Interreg
MARITTIMO–IT FR–MARITIME
UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA
GIREPAM
Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Progetto GIREPAM

Documenti di analisi della capacità di carico degli habitat in funzione delle attività economiche e di fruizione svolte nei siti e definizione di indicazioni gestionali

Prodotto T1.2.3c

Secche della Meloria
AREA MARINA PROTETTA

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

COMPONENTE T1 (P6): Approfondimento delle conoscenze sullo stato degli habitat e specie in siti di indagine del partenariato (Codice C3C). Relazione sulla distribuzione e abbondanza della specie Cladocora caespitosa (Linnaeus, 1758) e cartografia sperimentale in 3D dell'area da essa colonizzata nella zona A di tutela nella AMP delle Secche della Meloria (LI).

Rev. 1	21.10.20	Emissione definitva	AMDB	GBP	CP
Rev. 0	2.10.20	Emissione per commenti committente	AMDB	ADB	CP
Rev	Data	Descrizione della revisione	Preparato da	Verificato da	Approvato da

Sommario

1 PREMESSA 3
2 OBIETTIVI DELLO STUDIO 5
3 AREA DI STUDIO 5
4 Materiali e metodi 7
4.1 Distribuzione e abbondanza della specie Cladocora caespitosa 7
4.2 Cartografia sperimentale in 3D dell'area colonizzata nella zona A 7
5 RISULTATI 10
5.1 Distribuzione e abbondanza della specie *Cladocora caespitosa* 10
5.2 Campionamento fotografico 12
5.3 Cartografia sperimentale in 3D dell'area colonizzata nella zona A 14
6 CONCLUSIONI 19
7 BIBLIOGRAFIA 20

Indice delle figure

Figura 1 - Creste rocciose colonizzate dal corallo ermatipico *Cladocora caespitosa* presso l'area di studio. 6
Figura 2 - *Cladocora caespitosa* presso l'area di studio. 6
Figura 3 - Colonie di cladocora con differente percentuale di necrosi 10
Figura 4 - Densità (n° di individui al mq) di *Cladocora caespitosa* in zona A. 10
Figura 5 - Diametro medio delle colonie di *Cladocora caespitosa* (cm) in zona A. 11
Figura 6 - Altezza media delle colonie di *Cladocora caespitosa* (cm) in zona A. 11
Figura 7 - Mortalità media delle colonie di *Cladocora caespitosa* (cm) in zona A. 12
Figura 8 – Copertura percentuale delle coloni vive e morte all'interno dei tre quadrati campionati. 12
Figura 9 - Campioni fotografici del popolamento di cladocora. A destra le immagini analizzate che evidenziano la copertura delle colonie vive (azzurro) e morte (rosso). 13
Figura 10 - Fotogrammetria dell'area mappata 14
Figura 11 - Copertura delle colonie di cladocora nelle aree campione calcolate dai modelli 3D. 14
Figura 12 - Modelli 3D della superficie campionata N1 15
Figura 13 - Modelli 3D della superficie campionata N2 16
Figura 14 - Modelli 3D della superficie campionata N3 17
Figura 15 - Modelli 3D della superficie campionata N4 18

1 PREMESSA

Cladocora caespitosa (L. 1767) è l'unica specie del Mediterraneo di sclerattinia coloniale zooxantellata in grado di formare barriere (ermatipico). È un organismo definito "ecosystem engineer" appartenente alla famiglia Favidae (come i coralli ermatipici tropicali), le cui ampie formazioni stanno diventando sempre più rare in tutto il bacino Mediterraneo (Kersting 2017). E' uno dei maggiori produttori bentonici di carbonati ed è presente da 5 fino a 50 metri di profondità (Peirano et al., 2001). Può costituire formazioni di alcuni metri quadrati con colonie fino ad oltre 60 cm di diametro. E' in grado di colonizzare ambienti differenti perché è presente sia sui popolamenti algali superficiali sia sui popolamenti coralligeni circalitorali in condizioni di scarsa illuminazione (Morri et al., 1994). Tale plasticità è imputabile verosimilmente all'abilità della specie di aumentare la sua capacità eterotrofica per compensare le diminuite capacità autotrofiche in condizioni di scarso irraggiamento solare, mentre il suo successo nei popolamenti algali è attribuibile alle sue difese allochimiche (Hoogenboom et al., 2010).

Il recente declino di questa specie rispetto alla presenza riscontrata nei fossili (Laborel, 1987) sembra essere stata amplificata da eventi di mortalità di massa verificatisi negli ultimi anni. Le cause di questa complessiva riduzione non sono chiare ma potrebbero essere associate a cambiamenti ambientali. Le cause delle mortalità di massa sono verosimilmente dovuti al riscaldamento climatico globale (Cerrano et al., 2000; Peirano et al., 2001). Infatti, si tratta di una specie particolarmente sensibile al riscaldamento delle acque marine superficiali che durante periodi estivi eccessivamente caldi e con scarso rimescolamento delle masse d'acqua può andare in sofferenza e subire danni irreversibili. Nei casi più estremi di variazioni di temperatura le colonie possono apparire biancastre ("bleaching") per via della degradazione dei tessuti superficiali ed in particolare a causa della morte delle alghe simbionti presenti all'interno di essi (alghe zooxantelle simbionti).

Tale fenomeno pare costituire una seria minaccia per questa specie temperata che Augier già nel 1982 aveva provveduto ad inserire in una lista di specie marine minacciate (Kersting & Linares 2012). Questa specie, come i suoi parenti tropicali può essere definita "indicatore bioclimatico" poiché "registra" nello scheletro calcareo le variazioni nelle condizioni ambientali in cui vive e si accresce. Infatti la temperatura dell'acqua può influenzarne sia la modalità di crescita e quindi di deposizione del carbonato di calcio sia la modalità di riproduzione (Rodolfo-Metalpa et al., 2005). L'aumento della temperatura delle acque superficiali può causare un incremento delle malattie nelle colonie e può contribuire all'acidificazione delle acque marine influenzando la deposizione del carbonato e quindi alterando la struttura scheletrica di questi organismi (http://www.specieaspim.it/).

Oltre a quelle già citate, tra le minacce principali per questa specie risultano importanti, gli scarichi urbani ed industriali, la pesca a strascico, i dragaggi ed i ripascimenti costieri, che contribuiscono direttamente attraverso un impatto fisico alla distruzione delle colonie e degli habitat ed indirettamente ad un incremento della torbidità della colonna d'acqua con conseguenze disastrose per le sue colonie (fonte IUCN).

Studi effettuati sulla genetica di popolazione di questa specie nel bacino mediterraneo suggeriscono che la sopravvivenza delle sue popolazioni è fortemente dipendente dall' auto-reclutamento. Inoltre, è stato osservato che, lo

scambio genetico tra popolazioni è limitato a eventi sporadici di dispersione. Queste caratteristiche indicano una ridotta capacità di resilienza delle popolazioni che risiede essenzialmente nell'auto-reclutamento (Kersting et al., 2013b).

