

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00001	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Rev. 1

Rif. RINA: P0037658-1-H1_02 - STUDIO IMPATTO AMBIENTALE

APPENDICE E

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE STATO DELL'AREA MARINA PROTETTA DI ISOLA BERGEGGI

Stato delle conoscenze sugli habitat marini bentonici nell'Area Marina Protetta "Isola di Bergeggi" e nelle zone limitrofe di Vado Ligure

Si riportano sinteticamente le principali attività di ricerca e monitoraggio svolte sugli habitat marini bentonici prioritari all'interno dell'Area Marina Protetta (AMP) "Isola di Bergeggi" e nelle zone limitrofe antistanti l'area costiera di Vado Ligure.

***Posidonia oceanica* (Habitat 1120*)**

Le praterie di *P. oceanica* nell'area che si estende da Vado Ligure e l'Area Marina Protetta "Isola di Bergeggi" sono incluse nelle ZSC IT1323202 (Isola Bergeggi - Punta Predani) e IT1323271 (Fondali Noli - Bergeggi), e sono state oggetto di mappatura di dettaglio e di monitoraggi periodici finalizzati alla valutazione del loro stato ecologico fin dagli anni '80.

È disponibile una lunga serie storica di dati (monitoraggi periodici realizzati negli anni 1987, 1992, 2004, 2009, 2012, 2016) che fa riferimento a un transetto bionomico subacqueo "permanente" che è stato rivisitato periodicamente, lungo 600 m e posizionato perpendicolarmente alla costa sul lato occidentale dell'isola di Bergeggi, in corrispondenza dell'estremità del settore orientale della prateria di posidonia di Spotorno-Bergeggi (Montefalcone et al., 2007; Oprandi et al., 2014a, 2014b; Bianchi et al., 2019). L'analisi diacronica dei dati raccolti lungo questo transetto permanente ha permesso di valutare la dinamica temporale di questa prateria negli ultimi 40 anni, evidenziandone il cambiamento nel tempo delle superfici coperte dai differenti tematismi, e mettendo in luce fenomeni di cambiamento di fase (*phase-shift*) nell'ecosistema, principalmente legati alla regressione di porzioni di prateria e alla concomitante sostituzione da parte di specie aliene come *Caulerpa cylindracea*. L'analisi temporale ha inoltre evidenziato un lento ma progressivo recupero di alcune aree di prateria in tempi recenti, accompagnato dalla quasi totale scomparsa dell'alga aliena durante gli ultimi monitoraggi del 2016.

In concomitanza con l'istituzione dell'Area Marina Protetta "Isola di Bergeggi", il DISTAV dell'Università di Genova è stato incaricato di realizzare una prima cartografia di dettaglio delle biocenosi marine bentoniche presenti sui fondali dell'AMP, realizzata nel 2007 a seguito di rilevamenti acustici multibeam, side scan sonar, e di numerosi rilevamenti subacquei lungo transetti bionomici (Bianchi et al., 2007). Con l'obiettivo di valutare lo stato di salute delle praterie di *Posidonia oceanica* di Bergeggi e di monitorare l'evoluzione nel tempo dell'espansione dell'areale dell'alga aliena *Caulerpa cylindracea*, nel 2009 il DISTAV è stato incaricato di studiare quattro siti distribuiti nelle porzioni principali delle praterie presenti nell'AMP: Punta del Maiolo, spiaggia delle Sirene, spiaggia di Bergeggi, e la grande prateria presente nel versante occidentale dell'Isola di Bergeggi (Bianchi et al., 2009a). Grazie ai dati registrati lungo transetti orizzontali, tramite rilevamenti visivi in immersione subacquea, sono stati elaborati indici ecologici paesaggistici (Indice di Conservazione, Indice di Sostituzione, Indice di Cambiamento di Fase, Indice di Frammentazione) che hanno permesso di valutare lo stato di salute di queste praterie.

