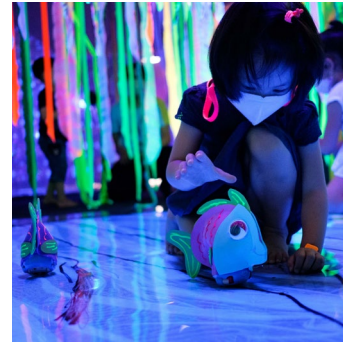


MD Journal
[13] 2022



BLUEDESIGN



BLUEDESIGN

Editoriale

Veronica Dal Buono,
Maria Carola Morozzo della Rocca,
Silvia Pericu
Issue editors

Essays

Giuditta Margherita Maria Ansaloni,
Laura Badalucco, Silvia Barbero,
Carlotta Belluzzi Mus, Arianna Bionda, Giovan-
ni Borgia, Francesco Burlando,
Alessio Caccamo, Enrico Tommaso Carassale,
Giuseppe Carmosino, Ivo Caruso,
Luca Casarotto, Niccolò Casiddu,
Elisabetta Cianfanelli, Vincenzo Cristallo, Fede-
rica D'Acunto, Federica Dal Falco,
Alessio Franconi, Paolo Franzo,
Filippo Iodice, Marco Manfra, Carlo Martino,
Clizia Moradei, Chiara Olivastri,
Cecilia Padula, Claudia Porfirione,
Calogero Mattia Priola, Andrea Ratti, Jonathan
Reich, Monica Rossi, Luca Ruzza, Giovanna Ta-
gliasco, Stefano Tornieri, Margherita Tufarelli,
Xavier Ferrari Tumay, Annapaola Vacanti



Le immagini utilizzate nella rivista rispondono alla pratica del fair use (Copyright Act 17 U.S.C. 107) recepita per l'Italia dall'articolo 70 della Legge sul Diritto d'autore che ne consente l'uso a fini di critica, insegnamento e ricerca scientifica a scopi non commerciali.

MD Journal

Rivista scientifica di design in Open Access

Numero **13, Luglio 2022** Anno VI

Periodicità semestrale

Direzione scientifica

Alfonso Acocella, Veronica Dal Buono, Dario Scodeller

Comitato scientifico

Alberto Campo Baeza, Flaviano Celaschi, Matali Crasset, Alessandro Deserti, Max Dudler, Hugo Dworzak, Claudio Germak, Fabio Gramazio, Massimo Iosa Ghini, Alessandro Ippoliti, Hans Kollhoff, Kengo Kuma, Manuel Aires Mateus, Caterina Napoleone, Werner Oechslin, José Carlos Palacios Gonzalo, Tonino Paris, Vincenzo Pavan, Gilles Perraudin, Christian Pongratz, Kuno Prey, Patrizia Ranzo, Marlies Rohmer, Cristina Tonelli, Michela Toni, Benedetta Spadolini, Maria Chiara Torricelli, Francesca Tosi

Comitato editoriale

Alessandra Acocella, Chiara Alessi, Luigi Alini, Angelo Bertolazzi, Valeria Bucchetti, Rossana Carullo, Maddalena Coccagna, Vincenzo Cristallo, Federica Dal Falco, Vanessa De Luca, Barbara Del Curto, Giuseppe Fallacara, Anna Maria Ferrari, Emanuela Ferretti, Lorenzo Imbesi, Carla Langella, Alex Lobos, Giuseppe Lotti, Carlo Martino, Patrizia Mello, Giuseppe Mincolelli, Kelly M. Murdoch-Kitt, Pier Paolo Peruccio, Lucia Pietroni, Domenico Potenza, Gianni Sinni, Sarah Thompson, Vita Maria Trapani, Eleonora Trivellin, Gulname Turan, Davide Turrini, Carlo Vannicola, Rosana Vasqu  z, Alessandro Vicari, Theo Zaffagnini, Stefano Zagnoni, Michele Zannoni, Stefano Zerbi

Procedura di revisione

Double blind peer review

Redazione

Giulia Pellegrini *Art direction*, Annalisa Di Roma, Graziana Florio
Fabrizio Galli, Monica Pastore, Eleonora Trivellin

Promotore

Laboratorio Material Design, Media MD
Dipartimento di Architettura, Universit   di Ferrara
Via della Ghiara 36, 44121 Ferrara
www.materialdesign.it

Rivista fondata da Alfonso Acocella, 2016

ISSN 2531-9477 [online]

ISBN 978-88-85885-12-7 [print]