Visto il suo declino e la sua scarsa capacità di recupero da eventi di disturbo, *Cladocora caespitosa* è stata inserita nella IUCN Red List come specie in pericolo (Casado-Amezua et al., 2015). Essa è inserita anche nel documento per il Mantenimento ed implementazione delle aree marine protette all'interno di ASPIM (Annesso II - Habitat Marini del Mediterraneo) come habitat "Facies a *Cladocora caespitosa*". Per gli stessi motivi è indicata come specie in pericolo o minacciata nell'Annesso II del protocollo ASPIM nella convenzione per la protezione dell'ambiente marino nelle regioni costiere del Mediterraneo e successivi protocolli (Istanbul 2013 http://www.specieaspim.it/).

Tra le azioni di conservazione proposte per *Cladocora caespitosa* da IUCN è fondamentale l'acquisizione di dati concernenti la sua distribuzione, le sue popolazioni, la sua ecologia ed eventuali minacce per la specie. Tali conoscenze sono propedeutiche alla programmazione di studi di monitoraggio a lungo termine tesi ad evidenziare trend nelle popolazioni di questo corallo, soprattutto nel contesto sempre più attuale di impatti dovuti ai cambiamenti climatici con variazioni della temperatura delle acque superficiali.

2 OBIETTIVI DELLO STUDIO

L'obiettivo generale dello studio è la valutazione della presenza e dello stato di salute della sclerattinia *Cladocora caespitosa* nell'area marina protetta delle Secche della Meloria per la definizione del suo stato di conservazione e di conseguenza la sua gestione

.

Gli obiettivi specifici sono:

1. valutazione la distribuzione spaziale e l'abbondanza della specie zona A, area di massima tutela;
2. la definizione di un monitoraggio della specie eseguito con cartografia 3D, in un'area specifica di presenza nella zona A

3 AREA DI STUDIO

L'area di studio è una zona pianeggiante nella porzione a Nord Est della Zona A di interdizione che presenta un fondale roccioso con profondità variabile da circa 6,5 a 7,5 metri. Complessivamente l'area maggiormente colonizzata dalla specie indagata ha un ampiezza di circa 100 per 100 metri, anche se cladocora risulta presente, seppur più sporadicamente anche nelle zone limitrofe ed a profondità superiori.

Il fondale dell'area è di tipo calcareo e risulta colonizzato da alghe verdi come *Caulerpa prolifera* (Forsskål) J.V.Lamouroux, 1809 e *Caulerpa cylindracea* Sonder 1845 e alghe corallinaceae del genere *Amphiroa*. Ad esse si associano spugne del genere *Aplysina* e echinodermi della specie *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816). In particolare il fondale è costituito dalla cosiddetta Panchina Livornese, una roccia, a forte componente calcarea, formatasi nell'ultima fase del periodo quaternario, all'incirca 100.000 anni or sono.

Il profilo del fondale è abbastanza eterogeneo con creste rocciose che si staccano dal resto del fondo di circa 50-80 cm (Fig.1). Il corallo ermatipico *Cladocora caespitosa* si sviluppa particolarmente su queste creste formando colonie che difficilmente superano 30 cm di diametro. Tali colonie, pur non essendo di grandi dimensioni, sono piuttosto abbondanti in tutta l'area, beneficiando di un discreto irraggiamento solare, andando a formare un'area assimilabile ad una piccola barriera corallina (Fig. 2). In tutta la zona sono, inoltre, presenti foglie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile riportate, che si accumulano nell'area provenienti dalla prateria adiacente.

Figura 1 - Creste rocciose colonizzate dal corallo ermatipico Cladocora caespitosa presso l'area di studio.

Figura 2 - *Cladocora caespitosa* presso l'area di studio.

4 MATERIALI E METODI

4.1 Distribuzione e abbondanza della specie Cladocora caespitosa

Survey preliminare

L'indagine è stata effettuata da ricercatori scientifici subacquei in immersione subacquea con Nitrox (EAN 36%). In una prima fase sono stati effettuati dei survey esplorativi per individuare le zone in cui è presente cladocora. A questo scopo sono stati effettuati almeno 10 transetti di 100 metri con la tecnica del line transect nella zona di massima interdizione (zona A).

Rilievo lungo transetti

Una volta individuate le zone colonizzate, sono state definite tre aree di 100x300 metri, e all'interno di ciascuna area sono stati campionati 3 transetti di 100 metri ad una profondità costante (Kersting et al., 2017). Il campionamento è stato effettuato nell'ottobre 2019. Per le colonie presenti lungo i tre transetti sono stati accuratamente annotati i tratti morfologici (tipologia di colonia *sensu* Peirano 1998, percentuale di copertura del fondale, grandezza colonia tramite la misura del suo asse principale, altezza colonia dal fondale) e la percentuale di necrosi tissutale (differenziando le vecchie e nuove necrosi tissutali secondo le metodiche proposte da Kersting et al., 2013b).

Campionamento fotografico

Sono state marcate 3 superfici di 1 mq ciascuna e fotografate per monitorare le colonie nel tempo. Le immagini sono state analizzate mediante il metodo del mosaico a patches attraverso l'uso del software ImageJ. È stata stimata la copertura percentuale del substrato delle colonie vive e di quelle morte.

4.2 Cartografia sperimentale in 3D dell'area colonizzata nella zona A

Fotogrammetria

Lo strumento cartografico consente di eseguire una mappatura dei rilievi del fondale marino sommerso attraverso la tecnica della fotogrammetria. La fotogrammetria può essere definita come la tecnica che consente di definire la posizione, la forma e le dimensioni degli oggetti, utilizzando immagini digitali degli stessi oggetti ripresi da punti diversi. Nata come disciplina principalmente terrestre utile a rilievi architettonici e/o di ingegneria, si è poi sviluppata come fotogrammetria aerea e viene utilizzata per ricavare misure metriche da dataset fotografici. Con lo sviluppo della *Computer Vision* e con i recenti progressi tecnologici che hanno visto l'immissione sul mercato di processori di calcolo sempre più performanti, gli algoritmi di confronto delle immagini sviluppati negli anni ottanta hanno avuto possibilità di

essere applicati con successo alla rielaborazione di grandi dataset di immagini, producendo in tempi rapidi modelli tridimensionali estremamente accurati di soggetti dalle dimensione variabili da pochi centimetri a centinaia di metri.
In ambito subacqueo la fotogrammetria è recentemente stata adottata in diversi settori. La biologia marina ha adottato metodi fotogrammetrici per la mappatura di comunità bentoniche al fine di valutarne lo stato di conservazione nel tempo.

