

2 2023

CIVILTÀ DELLE MACCHINE

SUBACQUEO

IN COPERTINA

E A FRONTE

μgraph reliefs (Aluminium Foam),

Loris Cecchini, 2018,
resina poliestere, smalto, fibre
di nylon in telaio di alluminio.

Foto di Ela Bialkowska,

OKNO Studio

Courtesy l'artista e GALLERIA

CONTINUA

LORIS CECCHINI

Abitare lo spazio attraverso le costanti della scultura e dell'architettura è una cifra caratteristica del lavoro dell'artista milanese Loris Cecchini. In un numero, quello che state per leggere, dedicato al tentativo di abitare l'inabitabile, di esplorare l'inesplorato, la poetica di Cecchini ci suggerisce di scandagliare la realtà e lo spazio combinando poesia e fenomenologia scientifica. Agli inizi della sua carriera, negli anni Novanta, comprende l'importanza della rivoluzione digitale in corso e del ruolo che avrà. Usa indagini bidimensionali condotte al computer, e realizzazioni tridimensionali, in cui la tecnica tradizionale della scultura ha un ruolo decisivo. Dal collasso degli oggetti – libri, finestre, violini – rappresentato dall'artista scaturirà l'apertura verso l'architettura.

Da qui, la realizzazione di strutture e superfici che costruiscono configurazioni spaziali praticabili dal pubblico. Lo spazio architettonico diventa quindi protagonista della frammentazione della forma, in un'esplosione disordinata – o libera, come ci tiene a rivendicare l'artista – che mantiene sempre il modulo come unità prima. Tortuose catene di molecole deflagrate, sospese, rampicanti, ibride, si moltiplicano in metafore biologiche e modulari sulle pareti e nel vuoto degli ambienti. E diventano segno e linguaggio riconoscibili dell'artista. *Module-based sculpture* è la serie in cui vengono esplorate le possibilità spaziali di strutture rizomatiche. Ossa d'acqua in acciaio inox, cespugli di diagrammi, radici aeree, sono semi-citazioni dei titoli che compongono questa serie, in cui è messa in evidenza la costruzione meccanica di un organismo dalle infinite potenzialità generative.

Parallela a questa produzione, un'altra serie di opere, *Extruding bodies*. L'uso del termine "estrusione" richiama le due dimensioni formative dell'artista: la campagna, la natura, e la cultura tecnico-scientifica: è un termine che può riferirsi infatti all'azione di emissione lenta di lava degassata, in vulcanologia, o all'emersione di masse rocciose per fenomeni di corrugamento, in geologia. Ma anche, nell'industria, alla lavorazione per deformazioni di plastiche tramite materiali meccanici. Così, questi corpi, queste opere, provengono da un processo – appunto naturale o tecnologico – di espulsione violenta: vibranti onde trasformano le pareti piane in specchi d'acqua (*Wallwave vibration*), in cui i cerchi si propagano delicatamente e si cristallizzano. Nonostante la predilezione per colori neutri, il bianco oppure la superficie specchiante dell'acciaio, nella serie *Sentimental seismographies* torna il colore, come nel caso della copertina. L'azzurro cerca un rapporto con la pittura che pittura non è. I moduli vengono prima elaborati attraverso altre tecniche, dall'acquerello al prototipo in 3D, grazie alle quali si vanno a ingrandire immagini microscopiche poi realizzate in acciaio o alluminio.

Artista affermato, Loris Cecchini vanta importanti e numerose mostre, personali e collettive, tra cui *Platea dell'Umanità*, a cura di Harald Szeemann, 49ª Biennale internazionale d'arte Venezia (2001). Nel 2005 ha ricevuto il Premio per la giovane arte italiana; ha partecipato inoltre alla 51ª Biennale internazionale d'arte Venezia (2005) e all'8ª Biennale di Urbanistica/Architettura (UABB) di Shenzhen in Cina (2019).

(Elisa Albanesi)