BLUEDESIGN

ACQUA E DESIGN NELL'EQUILIBRIO
TRA UOMO E AMBIENTE

- 6 Editoriale
Bluedesign
Veronica Dal Buono, Maria Carola Morozzo della Rocca, Silvia Pericu
- Essays
- 18 **Design adattivo, mitigativo, concertativo**
Marco Manfra
- 34 **Design, Aree Marine Protette e Patrimonio Naturale**
Alessio Caccamo, Carlotta Belluzzi Mus, Federica Dal Falco,
Carlo Martino, Luca Ruzza
- 46 **La Spiaggiaverde del Bluedesign**
Vincenzo Cristallo, Ivo Caruso
- 58 **Open-data satellitari a supporto del Service Design**
Giovanni Borga, Filippo Iodice, Federica D'Acunto
- 72 **Dust_Able**
Calogero Mattia Priola, Laura Badalucco, Luca Casarotto
- 86 **Allevare pesce, rigenerare paesaggi**
Stefano Tornieri
- 100 **Tono su tono. A servizio della Blue economy**
Chiara Olivastri, Xavier Ferrari Tumay, Giovanna Tagliasco
- 112 **Drop Energy Village**
Elisabetta Cianfanelli, Margherita Tufarelli
- 122 **Il Long Range**
Enrico Tommaso Carassale
- 136 **Sfide per uno yacht design a emissioni zero**
Giuditta Margherita Maria Ansaloni, Arianna Bionda, Monica Rossi
- 148 **Navi da crociera e tecnologie smart**
Giuseppe Carmosino, Andrea Ratti

- 162 **Blue Fashion**
Paolo Franzo, Clizia Moradei
- 172 **Design for underwater experience**
Niccolò Casiddu, Claudia Porfirione, Francesco Burlando,
Annapaola Vacanti
- 182 **Come bere acqua prevenendo l'inquinamento marino**
Cecilia Padula, Silvia Barbero
- 194 **Decentralised passive water harvesting**
Alessio Franconi, Jonathan Reich



In copertina
Sea of Lights – Below the water
(credit: Andrew Beveridge)

Dust_Able

Upcycling per la conservazione
delle tegnùe dell'Alto Adriatico

Calogero Mattia Priola cmpriola@iuav.it

Laura Badalucco laurabada@iuav.it

Luca Casarotto luca.casarotto@iuav.it

Università Iuav di Venezia

I cambiamenti climatici, le pratiche di pesca distruttive e l'aumento dell'acidità dei mari determinano cambiamenti mettendo in pericolo gli ecosistemi marini, tra cui le tegnùe, le conformazioni calcaree simili alle barriere coralline tipiche dell'Alto Adriatico. L'obiettivo del paper è dunque presentare *Dust_Able*, una soluzione progettuale utile a supportare il lavoro che già i biologi marini stanno facendo per salvaguardare le tegnùe.

Attraverso un approccio di design bio-ispirato e l'upcycling delle polveri di marmo, la ricerca mira a realizzare un sistema di prodotti modulari utile a ricreare le condizioni ottimali per la coltura in laboratorio di alghe rosse coralline e quindi a incentivare la ripopolazione degli habitat di reef.

Design, Bio-ispirazione, Tegnùe, Upcycling, Marmo

Climate change, destructive fishing practices and increasing acidity of the seas are causing changes endangering marine ecosystems, including the tegnùe, the calcareous formations similar to coral reefs typical of the Upper Adriatic. The goal of the paper is therefore to present *Dust_Able*, a design solution to support the work that marine biologists are already doing to safeguard the tegnùe.

Through a bio-inspired design approach and the upcycling of marble powders, the research aims to create a system of modular products useful to recreate the optimal conditions for the culture of coralline red algae in the laboratory and thus to stimulate the repopulation of reef habitats.

Design, Bio-inspiration, Tegnùe, Upcycling, Marble

C.M. Priola Orcid id 0000-0002-7557-9470

L.Badalucco Orcid id 0000-0003-4403-8230

L. Casarotto Orcid id 0000-0003-4403-8230

ISSN 2531-9477 [online], ISBN 978-88-85885-12-7 [print]

L'habitat delle tegnùe dell'Alto Adriatico

Nei fondali dell'Alto Adriatico sono presenti alcune conformazioni calcaree organogene simili alle barriere coralline che vengono chiamate "tegnùe" (Mizzan, 1995). Composte da organismi che conferiscono a queste bio-costruzioni un aspetto simile alle barriere coralline, devono il nome "tegnùe" ai pescatori le cui reti si impigliavano nei conglomerati e ne venivano "trattenute".

