0.62	2.26	66.68
P.phycis	0.03	1.06	1.37	0.75	2.12	68.80
M.helena	0.34	0.73	1.33	0.91	2.05	70.86
S.officinalis	0.16	0.64	1.22	0.73	1.89	72.74
P.elephas	0.09	0.67	1.17	0.72	1.82	74.56
U.scaber	0.41	0.45	1.14	0.68	1.76	76.32

Dissimilitudine media = 72.65

Specie	Ustica vs Favignana		Diss. media	Diss/d.s.	Contrib%	Cum.%
	N medio	N medio				
M.surmuletus	14.26	5.18	6.33	1.35	8.72	8.72
S.mediterraneus	11.35	0.00	5.26	0.95	7.24	15.95
C.cirrus	10.17	0.00	4.44	0.61	6.11	22.06
S.maena	6.04	0.38	4.21	0.86	5.80	27.86
S.porcus	3.26	6.53	4.16	1.39	5.73	33.59
B.boops	5.09	6.68	3.98	1.44	5.48	39.07
D.vulgaris	0.00	2.71	3.32	1.29	4.57	43.64
S.scrofa	2.00	0.12	3.15	1.65	4.33	47.97
S.cabrilla	2.26	0.03	3.04	1.46	4.18	52.16
S.saurus	1.91	1.56	2.89	1.10	3.98	56.14
S.notata	2.09	0.56	2.83	1.29	3.89	60.03
S.tinca	1.09	2.06	2.64	1.21	3.63	63.66
B.podas	0.00	1.53	2.05	0.72	2.83	66.48
S.officinalis	0.70	0.32	1.58	1.02	2.18	68.66
S.scriba	0.35	0.76	1.48	0.86	2.04	70.71
D.annularis	0.00	0.85	1.38	0.70	1.90	72.60
T.trachurus	0.26	0.88	1.22	0.52	1.68	74.28
P.bogaraveo	1.30	0.00	1.18	0.39	1.62	75.90

Continua tabella 4

Dissimilitudine media = 64.94							
Specie	Levanzo N medio	vs	Favignana N medio	Diss. media	Diss/d.s.	Contrib%	Cum.%
B.boops	7.25		6.68	5.82	1.27	8.96	8.96
M.surmuletus	1.81		5.18	4.50	1.19	6.92	15.88
S.porcus	10.25		6.53	4.48	1.21	6.90	22.78
S.notata	2.19		0.56	3.39	1.21	5.22	28.00
S.scrofa	2.13		0.12	3.38	1.36	5.21	33.21
D.vulgaris	1.13		2.71	3.21	1.27	4.95	38.16
S.tinca	2.31		2.06	3.15	1.23	4.85	43.01
S.maena	1.94		0.38	2.93	1.03	4.51	47.53
S.saurus	0.59		1.56	2.63	0.90	4.05	51.58
B.podas	0.00		1.53	2.36	0.71	3.63	55.21
S.scriba	0.97		0.76	2.35	0.98	3.61	58.82
D.annularis	0.47		0.85	1.94	0.93	2.99	61.82
L.merula	0.84		0.26	1.74	0.80	2.67	64.49
S.cantharus	0.59		0.24	1.60	0.86	2.46	66.95
T.trachurus	0.41		0.88	1.58	0.55	2.43	69.38
D.volitans	0.66		0.09	1.22	0.59	1.88	71.26
L.viridis	0.31		0.26	1.20	0.74	1.85	73.12
S.officinalis	0.16		0.32	1.13	0.66	1.74	74.85
U.scaber	0.41		0.12	1.10	0.58	1.69	76.55

Dissimilitudine media = 67.20							
Specie	Marettimo N medio	vs	Favignana N medio	Diss. media	Diss/d.s.	Contrib%	Cum.%
B.boops	31.12		6.68	6.34	0.92	9.43	9.43
M.surmuletus	6.52		5.18	4.29	1.44	6.38	15.81
S.porcus	5.70		6.53	4.14	1.29	6.17	21.98
S.tinca	8.06		2.06	4.03	1.33	6.00	27.98
P.pagrus	3.73		0.00	3.39	0.98	5.05	33.03
D.vulgaris	2.64		2.71	3.03	1.23	4.51	37.54
D.annularis	2.24		0.85	2.57	1.17	3.82	41.36
S.notata	2.42		0.56	2.42	0.98	3.60	44.97
S.saurus	0.97		1.56	2.36	0.92	3.52	48.48
S.scriba	1.58		0.76	2.05	1.06	3.05	51.54
B.podas	0.12		1.53	2.04	0.72	3.03	54.57
S.salpa	3.88		0.03	1.92	0.51	2.85	57.42
S.scrofa	1.52		0.12	1.83	0.81	2.72	60.14
L.merula	1.27		0.26	1.73	0.96	2.57	62.71
S.cantharus	1.00		0.24	1.55	0.80	2.31	65.02
S.maena	0.97		0.38	1.54	0.86	2.29	67.31
P.phycis	1.06		0.03	1.48	0.75	2.20	69.52
S.officinalis	0.64		0.32	1.45	0.81	2.16	71.68
P.acarne	1.21		0.06	1.44	0.56	2.14	73.82
M.helena	0.73		0.15	1.33	0.83	1.99	75.81