SOMMARIO

4 SUBACQUEO
di Marco Ferrante



8 L'ABISSO VUOTO
di Emanuele Garbin

12 PERCHÉ SERVE UN'AUTORITÀ NAZIONALE
SUL TRAFFICO SOTTOMARINO
di Giuseppe Berutti Bergotto

16 ORDINE GEOPOLITICO POSTMODERNO
di Matteo Marconi e Paolo Sellari

20 QUANTO VALE LA BLUE ECONOMY
di Francesco Pontorno

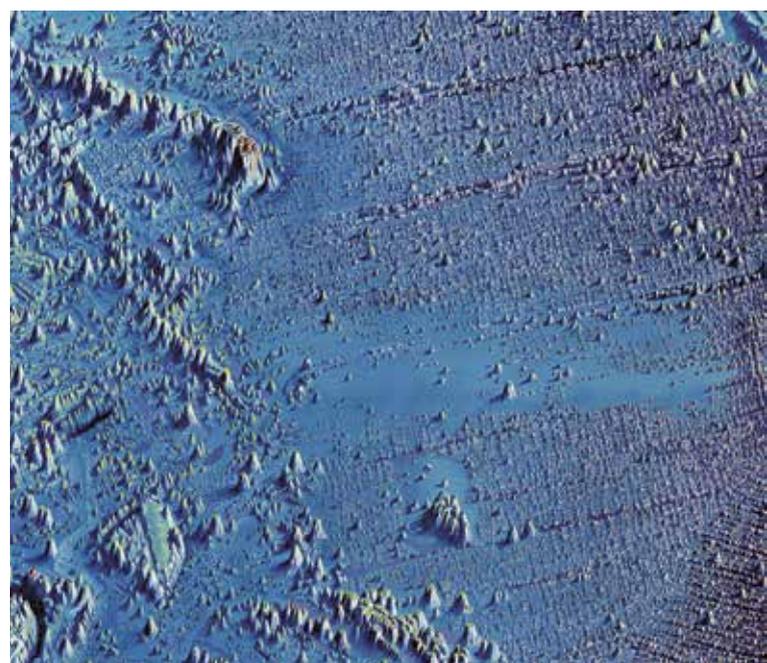
UN AMBIENTE MULTILATERALE 22
di Gemma Andreone