Nel 2010 la prateria di *Posidonia oceanica* compresa tra Bergeggi e Capo di Vado, inserita nella ZSC IT1323271 (Fondali Noli-Bergeggi), è stata oggetto di uno studio scaturito da una collaborazione tra il CIMA e il DiSTAV per valutare la distribuzione spaziale e lo stato di salute della prateria mediante la realizzazione di 5 transetti bionomici di profondità (Montefalcone et al., 2010a). Lo studio ha portato all'elaborazione di una cartografia tematica di dettaglio. Nel 2016, attraverso la ripetizione dei rilevamenti in immersione subacquea lungo i medesimi transetti già realizzati nel 2010, è stato possibile aggiornare la descrizione fisiografica della prateria, la cartografia tematica già esistente, effettuare la misurazione di una serie di descrittori strutturali indicativi dello stato di salute del posidonieto, utili anche per l'elaborazione degli indici ecologici paesaggistici, nonché raccogliere i fasci fogliari per le successive analisi fenologiche e lepidocronologiche indispensabili per l'elaborazione dell'Indice PREI (Montefalcone, 2016; Oprandi et al., 2021).

Grotte marine (Habitat 8330)

La grotta marina di Bergeggi fornisce un esempio straordinario di lunghe serie storiche di dati disponibili per le grotte marine sommerse, forse unico in tutto il Mar Mediterraneo, dove le informazioni sulle condizioni ecologiche delle comunità bentoniche della grotta sono state raccolte regolarmente a partire dal 1986 (Bianchi et al., 1986; Sgorbini et al., 1988; Morri et al., 1994; Bianchi et al., 2009b; Parravicini et al., 2010; Montefalcone et al., 2018; Azzola & Montefalcone., 2023). In questi studi, tramite un campionamento fotografico, sono stati descritti i popolamenti bentonici presenti nella grotta in diverse stazioni posizionate lungo un gradiente esterno-interno monitorando tutte le porzioni della cavità sommersa. È stato inoltre descritto il bilancio idrico all'interno della grotta e la variazione dell'intensità luminosa nelle varie porzioni, sia a tunnel sia a fondo cieco della grotta. I dati raccolti hanno permesso di misurare il cambiamento nel tempo della composizione e della struttura della comunità bentonica negli anni, evidenziando gli effetti sinergici negativi delle pressioni antropiche locali (e.g., ripascimenti delle spiagge, costruzione della diga di Vado) e dei cambiamenti climatici sulle comunità di grotta. I popolamenti di grotta sono stati indagati da un punto di vista morfo-funzionale, attraverso l'utilizzo di descrittori ecologici non tassonomici quali le forme di crescita, che considerano la morfologia degli organismi bentonici e quindi la loro struttura tridimensionale, e le gilte trofiche, che analizzano invece gli aspetti funzionali delle diverse strategie trofiche utilizzate dagli organismi.

Nel 2023, grazie ad una convenzione di ricerca tra il DISTAV e l'Area Marina Protetta "Isola di Bergeggi", la comunità bentonica della grotta è stata nuovamente indagata mediante rilevamenti fotografici ripercorrendo il medesimo disegno di campionamento realizzato nella serie storica (Azzola & Montefalcone, 2023).

Scogliere rocciose infralitorali e circalitorali (Habitat 1170)

Le scogliere rocciose dell'infralitorale presenti all'interno dei confini dell'Area Marina Protetta "Isola di Bergeggi" sono state oggetto di monitoraggio nel 2009, al fine di valutare: i) lo stato di salute dei popolamenti algali; ii) le conseguenze della raccolta illegale del dattero di mare *Lithophaga lithophaga* sulle falesie dell'AMP; iii) l'espansione dell'alga verde invasiva *Caulerpa cylindracea* sulle rocce pianeggianti in prossimità del fondale; iv) gli effetti dell'attività subacquea sui popolamenti bentonici (Bianchi et al., 2009). I rilevamenti visivi in

immersione subacquea sono stati realizzati utilizzando la tecnica del quadrato bionomico, che ha permesso di descrivere la struttura e la composizione delle comunità di scogliera alle profondità di 5 m, 10 m, e 20 m. I risultati di questo monitoraggio avevano evidenziato significativi effetti negativi legati alla pesca del dattero di mare, e la presenza cospicua dell'alga aliena *Caulerpa cylindracea* in tutte le zone dell'AMP.