Tab. 5 - Indici di struttura del popolamento ittico per ognuna delle unità ambientali: numero di campioni (n), abbondanza media (N); numero medio di specie (S), indice di diversità di Margalef (d), indice di rarità di Pielou (J'), indice di diversità di Shannon-Wiener (H') e indice di diversità di Simpson (1-λ'). I valori fra parentesi indicano una unità di deviazione standard.

Isola	geoUA	n	N	S	d	J'	H'	1-lambda'
Favignana	A	15	28.07 (8.88)	8.47 (2.67)	2.26 (0.71)	0.81 (0.11)	1.71 (0.38)	0.78 (0.13)
Favignana	B	8	29.00 (13.10)	6.38 (2.06)	1.65 (0.62)	0.85 (0.07)	1.51 (0.31)	0.75 (0.08)
Favignana	C	5	46.00 (26.09)	10.00 (2.65)	2.41 (0.44)	0.81 (0.06)	1.83 (0.28)	0.81 (0.06)
Favignana	D	6	48.50 (11.93)	9.17 (1.72)	2.12 (0.43)	0.77 (0.07)	1.69 (0.23)	0.75 (0.08)
Favignana	D1	1	34.00 (0)	7.00 (0)	1.70 (0)	0.76 (0)	1.47 (0)	0.73 (0)
Levanzo	?	4	53.50 (39.31)	11.25 (2.87)	2.68 (0.57)	0.71 (0.17)	1.69 (0.40)	0.72 (0.15)
Levanzo	A	3	34.00 (12.49)	8.00 (1.00)	2.02 (0.18)	0.80 (0.08)	1.65 (0.19)	0.78 (0.06)
Levanzo	A1	3	38.67 (16.29)	12.00 (3.61)	3.04 (0.69)	0.85 (0.02)	2.08 (0.21)	0.86 (0.02)
Levanzo	A1(?)	3	20.33 (14.47)	7.00 (3.61)	2.02 (1.03)	0.84 (0.10)	1.52 (0.54)	0.76 (0.15)
Levanzo	B	8	38.88 (7.26)	13.00 (3.12)	3.28 (0.77)	0.85 (0.09)	2.15 (0.35)	0.86 (0.08)
Levanzo	B1	2	36.50 (7.78)	9.50 (3.54)	2.35 (0.85)	0.87 (0)	1.92 (0.33)	0.84 (0.05)
Levanzo	C	9	41.22 (17.43)	11.78 (2.73)	2.94 (0.56)	0.81 (0.11)	1.99 (0.32)	0.82 (0.10)
Marettimo	A	8	138.38 (158.27)	14.75 (4.46)	3.09 (0.62)	0.76 (0.19)	2.01 (0.54)	0.79 (0.20)
Marettimo	A1	1	71.00 (0)	15.00 (0)	3.28 (0)	0.79 (0)	2.15 (0)	0.83 (0)
Marettimo	B	3	280.33 (357.69)	16.33 (1.15)	3.21 (0.94)	0.59 (0.42)	1.67 (1.21)	0.61 (0.46)
Marettimo	C	1	60.00 (0)	17.00 (0)	3.91 (0)	0.88 (0)	2.50 (0)	0.91 (0)
Marettimo	D	7	70.29 (43.85)	12.29 (5.06)	2.76 (0.96)	0.79 (0.12)	1.94 (0.45)	0.80 (0.12)
Marettimo	E	5	77.60 (94.02)	11.40 (3.97)	2.72 (0.83)	0.74 (0.28)	1.76 (0.74)	0.72 (0.28)
Marettimo	F	4	20.50 (5.51)	8.75 (1.71)	2.58 (0.41)	0.90 (0.05)	1.93 (0.23)	0.86 (0.06)
Marettimo	F?	7	59.86 (69.22)	12.57 (4.65)	3.09 (1.09)	0.78 (0.23)	1.87 (0.75)	0.76 (0.25)
Marettimo	G	1	46.00 (0)	11.00 (0)	2.61 (0)	0.82 (0)	1.97 (0)	0.84 (0)
Marettimo	H1	1	55.00 (0)	16.00 (0)	3.74 (0)	0.89 (0)	2.48 (0)	0.91 (0)
Marettimo	H2	1	29.00 (0)	12.00 (0)	3.27 (0)	0.92 (0)	2.29 (0)	0.91 (0)
Marettimo	X	1	69.00 (0)	17.00 (0)	3.78 (0)	0.90 (0)	2.54 (0)	0.92 (0)
Ustica	A	7	95.71 (42.83)	12.57 (2.88)	2.62 (0.56)	0.67 (0.15)	1.69 (0.40)	0.70 (0.17)
Ustica	A1	10	56.40 (29.33)	10.80 (3.01)	2.54 (0.74)	0.77 (0.13)	1.82 (0.39)	0.78 (0.13)
Ustica	B	2	52.00 (36.77)	12.00 (0)	2.95 (0.60)	0.89 (0.07)	2.21 (0.16)	0.89 (0.04)
Ustica	B1	5	49.40 (28.45)	11.60 (3.13)	2.77 (0.67)	0.73 (0.16)	1.79 (0.50)	0.74 (0.18)