Questi affioramenti rocciosi naturali si distribuiscono in modo discontinuo nell'area occidentale del Golfo di Venezia, al largo delle coste del Lido, Pellestrina, Cavallino-Treporti, Chioggia e di Caorle [fig. 01], in batimetriche comprese tra gli 15 ed i 30 metri circa e hanno una eccezionale valenza ecologica in quanto risultano essere l'habitat naturale per tantissime specie di flora e fauna marina. Le tegnùe sono create attraverso l'azione di alghe rosse coralline, organismi biocostruttori che attraverso il processo di *biomineralizzazione*, assorbono e trasformano la CO₂ disciolta in calcite per autocostruire i propri esoscheletri. Grazie alla progressiva stratificazione formano queste strutture rocciose simili alle barriere coralline [fig. 02], costituite da carbonato di calcio CaCO₃ (AA.VV., 2008).

Secondo le ricerche dell'Istituto di Scienze Marine del Consiglio Nazionale delle Ricerche (ISMAR-CNR) di Venezia, queste conformazioni rocciose sommerse che ospitano ecosistemi acquatici unici hanno avuto origine circa 7.000 anni fa, quando è avvenuta la cementazione dei canali fluviali risalenti all'ultimo periodo glaciale (Tosi, Zecchin, Franchi et al., 2017, pp. 1-10). «La presenza di agglomerati solidi nella distesa di fondali crea, sia pure localmente, zone ricche di microambienti e gradienti ecologici, nei fondali costituiti essenzialmente da distese di sabbia e fango, la presenza di questi substrati rocciosi funge da punto di ancoraggio per vari organismi sessili, cioè organismi incapaci di movimento che vivono ancorati a un tipo di substrato solido. Alghe incrostanti, spugne, anemoni, coralli, ricci, stelle, organismi che rappresentano a loro volta una ricca e variegata disponibilità alimentare, che attira la fauna ittica. Si realizzano così oasi di estrema ricchezza biologica, con un incremento del numero delle specie presenti, ma anche con una notevole biomassa per unità di superficie» (AA.VV., 2010, p. 13).

Le tegnùe costituiscono zone di rilevante importanza non solo dal punto di vista ambientale, ma anche economico in quanto rappresentano punti di notevole biodiversità e di insediamento, riproduzione e pascolo per molte specie ittiche. Sono per questo divenute, in gran parte, Zone di Tutela Biologica (ZTB) [1].

Secondo le ricerche dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e del Dipartimento di Biologia dell'Università di Padova, il continuo aumento dell'acidità dei mari, l'aumento della temperatura media e l'insediamento di specie non autoctone [2] sta mettendo in difficoltà anche questi habitat: il risultato è, da un lato, la riduzione della biodiversità e dall'altro di minerali, come il carbonato di calcio, che assicurano la sopravvivenza degli organismi. Questo determina la conseguente incapacità degli organismi marini quali coralli, molluschi e crostacei di costruire, accrescere e mantenere il proprio scheletro o guscio carbonatico [3] e porterà cambiamenti irreversibili della struttura della biosfera marina.

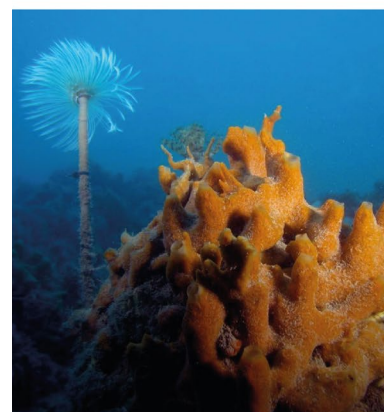
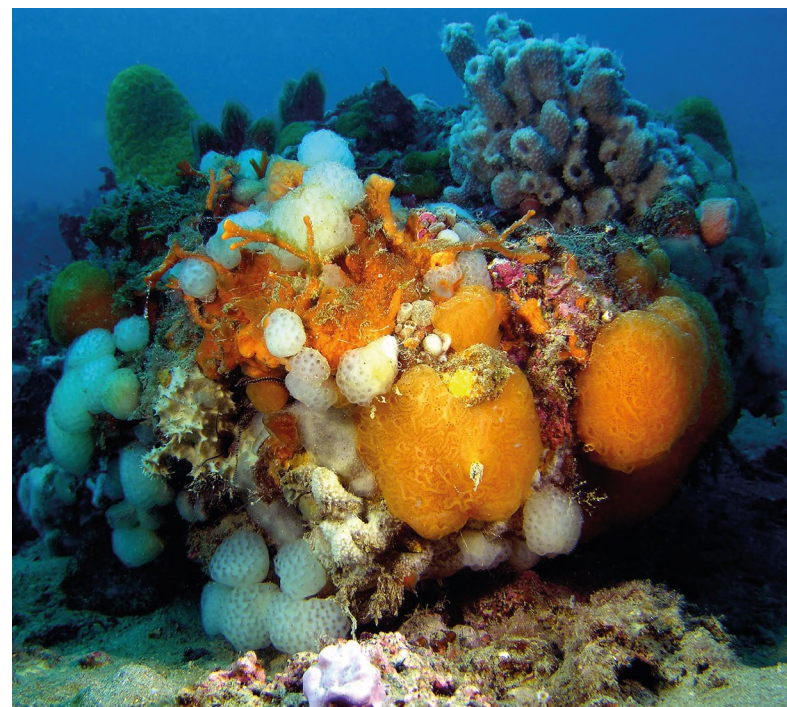
Queste problematiche interessano con frequenza sempre maggiore i mari delle coste italiane e anche la zona dell'Adriatico dove si trovano le tegnùe.