UN TRATTATO PER LE REGOLE 26
di Vincenzo Pisani

LE RICCHEZZE NASCOSTE 30
di Marzia Rovere

COME MAPPARE GLI OCEANI 34
di Kira Coley

EPPUR SI MUOVE 38
di Fabio Trincardi

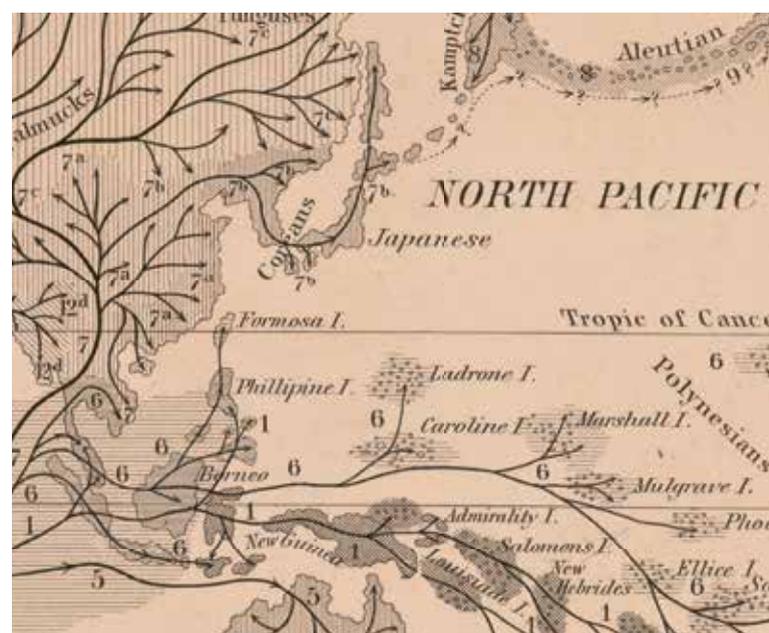


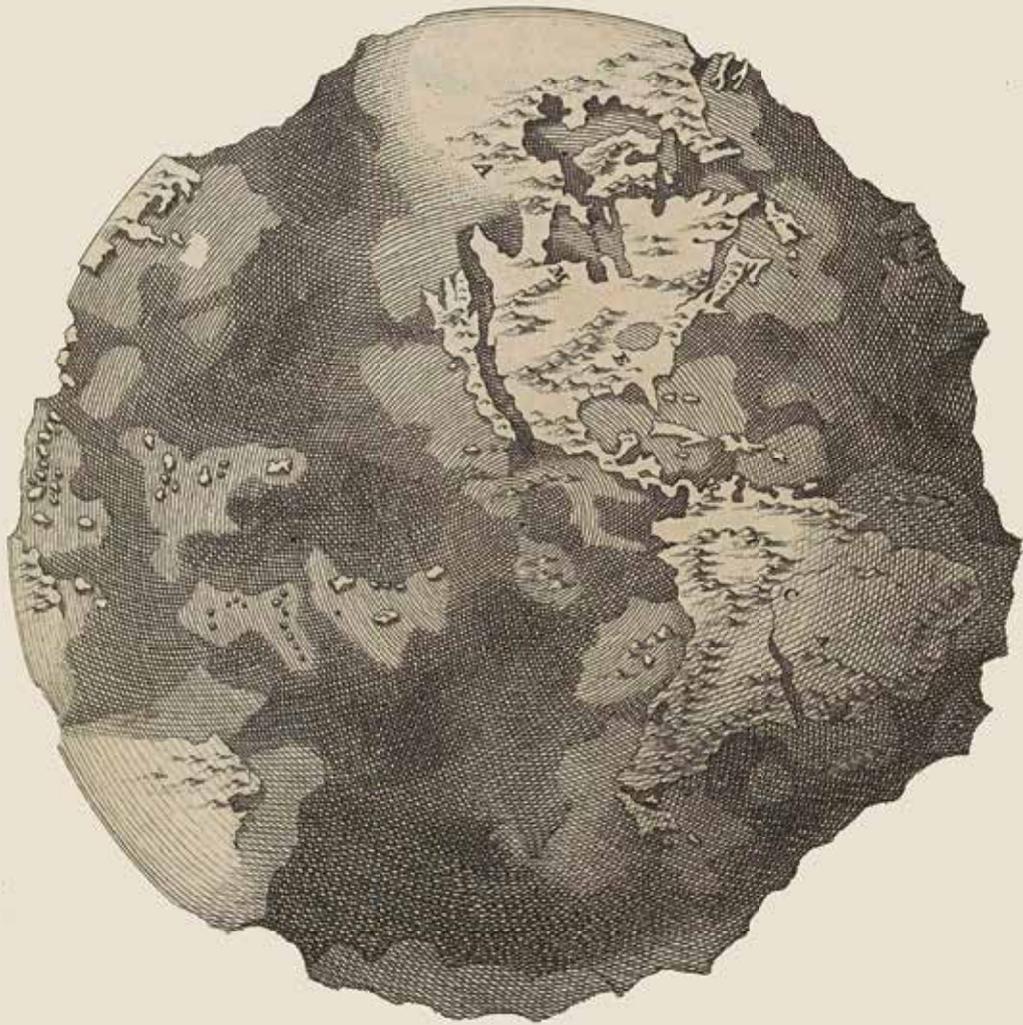
DAL CODEX ATLANTICUS AL BATISCAFO TRIESTE di Giacomo Paoli, Andrea Morini, Alfonso Farina	42
TECNOLOGIE AVANZATE di Isaac Tesfaye	48
MISSIONI IPERBARICHE di Ginevra Leganza	50
ABITARE IL MARE di Jacques Rougerie	54



58	VITE PROFONDE di Emanuela Fanelli e Gian Marco Luna
64	CAPODOGLI NELLA MARGHERITA di Alberto Luca Recchi
68	IN APNEA di Stenio Solinas
72	NEMO, IL NAUTILUS E ALTRE STORIE di Elisa Albanesi
76	RILEGGERE BALLARD di Luigi Beneduci

TRE MILIONI DI RELITTI di Barbara Davidde	80
DA CORINTO di Giorgia Lepore	82
LEMURIA CONTINENTE PERDUTO di Gottardo Pallastrelli	86
ANALISI THALASSALE di Guido Vitiello	90
TRADUZIONI	94





Questo numero è dedicato a un contenitore di 1,3 miliardi di km³ d'acqua. Custodisce la vita, produce ossigeno, ospita infrastrutture, contiene grandi ricchezze sui fondali che peseranno sulle nuove frontiere geopolitiche

Il globo terrestre tolte tutte le acque, visto da entrambi i lati, in W. Goeree, Voor-Bereidselen Tot de Bybelsche Wysheid en Gebruik der Heilige en Kerkelijke Historien, Schouten, Ribbius, 1700

MARCO FERRANTE

SUBACQUEO

Le prossime tre generazioni si cimenteranno con un lungo elenco di questioni urgenti e aperte: il nuovo ordine mondiale, la salvaguardia ambientale, il reperimento stabile di materie prime, la transizione digitale, gli sviluppi dell'intelligenza artificiale, l'aggiornamento dell'assetto del lavoro e dei diritti conseguenti, i movimenti migratori. Le prime tre questioni sono strettamente legate a una dimensione sottovalutata del pianeta come luogo fisico in cui agiamo: la dimensione subacquea. 360 milioni di km² di estensione, oltre 2/3 della superficie terrestre, 1,3 miliardi di km³ d'acqua, profondità media oceanica di 3800 m. Gli abissi custodiscono materie prime, ospitano linee di comunicazione e trasporto di dati e risorse energetiche, ospitano flotte sottomarine di potenze guardinghe, sono l'habitat da cui nasce la vita, con una produzione di oltre il 50% dell'ossigeno disponibile, un assorbimento del 30% dell'anidride carbonica prodotta dal pianeta – si stima 22 milioni di tonnellate di gas serra quotidiani – e un patrimonio di biodiversità pari ai 4/5 del patrimonio globale.