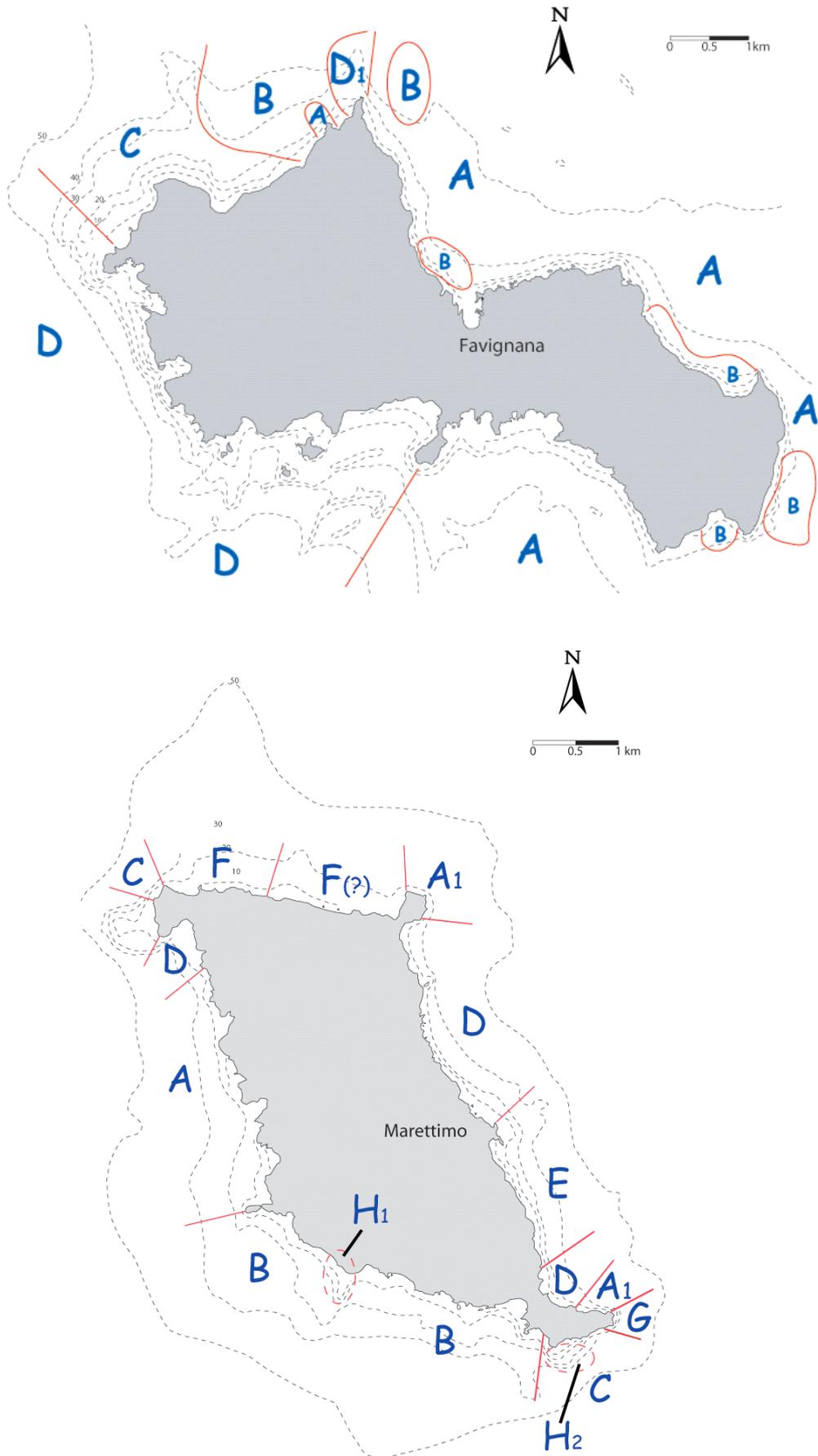
Tab. 6 - Risultati dell'analisi ANOSIM globale tra le UA all'interno di ogni isola. I calcoli sono stati realizzati sui dati multivariati, dopo trasformazione logaritmica e con l'utilizzo dell'indice di similarità di Bray-Curtis. I caratteri in grassetto indicano dei risultati statisticamente significativi.