Lo stato di questi ecosistemi è controllato dall'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV) con il supporto di altre istituzioni e di una specifica associazione [4] che conducono indagini sullo stato di salute delle tegnùe, indicando come questi ambienti marini stiano affrontando una molteplicità di pressioni dovute ai cambiamenti climatici, all'inquinamento, alle pratiche di pesca distruttive e all'acidi-

01
La localizzazione delle tegnùe attorno alla laguna di Venezia



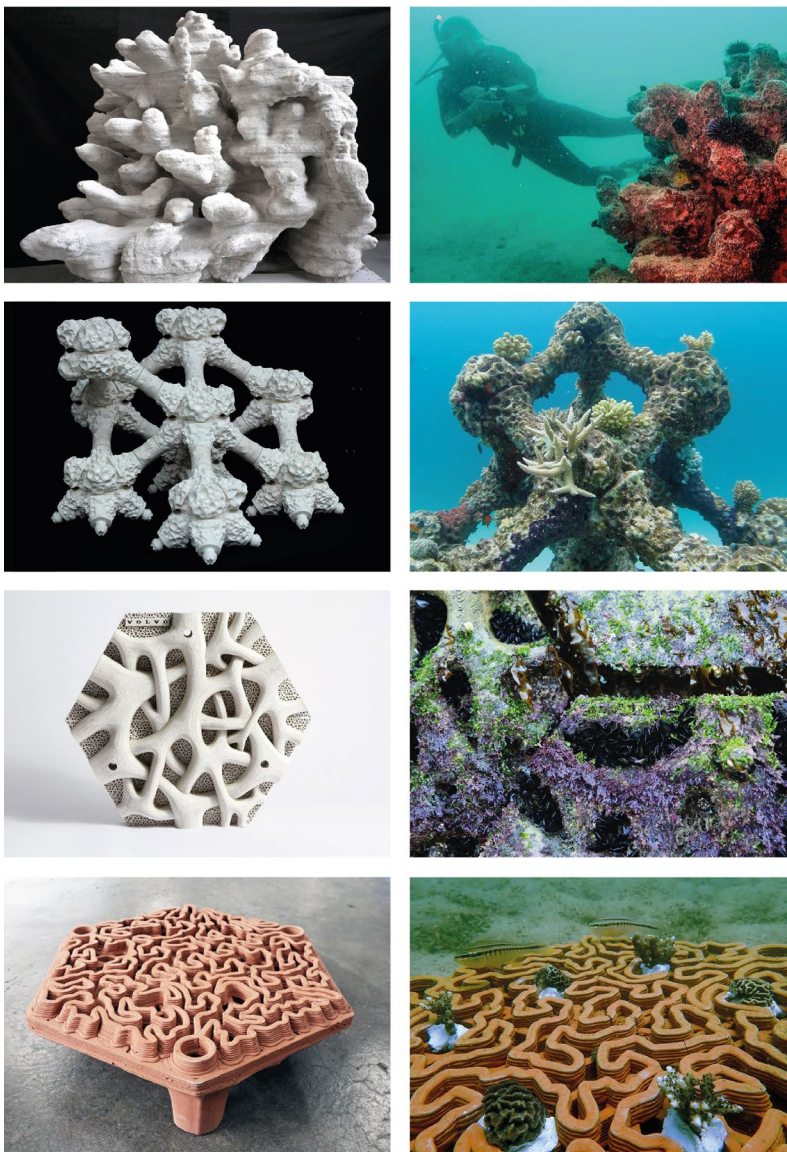
01



02



02
L'habitat delle tegnùe, nato dall'azione di alghe rosse coralline, Zona di Tutela Biologica dal 2002 (foto: Piero Mescalchin)



03

03
Esempi e foto di reef artificiali:
Desamnera 3D Printing Reef; MARS
Reef Design Lab; Volvo Living Seawall;
SWIMS Reformatory Coral Habitat

ficazione delle acque che le portano a una riduzione sia nell'ampiezza che nella loro ricchezza.