La cosiddetta Blue Economy, cioè l'economia legata al mare, vale, secondo calcoli elaborati dall'OCSE, almeno 1500 miliardi di dollari (cioè grosso modo il PIL di un paese come la Spagna) e potrebbe raddoppiare entro il 2030, cioè raggiungere il PIL della Francia. Una gran parte di questa ricchezza dipende soltanto da attività sottomarine, per esempio la posa di tubi per il trasporto di fonti energetiche e di cavi per telecomunicazioni. Abbiamo sui fondali, 1,3 milioni di km di cavi distesi, nei prossimi tre anni si aggiungeranno altri 300.000

km. In trent'anni dal 1990 al 2020 sono stati investiti 50 miliardi di dollari in cavi sottomarini per le TLC, quasi altri 10 miliardi saranno investiti nel prossimo triennio. Garantiscono scambi di dati per 10 miliardi di dollari in transazioni finanziarie quotidiane. In prospettiva, un'altra porzione dell'economia subacquea dipenderà dall'attività di ricerca ed estrazione ad alte profondità di elementi chimici rari, materie prime indispensabili per la fabbricazione di componentistica essenziale nella modernità verde e digitale come microchip e batterie, con applicazioni che vanno dai *touchscreen*, allo stoccaggio di idrogeno, fino alla generazione di energia eolica.

In realtà le terre rare non sono così rare. Sono duecento volte più disponibili dell'oro, ma sono di difficile estrazione. Nel mondo il fabbisogno di terre rare potrebbe quintuplicarsi in meno di dieci anni, esponendo Unione europea e Stati Uniti a uno squilibrio commerciale e strategico con la Cina, che detiene quasi il 40% delle riserve conosciute e controlla la maggior parte della produzione, a causa dei bassi costi del lavoro e della scarsa vigilanza in campo ambientale. Nei paesi occidentali è in atto una riflessione tecnologica sull'estrazione e una discussione su come evitare la dipendenza dalla Cina. Del resto in Europa il tema fu sollevato già nel 1975 da Altiero Spinelli, all'epoca commissario per la politica industriale e tecnologica della Commissione europea, che espressamente citava l'esplorazione del mare profondo come una delle soluzioni alternative alla scarsa reperibilità continentale di materiali rari.

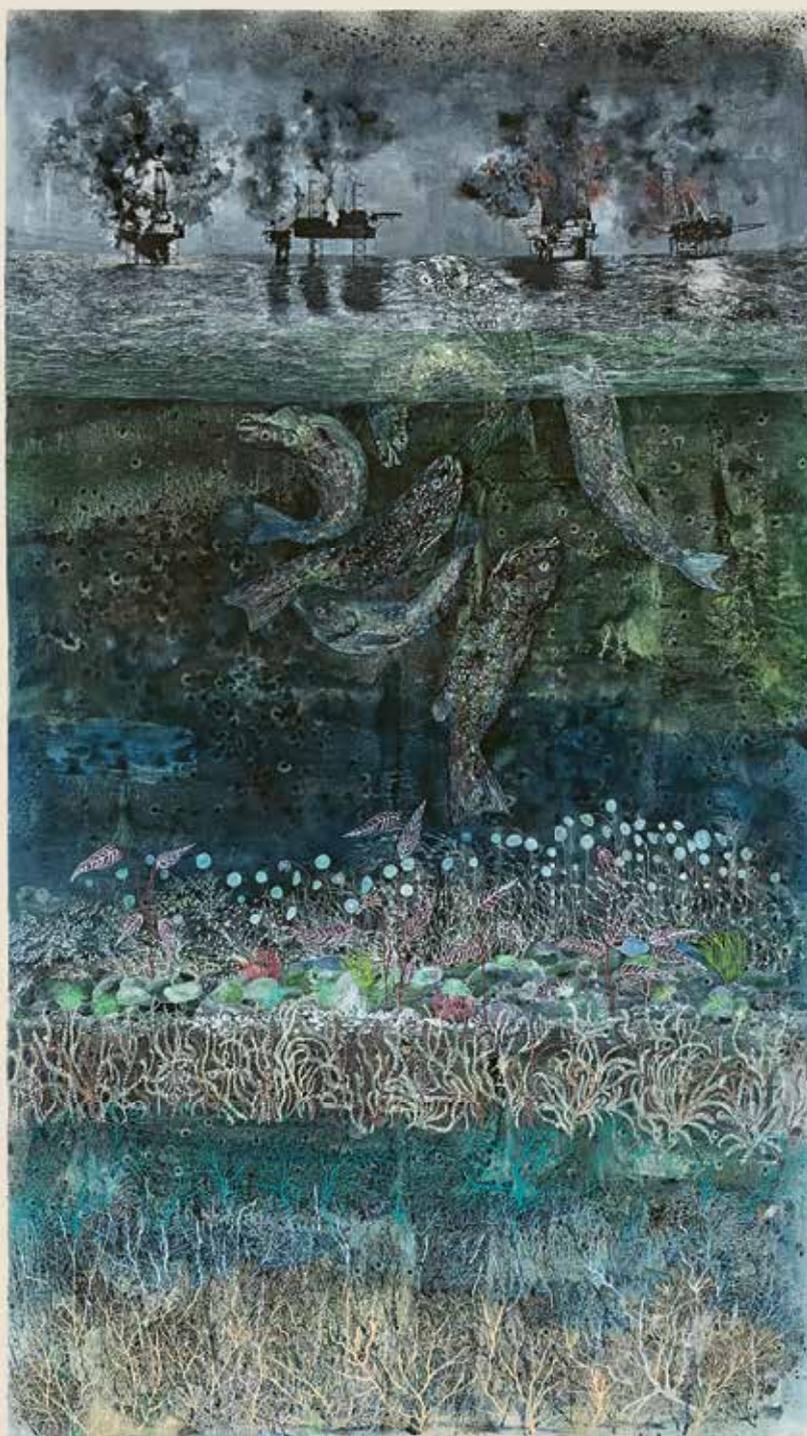
Per il momento le attività di *deep sea mining* sono bloccate dall'autorità internazionale