Procedura operativa finalizzata alla caratterizzazione fotogrammetrica del popolamento a *Cladocora caespitosa*

Il monitoraggio era finalizzato alla caratterizzazione fotogrammetrica del popolamento a *Cladocora caespitosa* e è stato eseguito in una sub-area della zona A a profondità compresa tra 5 e 12 metri.
La raccolta dati è stata realizzata da un team di due Operatori Scientifici Subacquei. In via preliminare è stata condotta una immersione esplorativa finalizzata ad identificare e circoscrivere un'area di interesse ed organizzare le successive attività di rilievo fotogrammetrico.
L'area oggetto dei rilievi fotogrammetrici è stata marcata mediante appositi riferimenti dimensionali che sono stati utilizzati sia in fase di allineamento immagini che per scalare il modello generato al sistema di riferimento metrico locale.
La raccolta dati è stata eseguita mediante impiego di fotocamera digitale ad obiettivi intercambiabili modello Sony NEX-7 (sensore CMOS Exmor APS-C da 24,5 MP) inserita in scafandro subacqueo Nauticam, utilizzando un obiettivo grandangolare a focale fissa Sony E16mm, sistema di illuminazione subacqueo modello Nemo Max Planck 8000 (2 fari x potenza 8000 lumen ciascuno, temperatura 5700°K e angolo di apertura di 120°) accoppiato con sistema di illuminazione subacqueo ausiliario RGBlue BM3100G System01 (potenza 1800 lumen, temperatura 5000°K e angolo di apertura di 100°). I fotogrammi sono stati acquisiti ad una distanza dal fondale di circa 1.0 m coprendo l'intera superficie dell'area di interesse. La camera è stata gestita in modalità manuale al fine di raccogliere immagini omogeneamente nitide ed illuminate, idonee dunque al processamento fotogrammetrico. Le immagini sono state registrate al massimo della risoluzione della camera utilizzata (i.e. 24 Mega Pixels per la Sony Nex7 Alpha) in formato .JPG e .RAW.
Il dataset fotografico è stato quindi processato utilizzando il software di fotogrammetria Agisoft Photoscan V1.3.4 (Agisoft LLC., St. Petersburg, Russia) per generare il modello tridimensionale seguendo il workflow caratteristico.

Processamento fotogrammetrico

Le immagini raccolte sono state ottimizzate per l'elaborazione fotogrammetrica mediante algoritmi di *color-enhancement* al fine di ottenere il massimo dettaglio per immagine e, al contempo, omogeneizzare le condizioni di colore ed esposizione per l'intero dataset fotografico.
Il dataset fotografico è stato processato al fine di produrre una nuvola densa di punti con una risoluzione attesa inferiore a 5 mm, che è stata riferita al sistema metrico locale mediante utilizzo dei riferimenti dimensionali posizionati nell'area mappata. Le nuvole di punti generate sono stati quindi convertite in mesh texturizzate ad elevato dettaglio. Il risultante modello è stato quindi scalato e referenziato in sistema di riferimento metrico locale utilizzando i riferimenti dimensionali preventivamente distribuiti nell'area di interesse.
Il modello tridimensionale prodotto è stato restituito nei formati di seguito elencati:

- Dense Point Cloud (formato .ply);

- Mesh texturizzata (formati .obj ed .fbx);
- Fotomosaico (fornmato .GeoTIFF).

Analisi degli output e studio morfometrico degli esemplari di *Cladocora caespitosa*

Il modello 3D texturizzato prodotto è stato analizzato al fine di individuare gli esemplari di *Cladocora caespitosa* nell'intera area mappata. I singoli esemplari sono stati quindi numerati ed isolati dal modello generale per la successiva fase di analisi morfometrica.

Le caratteristiche morfometriche (diametro minore e diametro maggiore) di ciascun esemplare sono state ricavate dai modelli tridimensionali prodotti. Dall'analisi delle mesh texturizzate sono state ricavate le percentuali (%) di danneggiamento/sbiancamento dei singoli esemplari.

5 RISULTATI

5.1 Distribuzione e abbondanza della specie *Cladocora caespitosa*

Rilevamento lungo transetti

Cladocora caespitosa era presente lungo tutti i transetti con densità e percentuale di necrosi variabile (Fig. 3). La densità è risultata pari a 2,5±0,8 colonie al mq, con lievi differenze tra siti (Fig. 4).

Le dimensioni non variavano significativamente tra siti con colonie che mediamente hanno un diametro di 11,47±1,14 cm (Fig. 5) e una altezza di 8,28±0,82 cm (Fig. 6). La percentuale di necrosi è risultata pari a 24,1±5,2 % (Fig. 7).

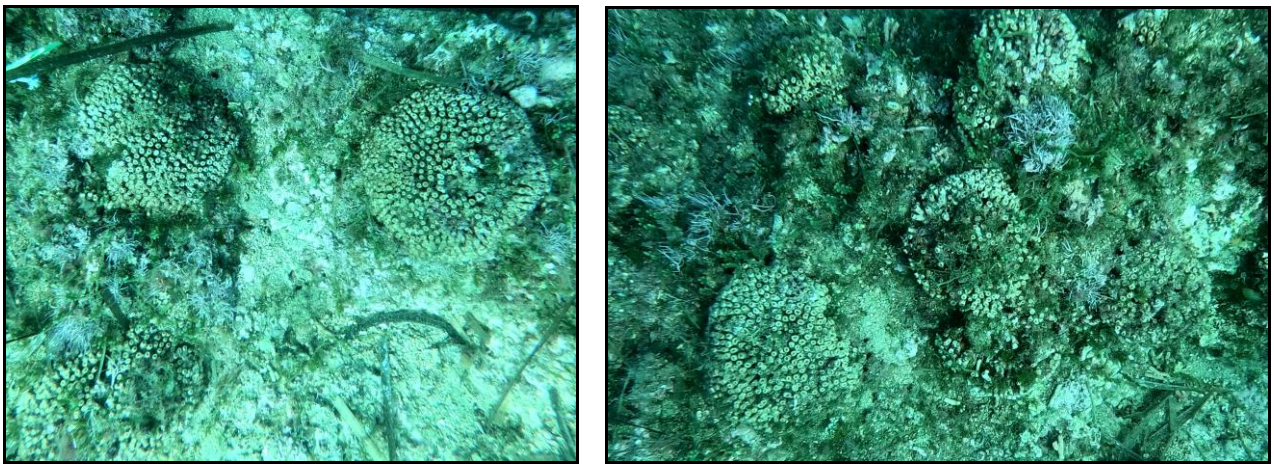

Figura 3 - Colonie di *Cladocora caespitosa* con differente percentuale di necrosi

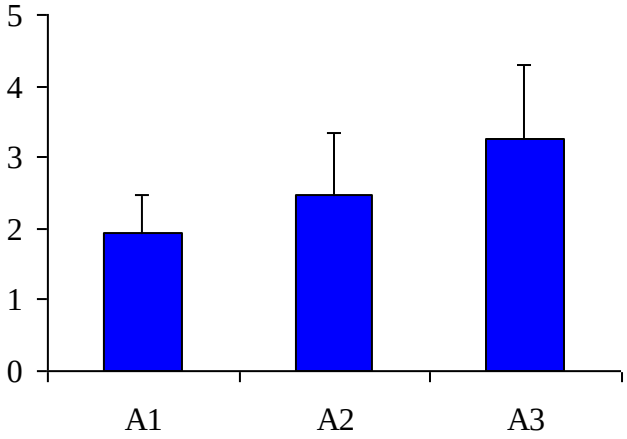

Figura 4 - Densità (n° di individui al mq) di *Cladocora caespitosa* in zona A. A1, A2 e A3 sono le aree di studio.