	R	p	n
Favignana	0.049	0.248	9999
Levanzo	0.228	0.006	9999
Marettimo	0.037	0.285	9999
Ustica	0.025	0.582	9999

Tab. 7 - Risultati dell'analisi ANOSIM tra le UA all'interno dell'isola di Levanzo. I calcoli sono stati realizzati sui dati multivariati, dopo trasformazione logaritmica ed utilizzando l'indice di similarità di Bray-Curtis. I caratteri in grassetto indicano dei risultati statisticamente significativi.

	A		A1		A1(?)		B		B1		C		n
	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p			
A													9999
A1	-0.074	0.700											9999
A1(?)	0.222	0.400	0.037	0.500									9999
B	0.855	0.006	0.097	0.303	0.548	0.012							9999
B1	-0.250	0.800	-0.250	0.800	-0.417	0.800	0.414	0.111					9999
C	0.474	0.014	-0.157	0.764	0.147	0.255	0.121	0.063	0.105	0.273			9999
?	-0.148	0.714	0.000	42.900	0.130	0.314	0.496	0.004	-0.036	0.533	0.099	0.242	9999

Fig. 1 - Aree di studio con le relative Unità Ambientali (UA). Per la descrizione delle UA vedi il testo.



Continua figura 1.

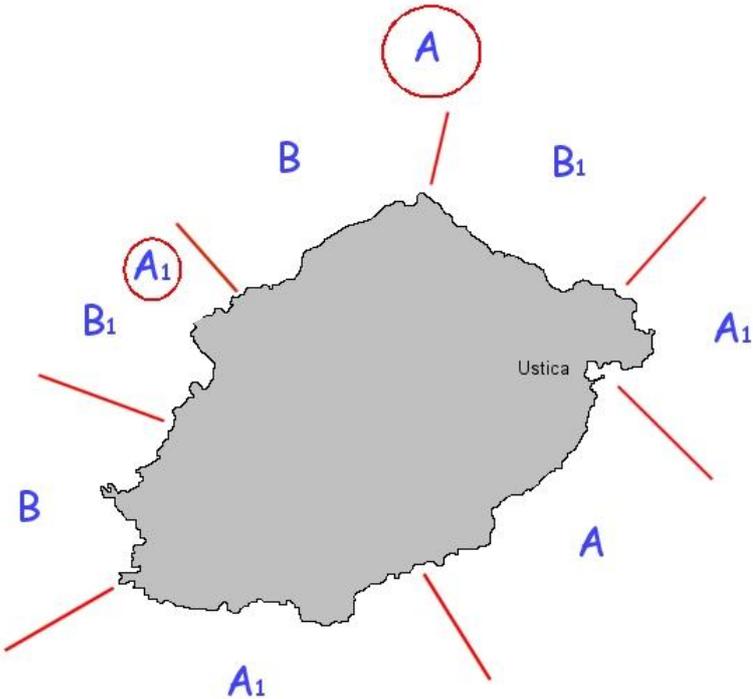
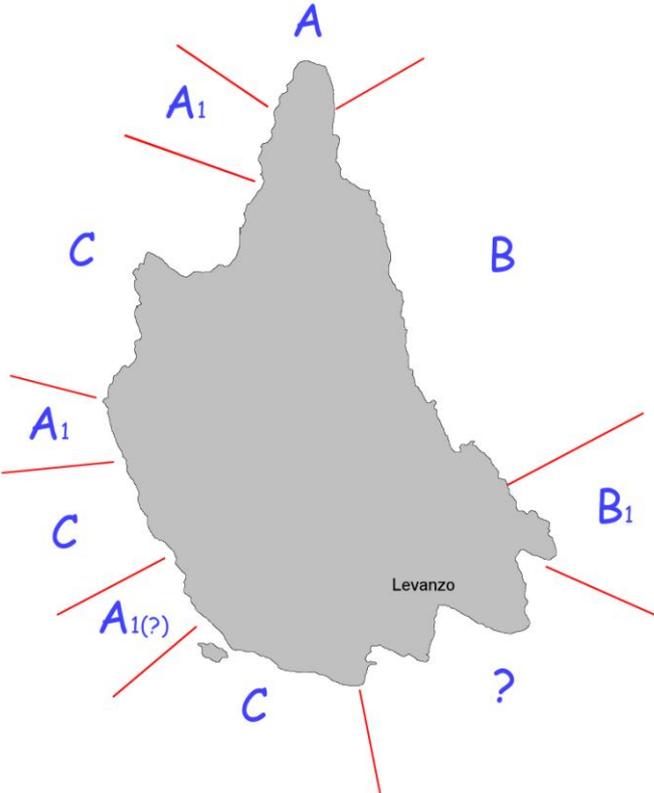