Per supportare la loro protezione, conservazione e rivitalizzazione, ISMAR-CNR sta sperimentando con successo l'utilizzo di vasche incubatrici nelle quali avviare la coltura dell'alga calcarea corallina da posizionare poi in ambito marino a supporto delle tegnùe già presenti in loco. La ricerca e sperimentazione progettuale qui presentata parte proprio dall'intenzione di offrire un supporto a questa attività elaborando, attraverso un approccio di design bio-ispirato, una soluzione specifica per ricreare le caratteristiche di questi habitat sull'esempio di quanto già fatto anche in altri luoghi del mondo. Il processo di ricerca e sperimentazione progettuale ha compreso le seguenti fasi:

- analisi delle caratteristiche e problematiche dell'habitat delle tegnùe;
- analisi delle caratteristiche geometriche e costruttive dei conglomerati;
- verifica degli incubatori esistenti e delle attività svolte dai biologi sia in laboratori sia in situ;
- analisi degli esempi di barriere coralline artificiali già in produzione;
- definizione delle caratteristiche tecniche per la progettazione di incubatori specifici per le tegnùe;
- ricerca dei materiali con caratteristiche fisiche e chimiche ideali per i reef artificiali con l'intenzione di verificare se sia possibile generare valore da materie di scarto trasferendo risorse al momento non utilizzate da un insieme territoriale vicino all'area interessata;
- sperimentazione del materiale individuato e studio di geometrie e pattern che favoriscano la nuova coltura dell'alga rossa corallina;
- progettazione di un sistema adatto all'uso in laboratorio e alla seguente applicazione in ambiente marino.

Design bio-ispirato, upcycling e reef

Oltre ad essere il componente di differenti organismi marini come coralli, conchiglie, gusci dei molluschi e alghe calcaree, il carbonato di calcio si trova comunemente in natura nei contesti geologici. Si è dunque deciso di indagare dove fosse possibile reperire e rielaborare questo materiale nel sistema territoriale veneto al fine di supportare la costruzione di moduli base che servissero all'incubazione di nuove tegnùe.

Tra le diverse possibilità, è stata indagata l'eventualità di utilizzare una parte degli scarti delle lavorazioni dei materiali lapidei, molto presenti in ambito regionale. Il carbonato di calcio è, infatti, il componente principale

delle polveri di marmo derivanti dalla marmettola, scar-
to a consistenza fangosa prodotto nelle fasi di estrazione
e di lavorazione dei materiali lapidei.

Le moderne operazioni di taglio assieme a quelle di fi-
nitura, producono polveri che si mescolano all'acqua
utilizzata per il raffreddamento degli utensili. I reflui che
ne derivano vengono raccolti e trattati con processi di de-
cantazione e filtropressatura, che consentono il recupero
e la trasformazione dei fanghi in sostanza solida [5].

La polvere di marmo ottenuta dalla marmettola è un
materiale con caratteristiche di purezza elevate. Si trat-
ta di un inerte calcareo bianco, insolubile in acqua, ad
altissima concentrazione di carbonato di calcio CaCO_3 ,
circa il 98%, con granulometria ultrafine e peso specifi-
co pari a $2,72 \text{ Kg/m}^3$.

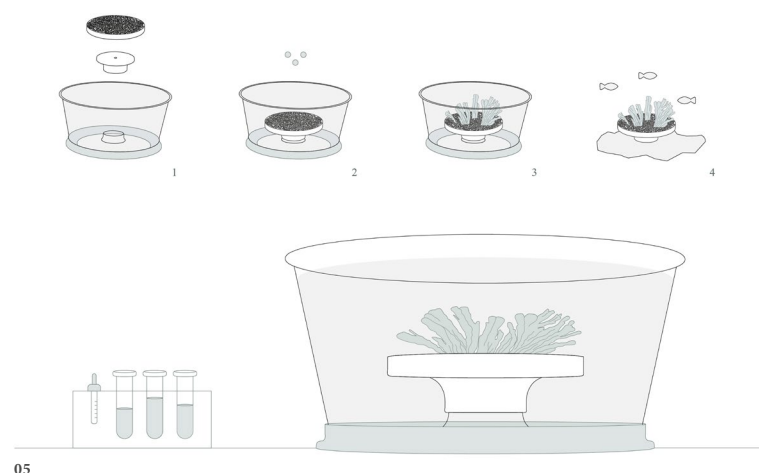
Queste caratteristiche lo rendono ideale per la creazione
di strutture artificiali sottomarine che fungono da base
per incentivare la ripopolazione della barriera corallina.