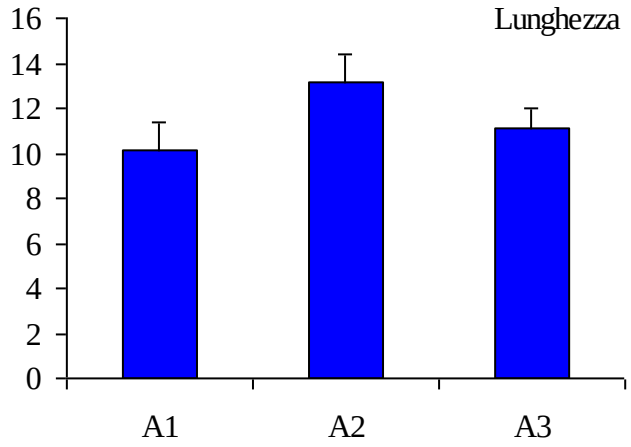

Figura 5 - Diametro medio delle colonie di *Cladocora caespitosa* (cm) in zona A. A1, A2 e A3 sono le aree di studio.

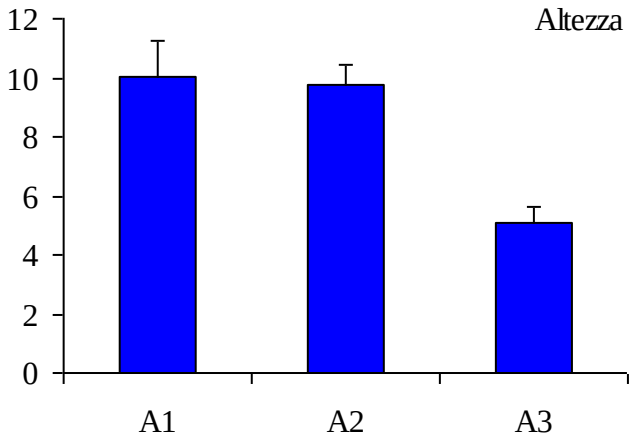

Figura 6 - Altezza media delle colonie di *Cladocora caespitosa* (cm) in zona A. A1, A2 e A3 sono le aree di studio.

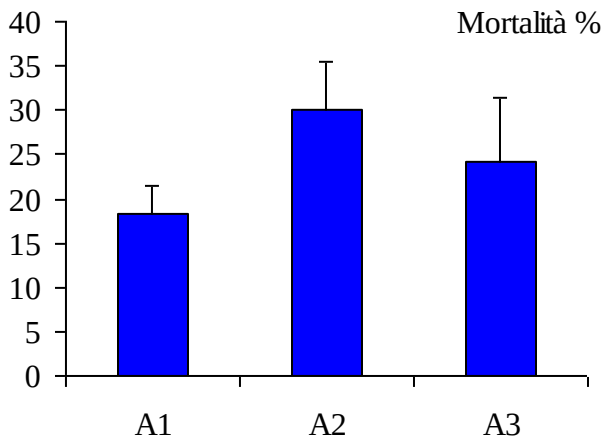

Figura 7 - Mortalità media delle colonie di *Cladocora caespitosa* (cm) in zona A. A1, A2 e A3 sono le aree di studio.

5.2 Campionamento fotografico

La percentuale di superficie coperta dalle colonie di *C. caespitosa* variava tra 28,9 e 34,6. La copertura delle colonie vive andava da 15,3 a 17,8 con un rapporto vive/morte quindi poco superiore a 1 (Fig. 8 e 9).

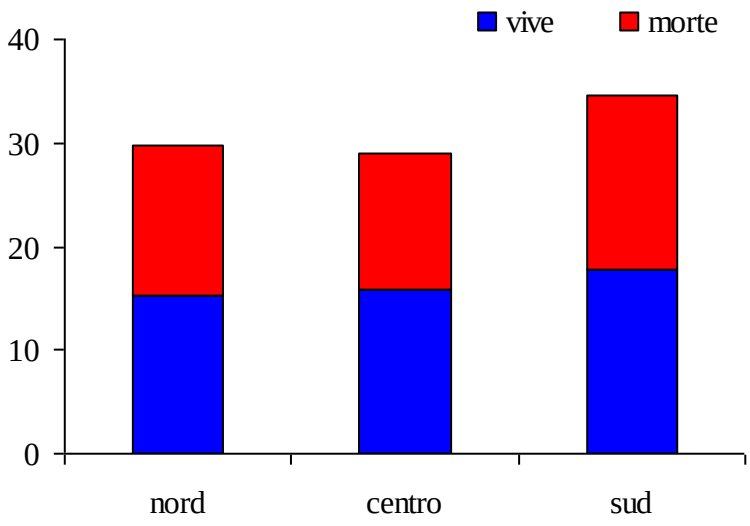

Figura 8 – Copertura percentuale delle coloni vive e morte all'interno dei tre quadrati campionati.