L'importanza del subacqueo è al centro di un dibattito internazionale che quest'anno ha prodotto un primo accordo ONU sul governo del fondo marino e sull'istituzione di aree protette in zone al di fuori delle giurisdizioni nazionali

competente, l'International Seabed Authority. Lo ha ribadito il segretario generale dell'ISA, Michael Lodge, ospite a Roma di un seminario della Fondazione Leonardo-Civiltà delle Macchine promosso da Luciano Violante. Ma crescono le pressioni da parte dei paesi che hanno già individuato giacimenti sfruttabili, per esempio Giappone, Canada e Australia, e che vogliono sottrarsi al monopolio cinese.

L'importanza cruciale dell'ambiente sottomarino è al centro di un serrato dibattito internazionale che quest'anno ha prodotto un primo accordo ONU sulla salvaguardia dei fondali e sull'istituzione di aree protette in zone al di fuori delle giurisdizioni nazionali. Lo sforzo

delle diplomazie globali punta a temperare le ragioni dello sviluppo economico, le esigenze di sicurezza militare e di equilibrio geopolitico con quelle della tutela di mari e oceani. Il grande lavoro svolto negli ultimi cinquant'anni dalle organizzazioni ambientaliste è stato decisivo per sensibilizzare le opinioni pubbliche – pensiamo per esempio all'aggressione di plastiche e microplastiche sull'universo marino e alla formazione delle isole sintetiche originate dai rifiuti e semisommerse negli oceani. La consapevolezza dell'ambiente marino si è radicata nelle generazioni post-boomers ed è largamente condivisa – con qualche eccezione – nelle classi dirigenti occidentali.



Paradossi dell'abbondanza
#48, Marzia Migliora, 2022.
Foto di Danilo Donzelli
Courtesy Galleria Lia Rumma,
Milano-Napoli



La Fondazione Leonardo-Civiltà delle Macchine ha prodotto un rapporto, "Civiltà del Mare. Geopolitica, strategia, interessi nel mondo subacqueo", il cui punto di partenza è la peculiarità del mare per la biodiversità e la regolazione climatica (www.civiltadellemacchine.it/it/news-and-stories-detail/-/detail/civiltà-mare). Il rapporto, realizzato con la Marina Militare, il supporto del CNR e la collaborazione di ricercatori della Sapienza Università di Roma, suddiviso in quattro parti – strategia e geopolitica, sviluppo scientifico e tecnologico, regime giuridico attuale, nuova governance della dimensione subacquea – è servito come base per un incontro all'Accademia Navale di Livorno nel marzo scorso, in cui è stata discussa la necessità di istituire una Autorità nazionale di controllo per il traffico subacqueo.