Fig. 2 – Media e deviazione standard (d.s.) del numero di individui (N), del numero di specie (S) e dell'indice di diversità di Shannon-Wiener nelle quattro isole. I simboli nelle in equazioni indicano i risultati dei test di Student-Newman-Keuls per N e S. (=) nessuna differenza significativa; (<) significativamente maggiore con $p < 0.05$; (<<) significativamente maggiore con $p < 0.01$; (<<<) significativamente maggiore con $p < 0.001$.

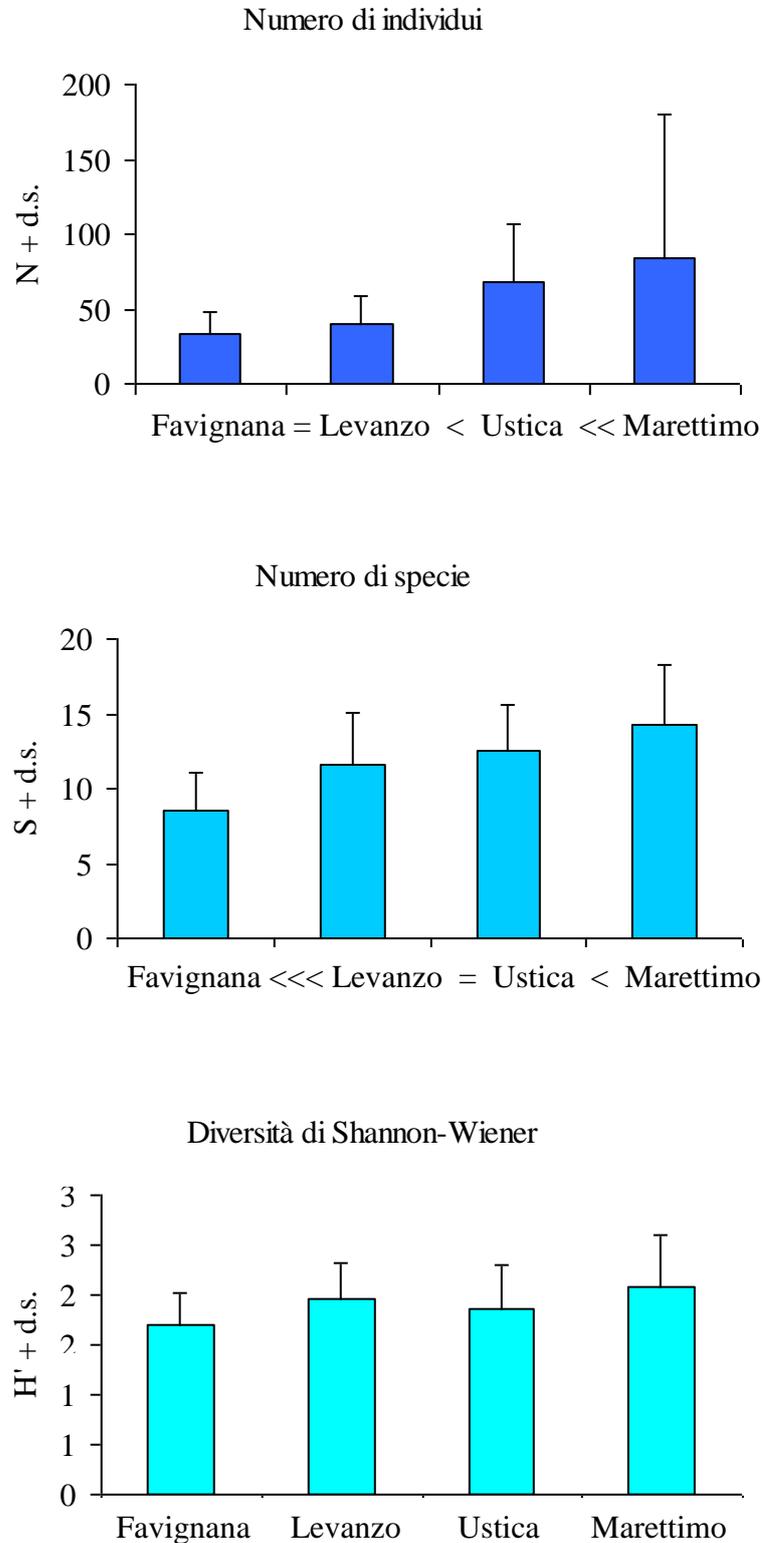


Fig. 3 – Dendrogramma per il raggruppamento gerarchico delle quattro isole.