Nel 2023, 14 anni dopo, grazie a una nuova convenzione di ricerca tra il DISTAV e l'Area Marina Protetta "Isola di Bergeggi", sono stati monitorati gli stessi siti del 2009 al fine di valutare lo stato ecologico delle scogliere rocciose infralitorali e il loro cambiamento nel tempo. La valutazione è stata fatta anche tramite l'applicazione degli Indici di Diversità (i.e., Indice di Shannon, Indice di Dominanza di Simpson) (Mancini et al., 2023). Dal confronto dei dati nel tempo è emersa una generale riduzione della biodiversità associata alle scogliere infralitorali, ma una buona equitabilità delle specie nelle comunità. L'alga aliena *Caulerpa cylindracea* è risultata scomparsa in tutta l'AMP.

Nell'ambito della stessa convenzione di ricerca è stato per la prima volta monitorato anche il coralligeno di parete presente all'interno dei confini dell'AMP "Isola di Bergeggi", a circa 30 m di profondità, mediante rilevamenti visivi in immersione subacquea. Le secche coralligene più profonde, presenti a circa 50-60 m, sono invece state monitorate mediante rilevamenti ROV. I dati raccolti hanno permesso di valutare lo stato ecologico del coralligeno mediante l'applicazione dell'indice ecologico COARSE (per le scogliere superficiali) e dell'indice ecologico MACS (per le scogliere profonde) (Azzola et al., 2023).

Nel 2010 sono stati realizzati i primi monitoraggi biologici sulle numerose formazioni coralligene presenti nell'area prospiciente la città di Vado Ligure (SV), in relazione al progetto di ampliamento della diga foranea del porto commerciale di Vado (Montefalcone et al., 2010b). I monitoraggi hanno previsto rilevamenti in immersione subacquea al fine di mappare le secche coralligene presenti, sviluppare una caratterizzazione geomorfologica delle secche, fornire una caratterizzazione bionomica dei paesaggi presenti in ciascuna secca, valutare e stimare eventuali segni di impatto antropico presenti (e.g., reti da pesca, plastica), e valutare lo stato ecologico del coralligeno mediante l'applicazione dell'indice ecologico COARSE (Gatti et al., 2012).

I popolamenti bentonici circalitorali mesofotici presenti sulle scogliere e le secche rocciose nell'area di Bergeggi e di Vado Ligure sono stati oggetto di rilevamenti visivi recenti mediante ROV (Cánovas-Molina et al., 2016; Enrichetti et al., 2019 a, 2019 b, 2020; Azzola et al., 2021). Dagli studi sono emerse ricche comunità di scogliera dominate da foreste animali, caratterizzate principalmente da gorgonie e da grosse spugne massive ed erette. I popolamenti sono, tuttavia, risultati estremamente vulnerabili, soprattutto agli impatti legati alla forte pressione della pesca e alla sedimentazione.