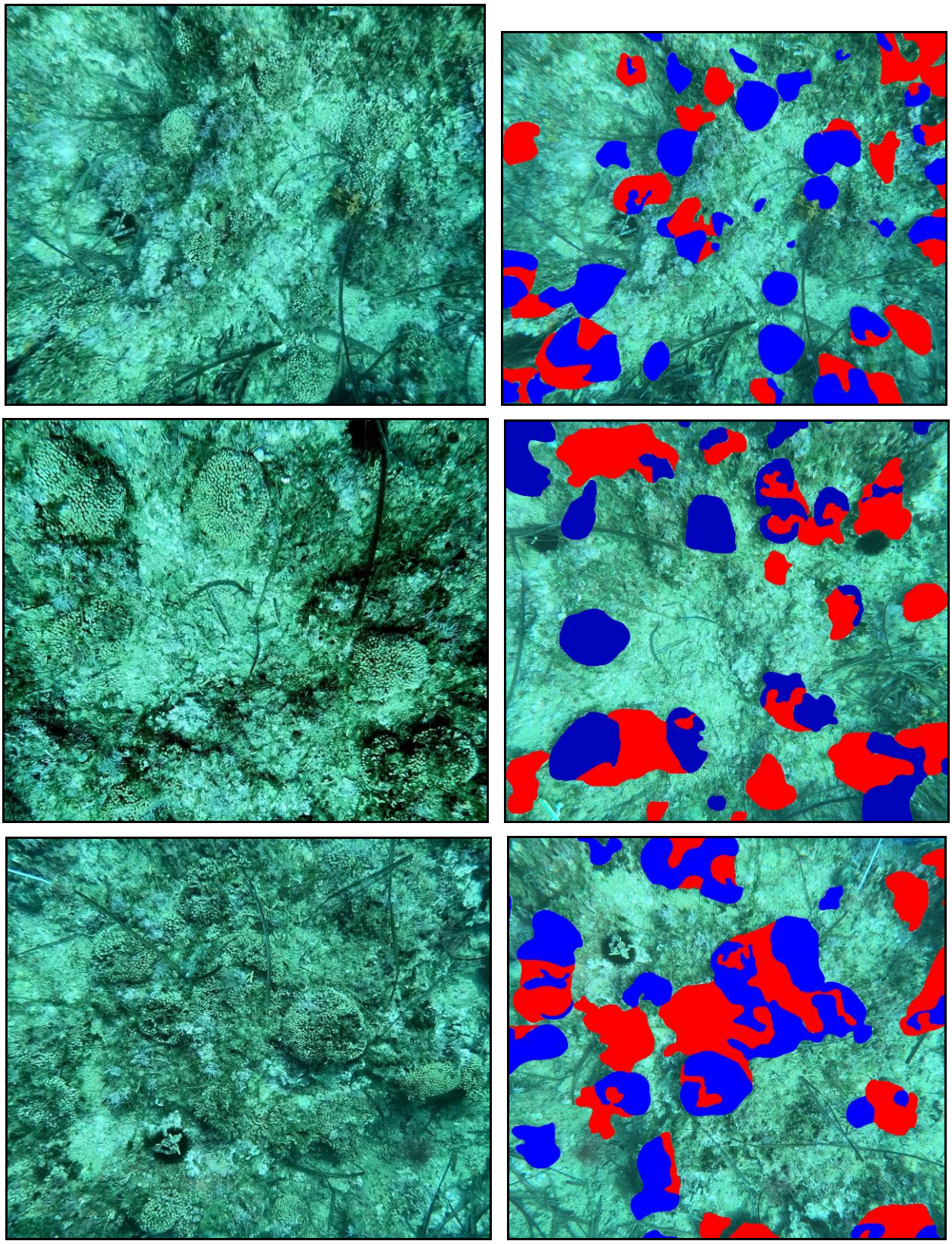

Figura 9 - Campioni fotografici del popolamento di *Cladocora caespitosa*. A destra le immagini analizzate che evidenziano la copertura delle colonie vive (azzurro) e morte (rosso).

5.3 **Cartografia sperimentale in 3D dell'area colonizzata nella zona A**

La fotogrammetria ha permesso di ottenere una cartografia di dettaglio dell'area selezionata per lo studio (Fig. 10). Inoltre sono stati ottenuti dei modelli 3D texturizzato di 4 sub-aree di 25 mq ciascuna. Questi modelli hanno permesso di individuare gli esemplari di *Cladocora caespitosa*, di poterli numerare e isolare per l'analisi analisi morfometrica. Dai modelli possono essere ricavate le caratteristiche morfometriche (diametro minore e diametro maggiore) di ciascun esemplare e le eventuali percentuali di danneggiamento/sbiancamento. La copertura delle colonie variava 4,5 a 12,9 con una maggiore percentuale delle colonie vive (Fig. 11, 12, 13, 14, 15).

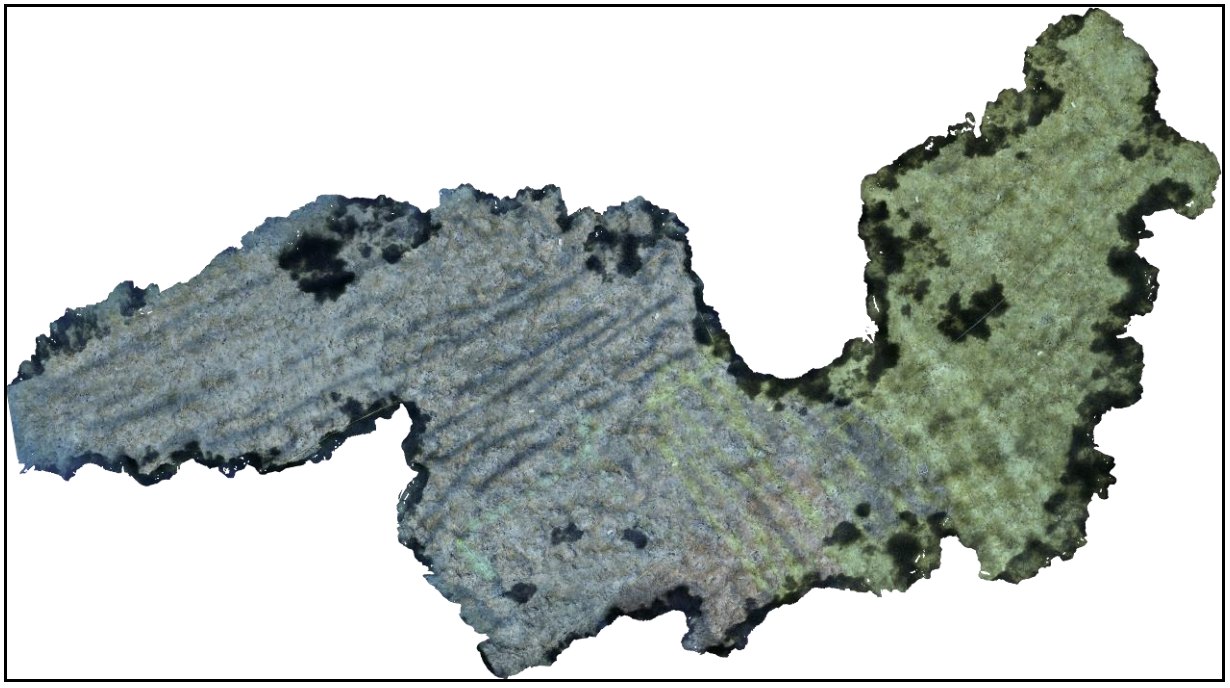

Figura 10 - Fotogrammetria dell'area mappata.

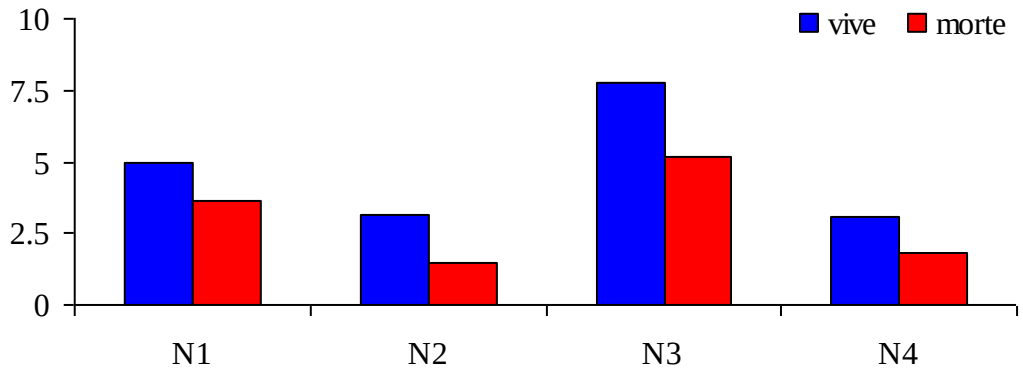

Figura 11 - Copertura delle colonie di *C. caespitosa* nelle aree campione calcolate dai modelli 3D.