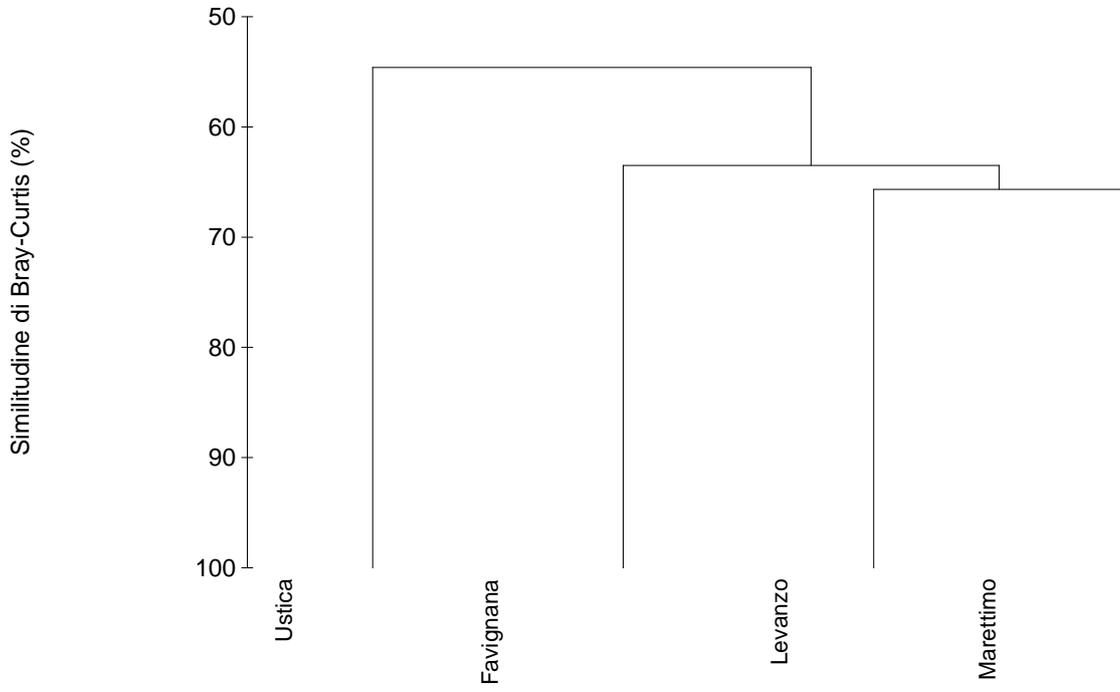


Fig. 4 - Specie caratteristiche e relativo contributo percentuale alla similitudine interna in ciascun isola.