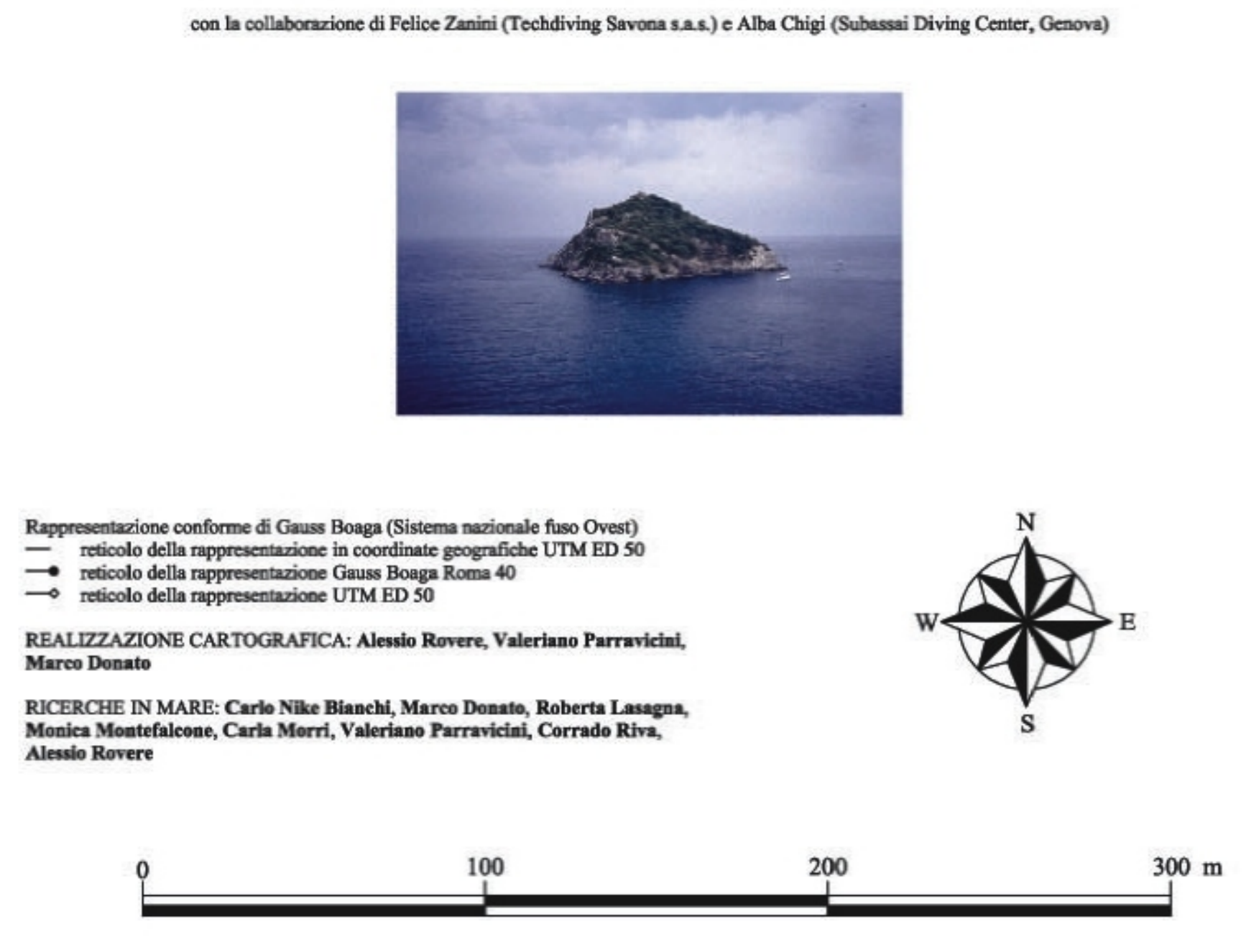
Bibliografia

Azzola A., Montefalcone M. (2023). Monitoraggio della grotta marina di Bergeggi, relazione finale. Convenzione operativa tra l'Area Marina Protetta Isola di Bergeggi e il Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV): pp 42.