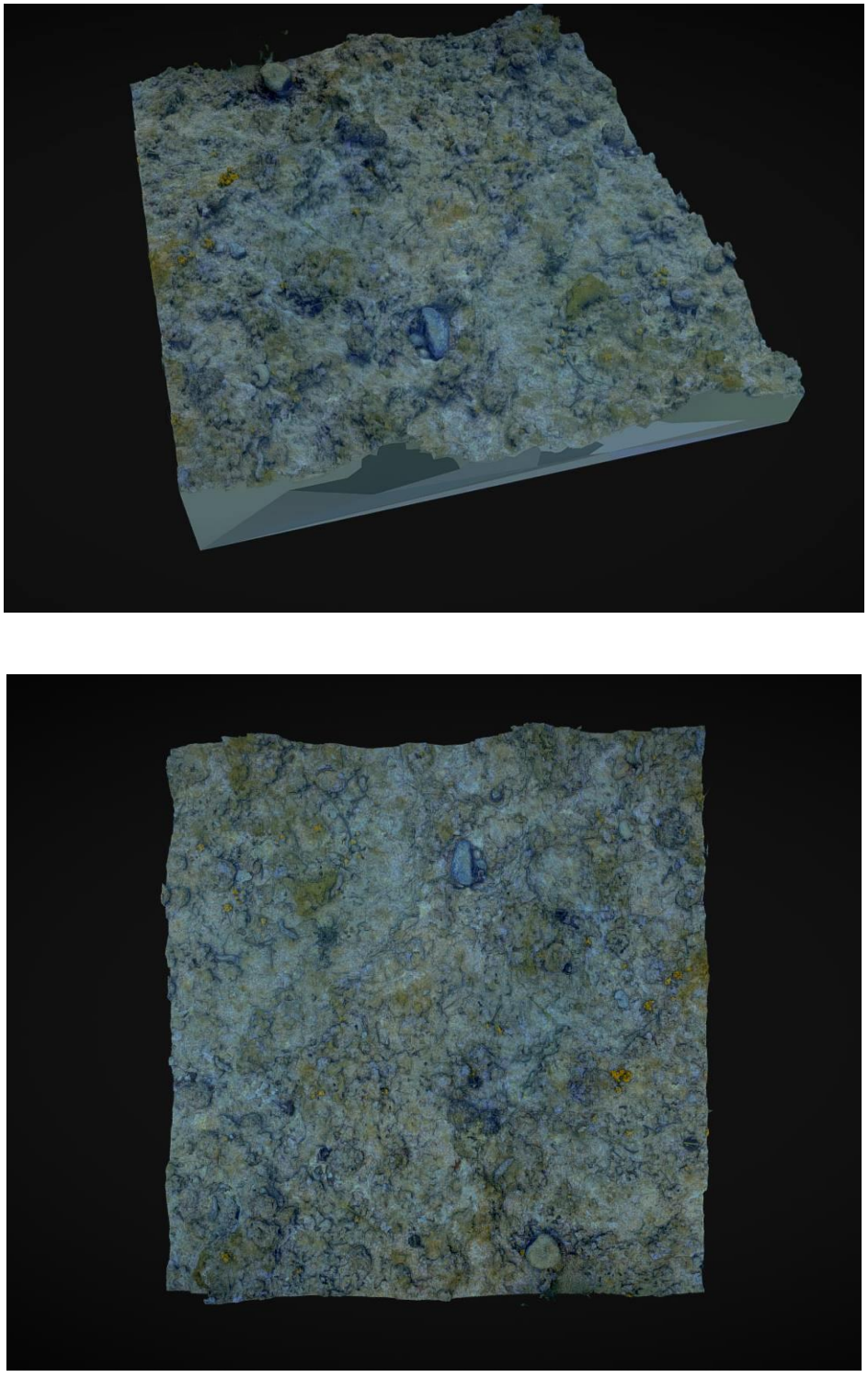

Figura 12 - Modelli 3D della superficie campionata N1.

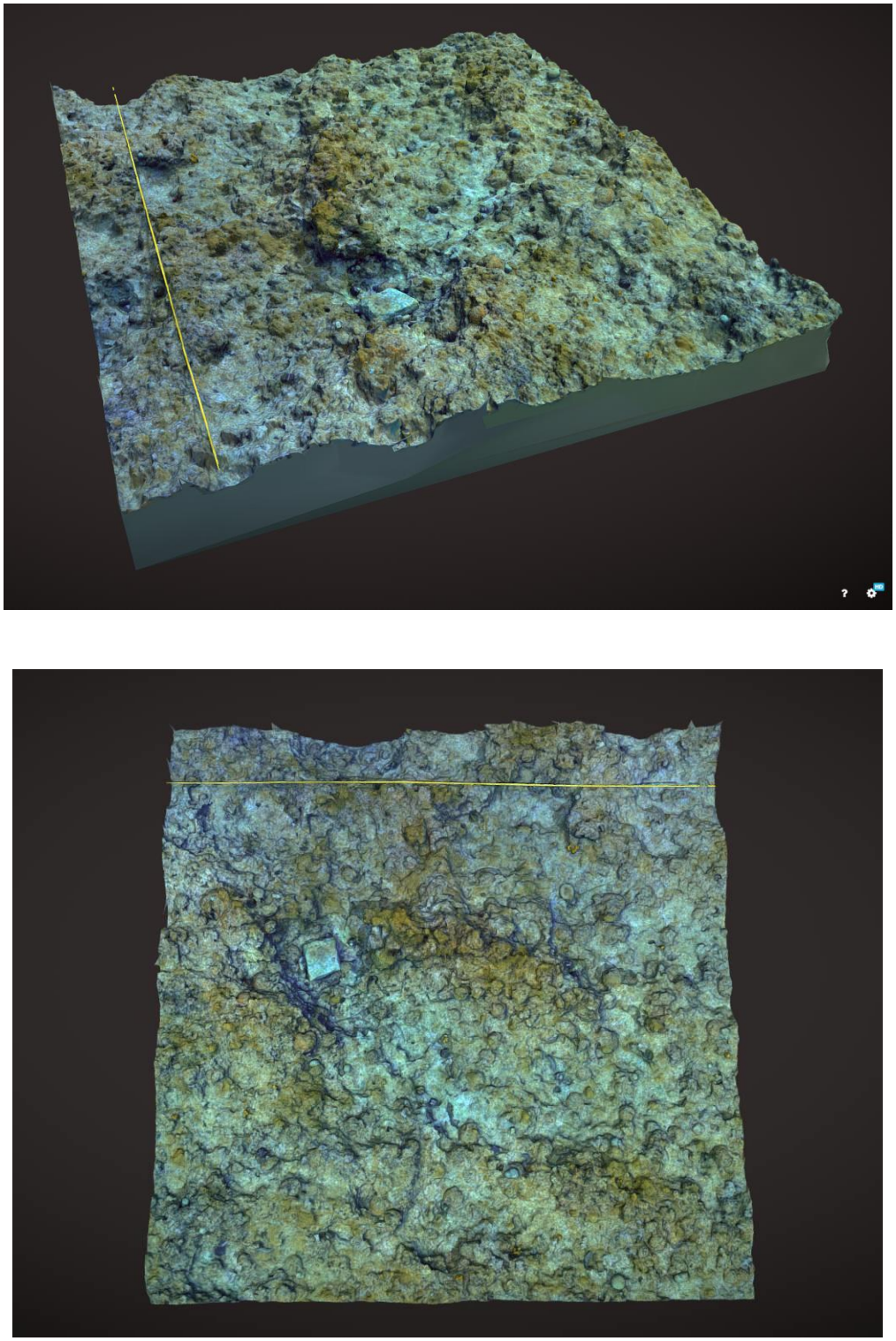

Figura 13 - Modelli 3D della superficie campionata N2.