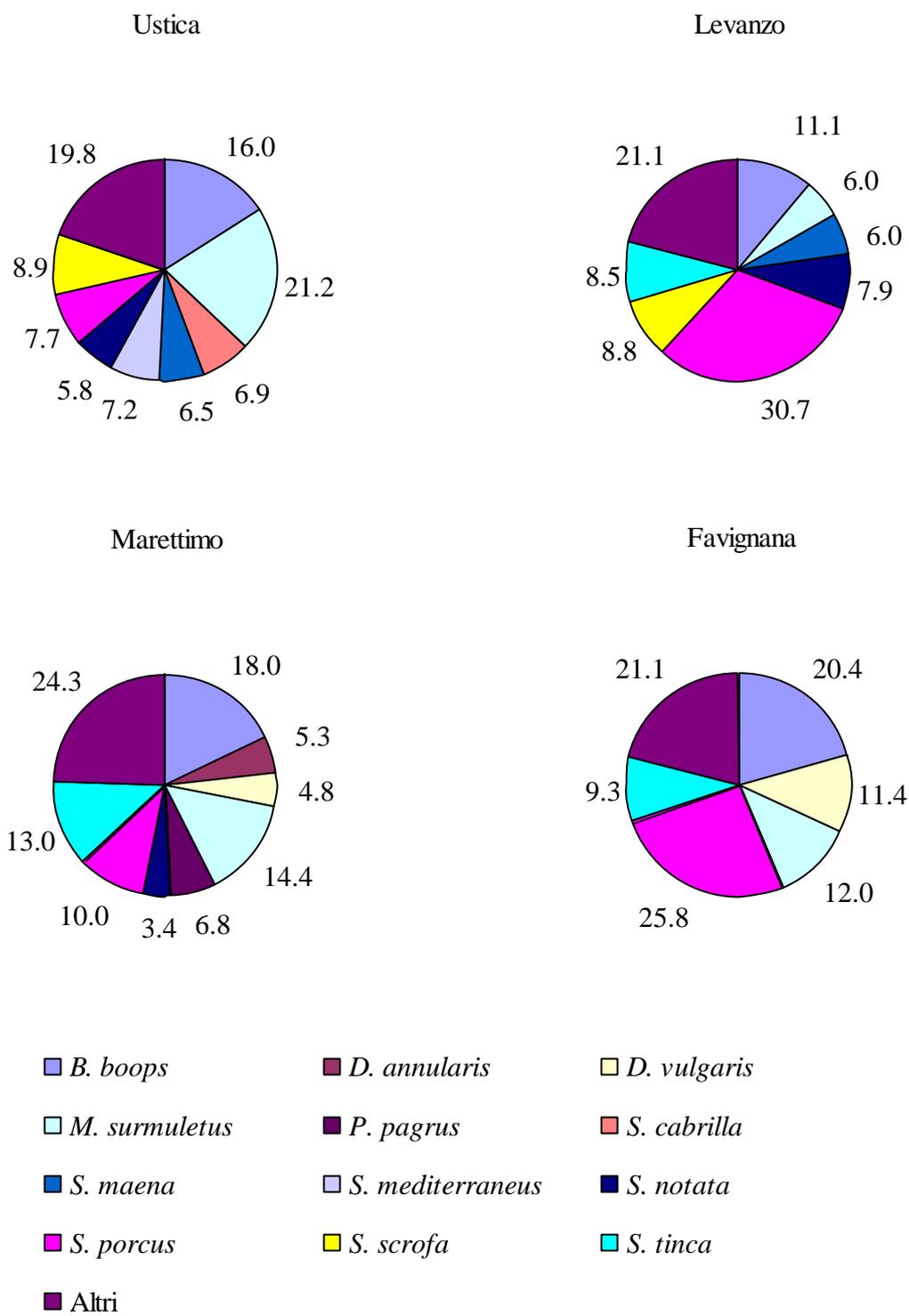


Fig. 5 - Curva di dominanza cumulativa.