- Azzola A., Acierno A., Montefalcone M. (2023). Relazione finale della qualità ecologica dell'habitat coralligeno nell'AMP "Isola di Bergeggi". Convenzione operativa tra l'Area Marina Protetta Isola di Bergeggi e il Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV): pp 20.
- Azzola A., Bavestrello G., Bertolino M., Bianchi C.N., Bo M., Enrichetti F., ... Montefalcone M. (2021). You cannot conserve a species that has not been found: The case of the marine sponge *Axinella polypoides* in Liguria, Italy. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 31(4): 737-747.
- Bianchi C.N., Morri C., Parravicini V., Rovere A. (2007). Realizzazione di cartografia tematica sull'ambiente marino costiero di Bergeggi ed elaborazione di un piano di monitoraggio. Relazione finale. Aree Protette di Bergeggi, Bergeggi.
- Bianchi C.N., Montefalcone M., Morri C. (2009a). Monitoraggio delle praterie di *Posidonia oceanica* dell'Area Marina Protetta "Isola di Bergeggi". Relazione finale. Aree Protette di Bergeggi, Bergeggi.
- Bianchi C.N., Azzola A., Bertolino M., Betti F., Bo M., Cattaneo-Vietti, R., ... & Bavestrello, G. (2019). Consequences of the marine climate and ecosystem shift of the 1980-90s on the Ligurian Sea biodiversity (NW Mediterranean). *The European Zoological Journal*, 86(1): 458-487.
- Bianchi C.N., Cervasco M. G., Diviacco G., Morri C. (1986). Primi risultati di una ricerca ecologica sulla grotta marina di Bergeggi (Savona). *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, 52(suppl.): 267-293.
- Bianchi C.N., Montefalcone M., Morri C., Parravicini V. (2009b). Contratto di ricerca relativo al monitoraggio della grotta marina e delle biocenosi infralitorali di scogliera nell'Area Marina Protetta "Isola di Bergeggi". Relazione tecnica, Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Università degli Studi di Genova: pp. 128.
- Cánovas-Molina A., Montefalcone M., Vassallo P., Morri C., Bianchi C.N., Bavestrello G. (2016). Combining literature review, acoustic mapping and in situ observations: An overview of coralligenous assemblages in Liguria (NW Mediterranean Sea). *Scientia Marina*, 80: 7-16.
- Enrichetti F., Bava S., Bavestrello G., Betti F., Lanteri L., Bo M. (2019a). Artisanal fishing impact on deep coralligenous animal forests: a Mediterranean case study of marine vulnerability. *Ocean & Coastal Management*, 177: 112-126.

- Enrichetti F., Bavestrello G., Betti F., Coppari M., Toma M., Pronzato R., ... Bo M. (2020). Keratose-dominated sponge grounds from temperate mesophotic ecosystems (NW Mediterranean Sea). *Marine Ecology*, 41(6): e12620.
- Enrichetti F., Dominguez-Carrió C., Toma M., Bavestrello G., Betti F., Canese S., Bo M. (2019b). Megabenthic communities of the Ligurian deep continental shelf and shelf break (NW Mediterranean Sea). *PLoS One*, 14(10): e0223949.
- Gatti G., Montefalcone M., Rovere A., Parravicini V., Morri C., Albertelli G., Bianchi C.N. 2012. Seafloor integrity down the harbour waterfront: first characterisation and quality evaluation of the coralligenous rocky shoals of Vado Ligure (NW Mediterranean Sea). *Advanced in Oceanography and Limnology*, 3: 51-67.
- Mancini I., Azzola A., Oprandi A., Montefalcone M. (2023). Relazione finale sul monitoraggio della qualità ecologica dell'habitat scogliere rocciose infralitorali (1170) nell'Area Marina Protetta "Isola di Bergeggi". Convenzione operativa tra l'Area Marina Protetta Isola di Bergeggi e il Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV): pp 27.
- Montefalcone M., Bianchi C.N., Morri C., Albertelli G. (2010a). Monitoraggio della prateria di *Posidonia oceanica* nell'Area di Vado Ligure (SV). Relazione Finale. Convenzione di ricerca per il monitoraggio della prateria di *Posidonia oceanica* e analisi biologiche sui sedimenti, sostanza organica e meiofauna, nell'area di Vado Ligure: pp. 100.
- Montefalcone M. (2016). Monitoraggio della prateria di *Posidonia oceanica* nell'Area di Vado Ligure (SV). Convenzione di ricerca per il monitoraggio della prateria di *Posidonia oceanica* nell'area di Vado Ligure: pp. 109.
- Montefalcone M., Giovannetti E., Lasagna R., Parravicini V., Morri C., Albertelli G. (2007). Diachronic analysis of a *Posidonia oceanica* meadow in the marine protected area of Bergeggi. *Biologia Marina Mediterranea*, 14: 82-83.
- Montefalcone M., Bianchi C.N., Morri C., Albertelli G. (2010b). Monitoraggio delle secche coralligene nell'Area di Vado Ligure (SV). Relazione Finale. Convenzione di ricerca per il monitoraggio prateria di *Posidonia oceanica* e analisi biologiche sui sedimenti, sostanza organica e meiofauna, nell'area di Vado Ligure: pp. 87.
- Montefalcone M., De Falco G., Nepote E., Canessa M., Bertolino M., Bavestrello G., ... Bianchi C. N. (2018). Thirty year ecosystem trajectories in a submerged marine cave under changing pressure regime. *Marine Environmental Research*, 137: 98-110.