Questo numero della rivista prova a riflettere sulla dimensione subacquea, inquadrandola con alcuni elementi tecnici, scientifici e giuridici, e con una piccola rassegna di argomenti umanistici. A partire da un ricorrente paradosso che ritorna negli articoli seguenti. C'è una espressione del diritto romano, *usque ad sidera usque ad inferos*, che definisce l'estensione verticale della proprietà di un terreno, dalle stelle agli inferi. Se

ci spostiamo nel campo della conoscenza, abbiamo fatto più progressi *ad sidera* che *ad inferos*. Abbiamo una visione sullo spazio più nitida di quella sugli abissi. Ci sono molte analogie nelle due esplorazioni, come aveva intuito già alla fine dell'Ottocento Jules Verne, uno scrittore molto documentato e scientifico (non si considerava fantista). Entrambe ci spingono verso un riflesso claustrofobico che l'uomo prova a combattere. Entrambe originano miti. Entrambe hanno una relazione con la dimensione religiosa della vita.

Nel mistero del blu profondo – il blu assoluto – c'è la fauna sconosciuta, la bioluminescenza degli organismi di profondità, ci sono i capodogli raccolti in una posizione collettiva detta la margherita, c'è la navigazione sottomarina – dai batiscafi sperimentali ai sommergibili a propulsione atomica – l'emozione amniotica dell'apnea, c'è il mito dei continenti perduti, Lemuria, Atlantide, e delle civiltà scomparse, che riappaiono per caso, sottoforma di ritrovamenti archeologici, stupefacenti ed enigmatici. E c'è la tragedia infinita dei relitti, quello che portano di noi, e la speranza che la loro testimonianza – navi corinzie, corazzate, barche da pesca, transatlantici, gommoni laceri e mezzi sgonfi – lasci sempre una traccia sulla coscienza umana. ■

Moving Off the Land,
Joan Jonas, 2019, Ocean
Space, Chiesa di San
Lorenzo, Venezia.

Performance con Ikue Mori
e Francesco Migliaccio.

Foto di Moira Ricci
Commissioned by
TBA21-Academy
© Joan Jonas

Nel 1960 Piccard e Walsh scendono nella Fossa delle Marianne. Nel 1968 Borman, Lovell e Anders volano intorno alla Luna. E vedono il niente. Ecco perché le nostre rappresentazioni congetturali tendono a riempire il nulla