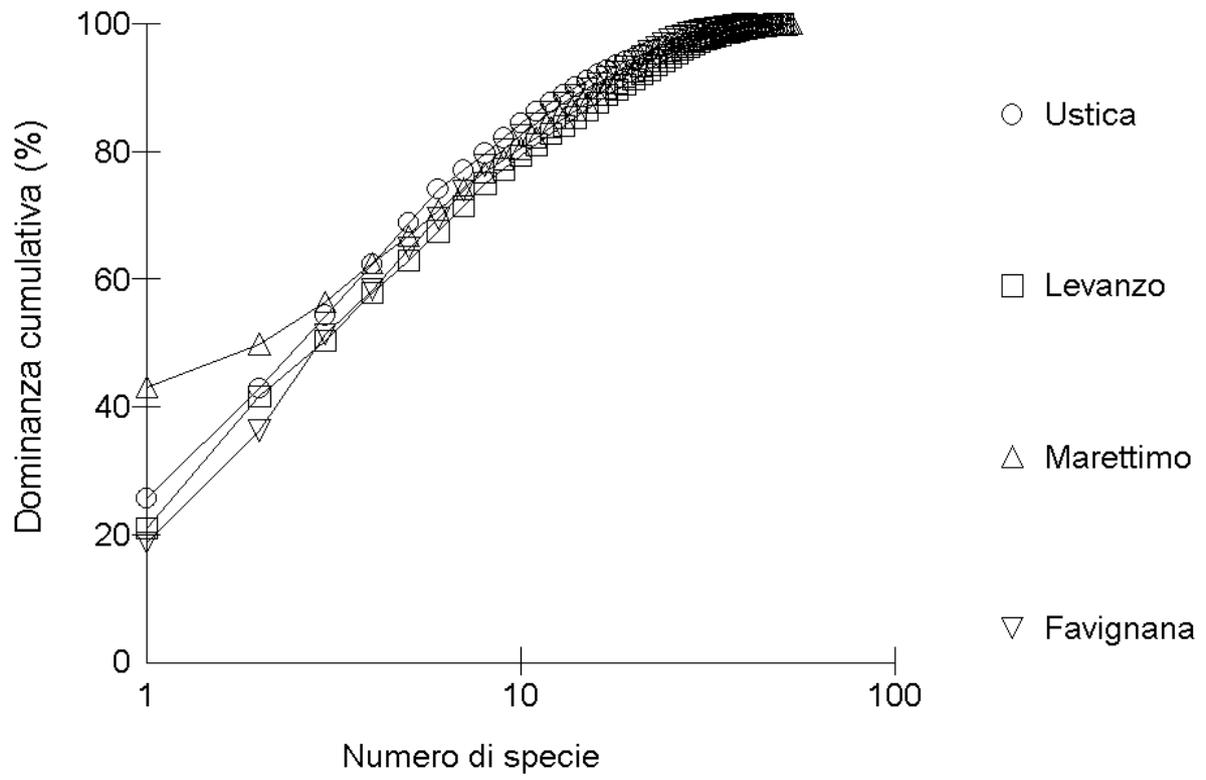
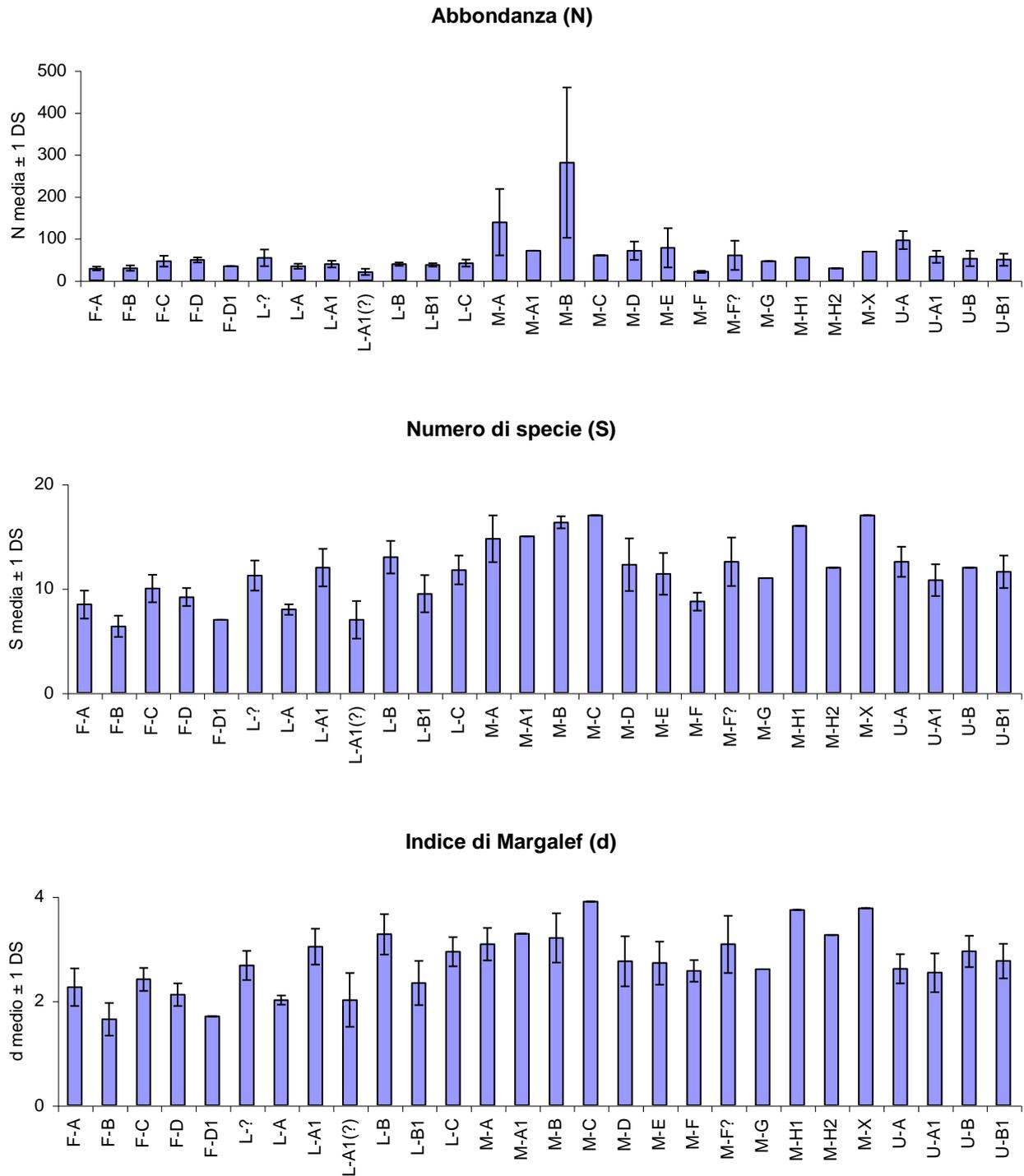


Fig. 6 - Struttura della comunità ittica nelle quattro isole (F = Favignana; L = Levanzo; M = Marittimo; U = Ustica) ed in ognuna delle unità ambientali (A-H). Valori medi di abbondanza (N), numero di specie (S) e indice di ricchezza specifica di Margalef (d). DS = deviazione standard.



Segue, figura 6

Fig. 6 - Struttura della comunità ittica nelle quattro isole (F = Favignana; L = Levanzo; M = Marittimo; U = Ustica) ed in ognuna delle unità ambientali (A-H). Valori medi degli indici di equitabilità di Pielou (J'), di diversità di Shannon-Wiener (H') e Simpson ($1-\lambda$). DS = deviazione standard.