- Morri C., Bianchi C.N., Degl'Innocenti F., Diviacco G., Forti S., Maccarone M., ... Tucci S. (1994). Gradienti fisico-chimici e ricoprimento biologico nella Grotta Marina di Bergeggi (Mar Ligure). *Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia*, 6: 85-94.
- Oprandi A., Bianchi C.N., Karayali O., Morri C., Rigo I., Montefalcone M. 2021. RESQUE: A novel comprehensive approach to compare the performance of different indices in evaluating seagrass health. *Ecological Indicators*, 131: 108-118.
- Oprandi A, Montefalcone M, Ferrari M, Morri C, Bianchi CN. (2014a). Invasion of the alien green alga *Caulerpa racemosa* and phase shift within the *Posidonia oceanica* seagrass meadow of Bergeggi. *Biologia Marina Mediterranea*, 21:75-78.
- Oprandi A., Montefalcone M., Vacchi M., Coppo S., Diviacco G., Morri, C., ... Bianchi C. N. (2014b). Combining modelling and historical data to define the status of *Posidonia oceanica* meadows. In *Proceedings of the 5th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation*, Portorož, Slovenia: 27-28.
- Parravicini V., Guidetti P., Morri C., Montefalcone M., Donato M., Bianchi C.N. (2010). Consequences of sea water temperature anomalies on a Mediterranean submarine cave ecosystem. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 86(2): 276-282.
- Sgorbini S., Bianchi C. N., Degl'Innocenti F., Diviacco G., Forti S., Morri C., Niccolai I. (1988). Méthodologie d'une étude hydrobiologique dans la grotte marine de Bergeggi (mer Ligure). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit*, 31(2) : 119.



Rappresentazione conforme al datum Roma (datum nazionale Roma 1940)