EMANUELE GARBIN

L'ABISSO VUOTO

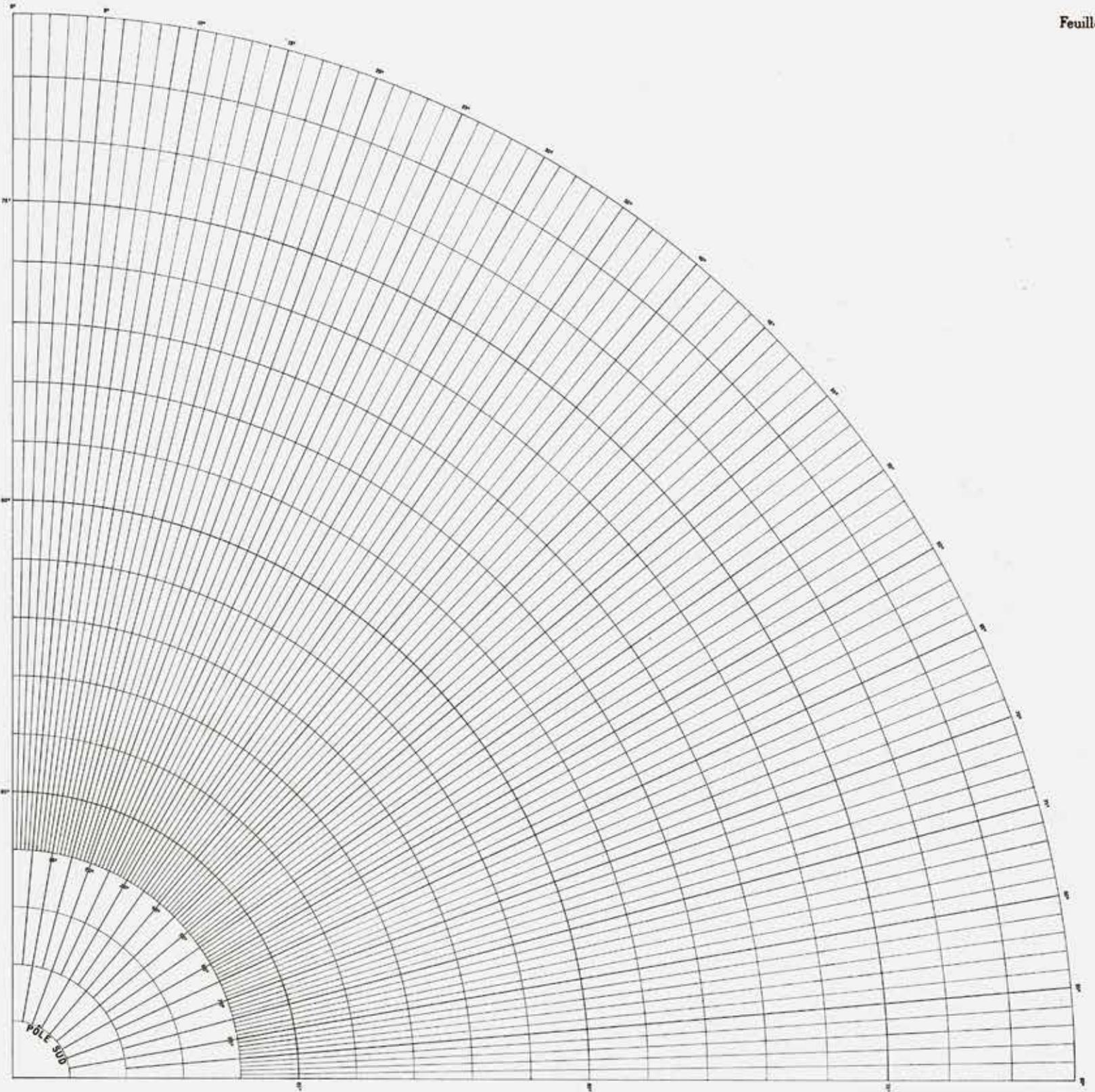
La riproposizione del tema degli abissi oceanici certamente è motivata da un rinnovato interesse, ma attesta anche una condizione di prolungato e diffuso disinteresse. Il tempo della più grande attenzione per l'esplorazione delle massime profondità terrestri ed extraterrestri è passato ormai da mezzo secolo: nel 1960 Jacques Piccard e Don Walsh scendono con un batiscafo sul fondo della più profonda fossa oceanica, e nel 1968 Frank Borman, James Lovell e Bill Anders volano per la prima volta attorno alla Luna, e ne vedono da vicino la faccia esposta e quella da sempre nascosta.¹ In realtà un certo disinteresse per la meta raggiunta accomuna queste stesse missioni, ed è quella specie di delusione provata dai due equipaggi per i paesaggi poco attraenti che finalmente potevano vedere, un'impresione dissimulata ma non annullata dall'eccitazione per l'eccezionalità dell'evento. Piccard e Walsh, dopo una discesa di cinque ore, toccano il fondo dell'oceano e lì si fermano per pochi minuti: tutto quel che vedono alla luce dei fari sono pochi metri di fondale sabbioso, qualche gamberetto, un pesce affatto strano che assomiglia a una sogliola, e niente di più. Dopo tre giorni di viaggio, Borman e i suoi compagni si avvicinano alla Luna sorvolandone il limbo occidentale in ombra e poi il *farside* nascosto da un'ombra profondissima, nemmeno rischiarata dal chiaro di Terra: Lovell racconta di aver capito – non sentito – la presenza vicina della Luna pur senza vederla, o meglio, vedendola come un niente da vedere che nascondeva le stelle. Quando gli astronauti passano sulla Luna illuminata dal Sole la possono finalmente guardare, e Borman la descrive a chi lo segue da terra con poche parole, come una grande distesa di niente: un niente da vedere e quindi un niente da raccontare.² Il niente o quasi niente che raccontano Piccard, Borman e i loro compagni è al tempo stesso una sorpresa e non lo è: in effetti già non ci si aspettava di più da quei paesaggi estremi perché da tempo li si pensava privi di speciali e condivisibili motivi di interesse, al di là del fatto stesso di essere estremi.

*Carte Générale
Bathymétrie des Océans,
1905: il primo quadrante
orientale del polo sud*

CARTE GÉNÉRALE BATHYMÉTRIQUE DES OCÉANS

PUBLIÉE PAR LE CABINET SCIENTIFIQUE DE S.A.S. LE PRINCE DE MONACO

Feuille C'iv





I can close my eyes to imagine the sea.

[from march 9 to]

*I can close my eyes
to imagine the sea,*
Ilaria Abbiento, 2020,
polaroid, lettere stampate
su carta cotone
Hahnemühle, 21,5×21,5 cm,
opera installata in cornice
artigianale con vetro dipinta
a mano di bianco