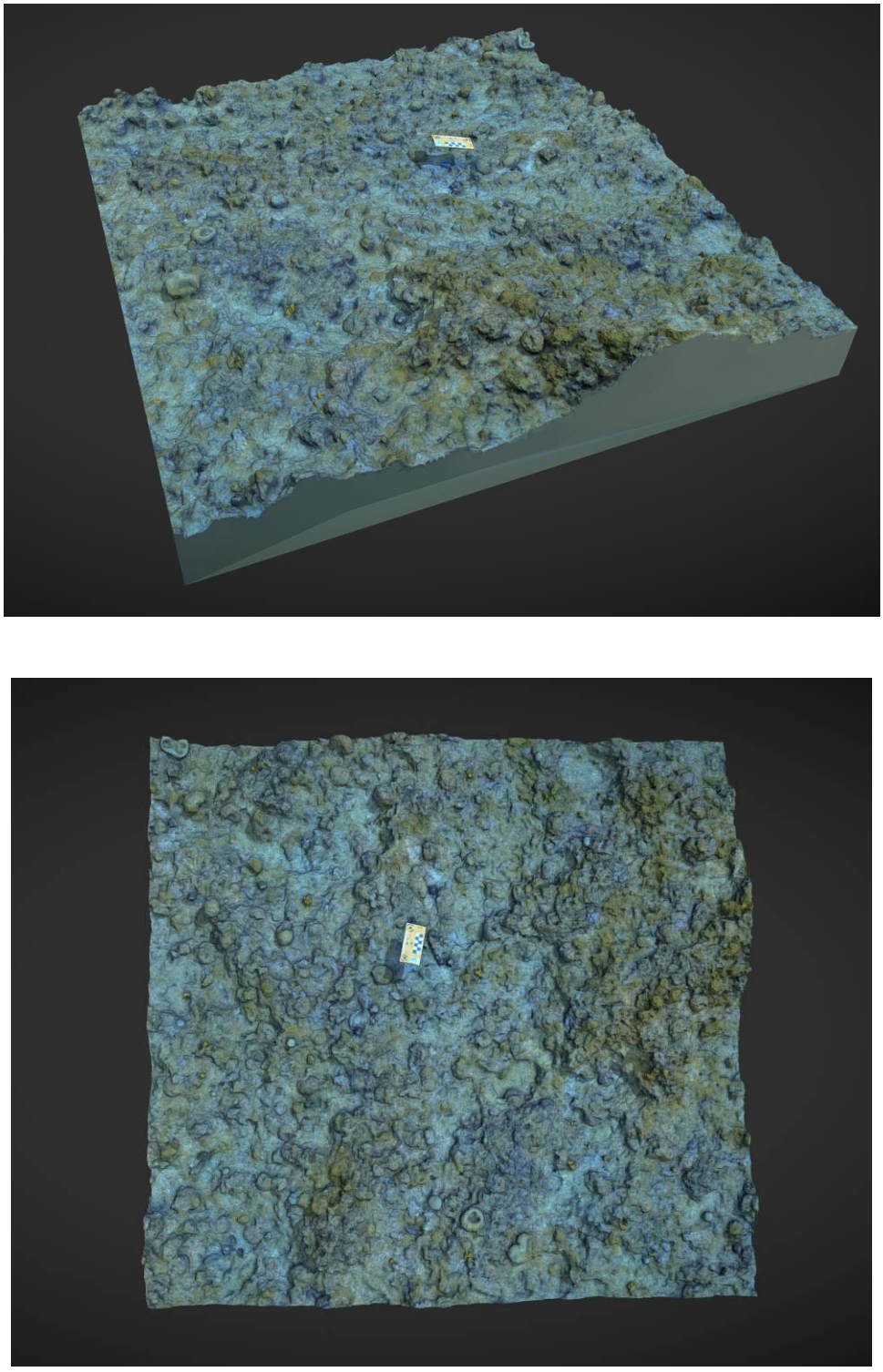

Figura 14 - Modelli 3D della superficie campionata N3.