Negli ultimi anni sono state avviate diverse ricerche per
la realizzazione di progetti finalizzati alla protezione
dell'ambiente marino, alcuni dei quali rivolti alla valoriz-
zazione delle polveri di marmo. Queste esperienze si ba-
sano su un "design bio-ispirato" [6] (Benyus, 1997, p. 320;
Pietroni, Mascitti, 2016, pp. 66-77) nel quale i processi
naturali e i principi biologici rappresentano l'opportunità
per sviluppare nuove proposte progettuali e per rendere
i prodotti compatibili con le complesse dinamiche am-
bientali attuali (Langella, 2007; Langella, 2019).

04
Dust_Able,
sistema
d'incubazione per
tegnùe composto
da vasca, una
base e tre moduli
di crescita
utilizzabili in
laboratorio e in
ambiente marino



04



05



profilo tegnùe piatto



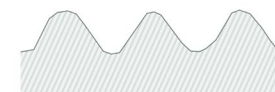
modulo 1



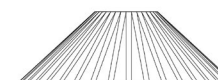
profilo tegnùe cilindrico



modulo 2



profilo tegnùe conico



modulo 3

06

05
Dust_Able, fasi di utilizzo

06
I tre profili di crescita naturale tipici
delle tegnùe e i corrispettivi pattern
per la crescita in incubatore



07

Tra i casi studio analizzati, alcuni risultano interessanti poiché sfruttano i processi additivi 3D per la produzione di conglomerati rocciosi, tramite la combinazione di polvere di marmo o sabbia con leganti naturali. Tale soluzione permette di realizzare moduli di barriera artificiale tridimensionali che favoriscono il ripristino della barriera corallina (Desamanera Srl [7]; Boskalis e Fondazione Principe Alberto II di Monaco, 2016, Monaco Larvotto Reserve [8]; (*Modular Artificial Reef Structure* (MARS), 2013, Maldive [9])).

Altri sistemi sfruttano invece altri materiali per la realizzazione di elementi modulari bidimensionali, caratterizzati da rientranze sulla superficie, progettate per favorire l'insediamento di organismi marini (*Volvo Living Seawall*, 2018, Sydney [10]; Swire Institute of Marine Science (SWIMS) Hong Kong University (HKU) e Robotic Fabrication Lab, 2020 [11]) [fig. 03].

Questi progetti mettono in evidenza la possibilità di disegnare prodotti utili a supportare il lavoro dei biologi marini e a contrastare i numerosi fattori che contribuiscono al rapido declino della salute dell'ecosistema delle barriere coralline.

07-08
Dust_Able,
moduli e base



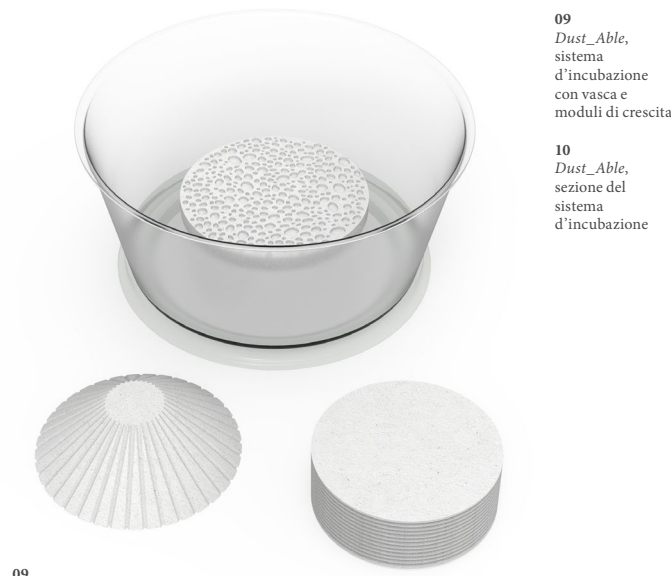
08

Il progetto dell'incubatore marino **Dust_Able**

Sulla base delle esperienze internazionali qui descritte e vista la presenza nel Veneto del materiale adeguato alla creazione di elementi per contrastare il degrado ambientale dell'habitat delle tegnùe e garantirne la conservazione, nonché delle istituzioni già impegnate nella loro salvaguardia e pronte all'utilizzo di questi elementi, è stata avviata una sperimentazione progettuale di un sistema d'incubazione delle alghe calcaree coralline.

Tale sistema è stato progettato per supportare sia la corretta costruzione del conglomerato roccioso nelle sue varie configurazioni geometriche, sia il lavoro dei biologi marini nelle fasi di avvio della colonia in laboratorio e nella posa in mare della colonia stessa in modo da ripristinare le tegnùe.