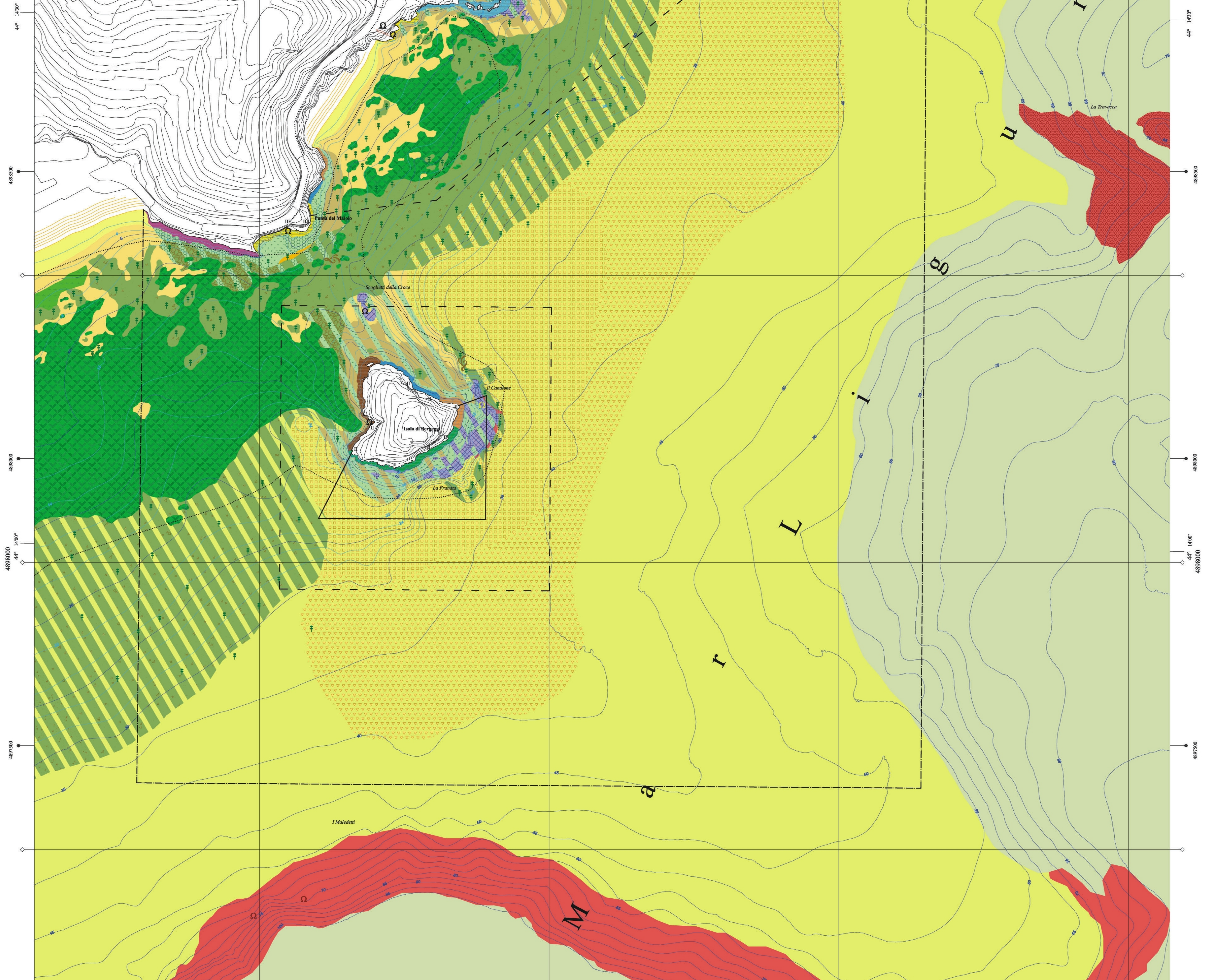
 - scala della rappresentazione: Carta Nautica 1:50.000

 - scala della rappresentazione: Carta Nautica 1:50.000

 - scala della rappresentazione: Carta Nautica 1:50.000

 REALIZZAZIONE CARTOGRAFICA: Alessio Rovera, Valentino Parravicini, Monica Montefalcone, Carla Morri, Carlo Nike Bianchi, Roberta Lasagna, Alessio Rovera