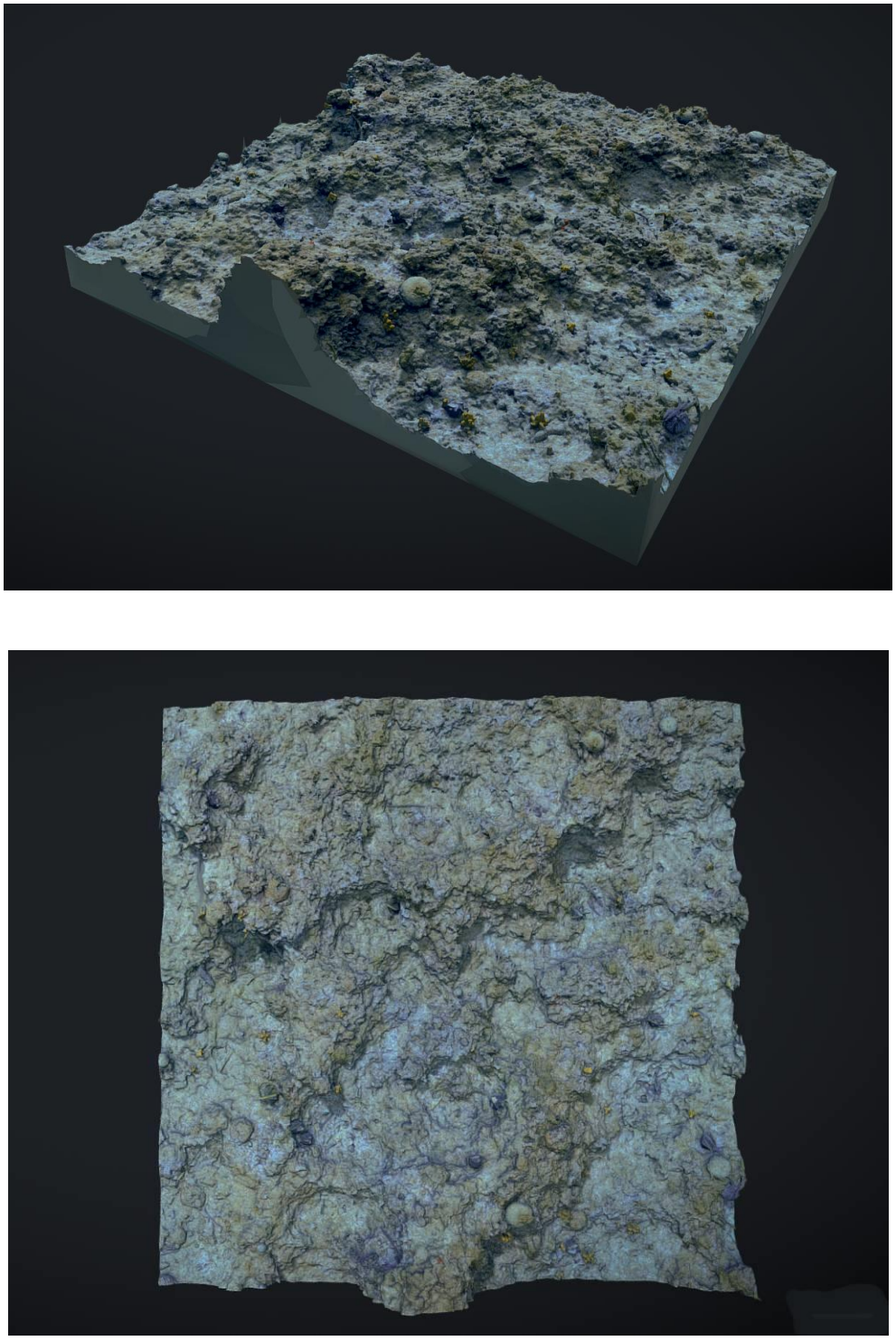

Figura 15 - Modelli 3D della superficie campionata N4.

6 CONCLUSIONI

I risultati dello studio hanno evidenziato un popolamento di *Cladocora caespitosa* particolarmente abbondante per l'area biogeografica. Infatti scogliere di *Cladocora caespitosa* sono segnalate per altre aree biogeografiche del Mediterraneo, quali Spagna e Croazia (Kruzic e Benkovic 2008; Kurt-Kersting e Linares 2012), ma sono del tutto assenti nell'area biogeografia del Tirreno-Mar Ligure in cui si situano le Secche della Meloria.

Le percentuali piuttosto elevate di necrosi possono essere legate a stress di vario tipo che hanno interessato le colonie in periodi passati. Infatti, la distribuzione superficiale del popolamento lo rende particolarmente esposto agli effetti dei cambiamenti climatici, al degrado della qualità delle acque e/o al danneggiamento fisico. Quest'ultimo fattore, per quanto non escludibile è da ritenersi poco probabile dato che i fenomeni di necrosi appaiono recenti e quindi successivi alle restrizioni legate all'istituzione dell'AMP. Al contrario, è molto probabile che le colonie possono aver sofferto anomalie termiche della colonna d'acqua o lo sviluppo di mucillagini bentoniche, fenomeno quest'ultimo che sta interessando in maniera sempre più preoccupante il Mediterraneo nord-occidentale.

La fotogrammetria e i modelli 3D si sono rivelati idonei strumenti di campionamento di organismi che, come la *Cladocora*, sono caratterizzati da una struttura tridimensionale. I modelli ottenuti possono rappresentare un'importante base per il successivo monitoraggio dei popolamenti.

Il popolamento presente nelle Secche della Meloria, per la sua estensione e per la densità delle colonie, è da ritenersi particolarmente importante anche da un punto di vista conservazionistico. Per questo motivo, risulta fondamentale continuare ad acquisire dati relativi alla distribuzione, demografia e dinamica di questo popolamento nell'ottica della sua valorizzazione e conservazione.

Inoltre un organismo come *Cladocora caespitosa* è un ottimo indicatore delle variazioni di temperatura, caratteristica che lo rende estremamente utile negli studi finalizzati alla valutazione degli effetti dei cambiamenti climatici che rappresentano, oggi, una delle principali fonti di preoccupazione a livello mondiale.

7 BIBLIOGRAFIA

Casado-Amezúa P., Kersting D.K., Linares C., Bo M., Caroselli, E. et al., 2015. *Cladocora caespitosa*. The IUCN Red List of Threatened Species. e.T133142A75872554. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-2.RLTS.T133142A75872554.en.

Cerrano C., Bavestrello G., Bianchi C.N., Cattaneo-Vietti R., Bava S., Morganti C., Morri C., Picco P., Sara G., Schiaparelli S., Siccardi A. Sponga F. 2000. A catastrophic mass mortality episode of gorgonians and other organisms in the Ligurian Sea (NW Mediterranean), summer 1999.*Ecology Letters* 3: 284-293.

Hoogenboom, M., Rodolfo-Metalpa, R., Ferrier-Pages, C., 2010. Co-variation between autotrophy and heterotrophy in the Mediterranean coral *Cladocora caespitosa*. Journal of Experimental Biology, 213, 2399-2409.

Kersting, D.K., Linares, C., 2012. *Cladocora caespitosa* bioconstructions in the Columbretes Islands Marine Reserve (Spain, NW Mediterranean): distribution, size structure and growth. Marine Ecology-An Evolutionary Perspective, 33, 427-436.

Kersting D.K., Bensoussan N., Linares C., 2013. Long-term responses of the endemic reef-builder *Cladocora caespitosa* to Mediterranean warming. Plos ONE 8: e70820.

Laborel J., 1987. Marine biogenic constructions in the Mediterranean: a review. Sci.Rep.Port-Cros natl. Park,Fr,13:97-126,20 Figs, Port-Cros.

Kersting D.K., Cebrian E., Verdura J., Ballesteros E.,2017. A new *Cladocora caespitosa* population with unique ecological traits. Medit. Mar. Sci.

Kruzic P., Benkovic L. 2008. Bioconstructional features of the coral *Cladocora caespitosa* (Anthozoa, Scleractinia) in the Adriatic Sea (Croatia). Marine Ecology 29(1):125 - 139

Kurt-Kersting D., Linares C. 2012. *Cladocora caespitosa* bioconstructions in the Columbretes Islands Marine Reserve (Spain, NW Mediterranean): distribution, size structure and growth. Marine Ecology, 33: 427-436

Morri, C., Peirano, A., Bianchi, C.N., Sassarini, M., 1994. Present day bioconstructions of the hard coral, Cladocora caespitosa (L.) (Anthozoa, Scleractinia), in the Eastern Ligurian Sea (NW Mediterranean). Biologia Marina Mediterranea, 1, 371-373.

Peirano, A., Morri, C., Mastronuzzi, G., Bianchi, C.N., 1998. The coral *Cladocora caespitosa* (Anthozoa, Scleractinia) as a bioherm builder in the Mediterranean Sea. Memorie Descrittive Carta Geologica d'Italia, 52, 59-74.

Peirano, A., Morri, C., Bianchi, C.N., Rodolfo-Metalpa, R., 2001. Biomass, carbonate standing stock and production of the Mediterranean coral *Cladocora caespitosa* (L.). Facies, 44, 75-80.

Rodolfo-Metalpa, R., Bianchi, C.N., Peirano, A., Morri, C., 2005. Tissue necrosis and mortality of the temperate coral *Cladocora caespitosa*. Italian Journal of Zoology, 72, 271-27