Infatti, *Dust_Able* – progettato nel 2020 presso l'Università Iuav di Venezia secondo i principi del design bio-ispirato – è utile a incentivare la ripopolazione della biomassa degli habitat dei "reef" dell'Adriatico ed è composto da tre substrati, differenti per forma e struttura [fig. 04], costituiti da conglomerato di polvere di marmo proveniente dall'"upcycling" (Bonpan, 2018, pp. 125-128) della marmettola e da un incubatore per la coltura in laboratorio di alghe rosse coralline tipiche delle tegnùe [fig. 05].



09

Durante le fasi di sviluppo progettuale è stato fondamentale il confronto con gli esperti di habitat marini dell'Istituto di Scienze Marine di Venezia (ISMAR CNR), le cui esigenze hanno contribuito alla definizione di vari aspetti e caratteristiche del progetto. La forma dei tre pattern [fig. 06] è stata studiata in modo da imitare i profili di crescita naturale tipici delle teggine (piano, cilindrico e conico). È stato per questo svolto un lavoro di sintesi degli elementi sostanziali e di chiara differenziazione dei moduli e dei pattern per



10

09
Dust_Able,
sistema
d'incubazione
con vasca e
moduli di crescita

10
Dust_Able,
sezione del
sistema
d'incubazione

aiutare sia la produzione (da attivare ad hoc in base alle necessità) sia l'insediamento delle alghe, sia la gestione del processo in vasca e in mare da parte dei biologi.

Un elemento (modulo 1) [fig. 07] è costituito da una superficie circolare piatta con dimensioni massime di 160x15 mm e con rientranze ellittiche disomogenee. Un secondo modulo (modulo 2) ha una forma cilindrica di dimensioni massime di 140x52 mm con scanalature laterali dallo sviluppo circolare. L'ultimo (modulo 3) [fig. 08] ha una forma a tronco di cono con dimensioni massime di 160x52 mm con scanalature laterali dallo sviluppo verticale.

L'estrema semplicità dei volumi di base e, assieme, le scanalature, le irregolarità e la porosità del materiale risultano essere ideali per l'insediamento di organismi che sfruttano le scale nanometriche. La superficie di ogni unità è progettata con rientranze che offrono ai primissimi organismi colonizzatori un adeguato ancoramento. Quando l'organismo avrà una solida presa sulla superficie, potrà crescere oltre la sicurezza della rientranza.

La base, di dimensioni di 105x55 mm, ha la funzione di tenere in posizione i moduli nella vasca durante le fasi di coltura [fig. 09] e di permettere la loro facile estrazione per il successivo posizionamento o aggancio in mare sulla superficie della teggina.

La vasca d'incubazione ha la forma di un tronco di cono rovesciato in vetro, con un elemento convesso sulla superficie inferiore e una svasatura appena accennata sul bordo superiore [fig. 10]. Tale forma facilita la presa, la pulizia, l'appoggio dei pattern e l'impilaggio sugli scaffali degli elementi nella fase di inutilizzo. Ha dimensioni rispettivamente di 324x150 mm con capacità di 10 litri. La presenza di un anello che funge da base di appoggio è utile a dare stabilità alla vasca e a evitare il contatto diretto con il piano di lavoro su cui verrà collocata, che potrebbe creare interferenze significative nella gestione della temperatura ideale dell'acqua di coltura. A forma di toroide di dimensioni 324x19 mm, è pensata anche per diminuire l'uso di materiale e nelle fasi di impilaggio è utile a distanziare le superfici di vetro ed evitare urti o danneggiamenti.

Dopo il primo periodo di coltura in laboratorio, i substrati precedentemente colonizzati da comunità di alghe calcaree coralline potranno essere tolti dalla vasca, trasferiti in mare nelle zone specifiche delle teggine per ristabilire così le condizioni ecosistemiche tipiche di questi habitat. Tali organismi filtrando progressivamente gli inquinanti presenti nell'acqua, potranno inoltre

contribuire a contrastare l'acidificazione dell'acqua e a generare l'accrescimento delle formazioni rocciose su cui andranno collocate, ricreando strutture che possano vivere e rigenerarsi assecondando i naturali processi biologici dell'Alto Adriatico.

Conclusioni

Dust_Able, oggi in fase di prototipazione iniziale dei moduli rocciosi, offre una soluzione che permette di sfruttare le caratteristiche delle polveri di scarto del marmo per lo sviluppo di strumenti compatibili con le dinamiche degli ecosistemi marini.