 Dip.Terr., Università degli Studi di Genova, 2007



TOPOGRAFIA	PAESAGGI DI FALESIA	UNITÀ DI POPOLAMENTO	BIOCENOSI	POPOLAMENTI
<ul style="list-style-type: none"> Altimetrie Batimetrie con passo 2m Batimetrie con passo 5m Costa rocciosa Spigge Grotte emerse Grotte sommerse 	<ul style="list-style-type: none"> Frangia a <i>Cystoseira amanteca</i> var. <i>stricta</i>, <i>Cystoseira compressa</i> e <i>Mytilus galloprovincialis</i>. Falesia con popolamento algale fotofilo e popolamenti scialfili o di grotta semi-oscure in enclave in corrispondenza di solchi di battente o di erosione al piede. Frangia con <i>Cystoseira amanteca</i> var. <i>stricta</i> e <i>Cystoseira compressa</i>. Falesia con popolamento algale fotofilo e popolamenti scialfili o di grotta semi-oscure in enclave in corrispondenza di solchi di battente o di erosione al piede. Frangia a <i>Mytilus galloprovincialis</i>, <i>Corallina elongata</i> e <i>Jania rubens</i>. Falesia con popolamento algale fotofilo e popolamenti scialfili o di grotta semi-oscure in enclave in corrispondenza di solchi di battente o di erosione al piede. Frangia a <i>Cystoseira amanteca</i> var. <i>stricta</i> e <i>Mytilus galloprovincialis</i>. Falesia con popolamento algale fotofilo e popolamenti scialfili o di grotta semi-oscure in enclave in corrispondenza di solchi di battente o di erosione al piede. Frangia con <i>Corallina elongata</i> e <i>Jania rubens</i>. Falesia con popolamento algale fotofilo e popolamenti scialfili o di grotta semi-oscure in enclave in corrispondenza di solchi di battente o di erosione al piede. Frangia a <i>Cystoseira amanteca</i> var. <i>stricta</i>, <i>Mytilus galloprovincialis</i> e <i>Corallina elongata</i>. Falesia con popolamento algale fotofilo e popolamenti scialfili o di grotta semi-oscure in enclave in corrispondenza di solchi di battente o di erosione al piede. Frangia a <i>Cystoseira amanteca</i> var. <i>stricta</i>, <i>Cystoseira compressa</i> e <i>Mytilus galloprovincialis</i>. Falesia con popolamento algale fotofilo e a nodiflore calcaree incrementate ed echinoidi e possibilità di popolamenti scialfili in prossimità di solchi di battente o di erosione al piede. 	<ul style="list-style-type: none"> Biocenosi delle alghe fotofile infralitorali di modo calmo Associazione a <i>Jania rubens</i> e <i>Laurencia obtusa</i> Associazione a <i>Stylocaulon scoparium</i> e <i>Padina pavonica</i> Associazione a <i>Acetabularia acetabulum</i> Biocenosi delle alghe emifotofile e scialfili infralitorali di modo calmo Associazione a <i>Codium bursa</i> Associazione a <i>Mesophyllum lichenoides</i> e <i>Halimeda tuna</i> Biocenosi dei coralligeni Facies a <i>Paramuricea clavata</i> Facies a <i>Azorella polyoides</i> e <i>Sarcotragus foetidus</i> Popolamento a <i>Schizoporella dunkeri</i> e <i>Reptadeonella violacea</i> su ciottoli Biocenosi delle sabbie e ghiaie superficiali Biocenosi delle sabbie fini ben calibrate Biocenosi delle sabbie e ghiaie con ripple-marks 	<ul style="list-style-type: none"> Biocenosi della prateria di <i>Posidonia oceanica</i> Prateria di <i>Posidonia oceanica</i> ad alto ricoprimento Prateria di <i>Posidonia oceanica</i> a medio ricoprimento Prateria di <i>Posidonia oceanica</i> a basso ricoprimento Biocenosi dei prati di <i>Cymodocea nodosa</i> Popolamento della matte morte di <i>Posidonia oceanica</i> Matte morte sotto ciottoli Matte morte insabbiata Abbondanza di detrito fogliare Presenza di rizomi ortotropi colonizzati da popolamento algale Presenza di <i>Caulerpa racemosa</i> Biocenosi dei fondi detritici costieri (aspetto tipico) Facies a <i>Pontopora fasciata</i>, <i>Salmacina dysteri</i> ed epistrato ad <i>Eunicella singularis</i> e <i>Turbicellipora incrassata</i> Facies a <i>Pontopora fasciata</i> e <i>Reteporella grimaldi</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Popolamenti dei fanghi profondi Biocenosi delle grotte mediolitorali Biocenosi delle grotte semi-oscure Facies a <i>Corallium rubrum</i> Facies a <i>Parazoanthus astelliae</i> Biocenosi delle grotte oscure