La crescita esponenziale delle problematiche connesse alla protezione e alla salvaguardia degli ambienti naturali e la rottura degli equilibri ecologici, negli ultimi anni hanno sollevato un'urgente necessità di indagare nuovi percorsi di ricerca multidisciplinari, al fine di configurare nuovi scenari e avviare processi di sviluppo sostenibile.

Pertanto, per fornire alla cultura del design un contributo reale, sarebbe auspicabile avviare ulteriori attività di cooperazione con gli Istituti di Scienze Marine, così da creare in futuro nuove opportunità di contaminazione tra le discipline del progetto e delle scienze biologiche, per sperimentare e verificare nei laboratori le potenzialità e la fattibilità del progetto *Dust_Able*.

NOTE

[1] La ZTB delle acque marine al largo del porto di Chioggia è stata istituita con Decreto del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali del 5 agosto 2002. La ZTB delle "Tegnue di Porto Falconera, in Caorle", invece, è stata istituita nel 2004. Deliberazione della Giunta Regionale n. 220 del 01 marzo 2011.

[2] A tal proposito si rimanda alle ricerche della Prof.ssa Isabella Moro dell'Università di Padova.

[3] Si veda <https://development.isprambiente.gov.it/files/notizie-ispra/notizia-2014/NotaInformativaStazione>

Sperimentale ISPRA nel Tirreno _2.pdf.

[4] Si veda il sito <https://www.tegnue.it>.

[5] Si veda Galiotto Raffaello, *Marmo 4.0: Sperimentazioni nel design litico / Experiments in lithic design*, Venezia, Marsilio Editore, 2018.

[6] Negli ultimi decenni è emerso, tra i ricercatori di design, un crescente interesse per la metodologia di indagine bioispirata, la disciplina che studia e imita i processi naturali e i sistemi biologici per la generazione di nuove strutture, materiali e prodotti. La biomimetica, definita anche biognosis, biomimetics o biomimicry, trovò diffusione nel 1997 tramite gli studi di Janine Benyus, che ha approfondito e divulgato le teorie sviluppate nel 1957 da Otto Schmitt, ponendo l'attenzione sulla necessità

di indagare nuovi modelli di sviluppo sostenibile, attraverso la combinazione dei processi biologici e tecnologici, per la soluzione dei molteplici problemi.

[7] Si veda <https://www.desamanera.com/>
Sito web Desamanera SRL. [23 Aprile 2022]

[8] Si veda <https://boskalis.com/artificialreefs.html>
Sito web Boskalis. [22 Aprile 2022]

[9] Si veda <https://www.reefdesignlab.com/mars1>
Sito web Reef Design Lab. [26 Aprile 2022]

[10] Si veda <https://www.reefdesignlab.com/living-seawalls>
Sito web Reef Design Lab. [26 Aprile 2022]

[11] Si veda Lange Christian, Ratoi Lidia, Lim Co Dominic, *Reformative coral Habitats. Rethinking Artificial Reef structures through a robotic 3D clay printing method*, The University of Hong Kong, Hong Kong, 2020.

REFERENCES

Mizzan Luca, *Le Tegnùe. Substrati solidi naturali del litorale veneziano: potenzialità e prospettive*, Quaderni ASAP, **1995**, pp. 46.

Benyus Janine M., *Biomimicry: Innovation inspired by nature*, New York, Morrow, **1997**, pp. 320.

Langella Carla, *Hybrid design. Progettare tra tecnologia e natura*, Milano, Franco Angeli, **2007**.

AA.VV., *Le tegnùe, ambiente organismi, curiosità*, Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione ambientale del Veneto (ARPAV), Museo di Storia Naturale di Venezia, Padova, **2008**.

AA.VV., *Le tegnùe dell'Alto Adriatico: valorizzazione della risorsa marina attraverso lo studio di aree di pregio ambientale*, Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione ambientale del Veneto (ARPAV), Museo di Storia Naturale di Venezia, Padova, **2010**.

Pietroni Lucia, Mascitti Jacopo, "Superfici biomimetiche. I materiali bioispirati per un design sostenibile e rigenerativo", in *MD Journal, Involucri sensibili. Integumentary Design* n. 1, **2016**, pp. 66-77.

Tosi Luigi, Zecchin Massimo, Franchi Fulvio et al., *Paleochannel and beach-bar palimpsest topography as initial substrate for coralligenous buildups offshore Venice, Italy*. Scientific reports, **2017**, 7 (1), pp. 1-10.

Bompan Emanuele, "Upcycling: il nuovo ciclo della materia, dal purgatorio al paradiso", pp. 125-128, in *Che cos'è l'economia circolare*, Milano, Edizioni Ambiente, **2018**, pp. 158.

Langella Carla, *Design e scienza*, Trento, ListLab, **2019**, pp. 168.