Una decina di anni fa James Cameron ripete la missione di Walsh e Piccard con un battello molto meglio attrezzato: Cameron è un regista e il prodotto finale della sua missione è un documentario, e però le riprese del fondale impegnano pochi secondi delle due ore di durata complessiva del film.³ Il tempo dedicato a mostrare la meta della missione è ridottissimo se confrontato con quello occupato dai preparativi della missione stessa, anche e soprattutto con le tre ore del tempo effettivamente passato da Cameron sul fondale. È probabile che il regista si aspettasse di vedere e di poter mostrare qualcosa di più di quel paesaggio abissale, ma che non vi abbia trovato niente di interessante per sé e per il suo pubblico, nemmeno quella banale sogliola che i suoi predecessori avevano

avuto la fortuna di incontrare. A ben pensarci l'abisso ci ha attratto fino a che ci ha fatto sentire la possibilità di qualcosa di notevole, fino a che abbiamo intravisto nel suo niente apparente il tratto di un ente degno di interesse: l'abisso ci interessa in quanto si nega o può negarsi come abisso, e venire a partecipare di un mondo accessibile e comprensibile. La visione di un paesaggio in cui non c'è niente da vedere è a malapena sostenibile, se non addirittura insostenibile e repulsiva. Martin Heidegger ci ha spiegato che allo stesso modo dell'uomo comune «l'esserci dell'uomo di scienza ha la sua semplicità e la sua forza nel fatto di rapportarsi in un modo eccelso all'ente stesso e unicamente a esso», e che «una cosa è certa: del niente la scienza non vuol saperne niente».⁴

Le nostre rappresentazioni congetturali tendono spontaneamente a riempire il vuoto prima ancora che l'esplorazione e la comprensione lo abbiano penetrato. La cartografia, e specialmente la cartografia abissale, ci presenta numerosi casi esemplari di questa urgenza del completamento. Ogni rappresentazione grafica materiale – e in qualche modo anche ogni rappresentazione mentale – è caratterizzata da una specifica trama che traduce la porzione di mondo rappresentato. Nel disegno dei fondali oceanici si vede bene come questa trama si adatti a una distribuzione sempre relativamente rada e affatto omogenea dei dati batimetrici, e nel far questo tenda a riempire i vuoti che così finiscono con l'essere nascosti dal disegno stesso. Le diverse edizioni della carta batimetrica degli oceani – la "General Bathymetric Chart of the Oceans" – rendono con la massima evidenza il processo di graduale scoprimento degli abissi marini, e del conseguente ricoprimento dell'abisso in quanto tale.⁵ Nei fogli della prima edizione del 1905 della GEBCO le quote batimetriche si dispongono su linee rette spezzate che si affiancano o si intersecano, e che corrispondono alle rotte delle missioni esplorative. Le misure si infittiscono in prossimità delle coste e si diradano nel mezzo degli oceani, e però, nonostante la disomogenea distribuzione dei dati, il cartografo si sforza ugualmente di interpretare le poche o anche pochissime misure chiudendo tutte le curve isobate, che nell'insieme compongono l'immagine dei fondali. Tra i fogli della prima edizione della GEBCO ce ne sono alcuni quasi vuoti e addirittura uno completamente vuoto, quello dell'inesplorato quarto quadrante del polo australe: il foglio però non è bianco, ma è ugualmente riempito con il reticolo del sistema di riferimento cartografico, quasi che la partizione e la rimozione del vuoto fosse il primo passo della colonizzazione dei mari e delle terre incognite.

Nelle edizioni successive della carta degli oceani le quote si infittiscono e le curve si definiscono e si complicano, tanto che nelle ultime versioni stampate le quote non sono più riportate direttamente sulla carta, perché troppo fitte per essere trascritte e lette nel disegno. Nelle più recenti versioni digitali la possibilità di ingrandire e di distribuire i dati su più livelli permette di visualizzarli tutti, eppure si vede che nonostante la numerosità, la loro distribuzione resta comunque disomogenea e si mantiene rada in molti settori. Alla cartografia specialistica si è poi conformata quell'immagine dei fondali marini che ormai da almeno un decennio completa i planisferi esplorabili in rete: si tratta di un'immagine determinata dalla conoscenza scientifica, ma proprio perché comunemente condivisa a sua volta è capace di condizionare il progresso di quella stessa conoscenza. Non occorre ingrandirla molto per vedere come in prossimità delle coste e in alcuni

tratti la definizione sia molto maggiore che in altri, anche se i settori meno definiti e smussati sono attraversati da fasce rettilinee più definite e ruvide, corrispondenti ai rilievi più accurati. La trama di questi tracciati tende a riempire l'immagine perché si infittisce sempre di più, e anche perché le linee di quei tracciati in un certo modo si dilatano in una rappresentazione come quella digitale che alterna continuamente visioni d'insieme e parziali o parzialissime. Finalmente l'abisso è esposto e apparentemente accessibile a tutti, colorato convenzionalmente e uniformemente così da ridursi a mera profondità metrica, escludendo ogni altra concepibile profondità.

La mappa digitale degli abissi marini come e più delle precedenti carte dà una convinzione di completezza che è piuttosto una presunzione di completezza, ed è proprio dietro o dentro quest'immagine sottile che l'abisso sembra essersi ritratto. In fondo la dimensione di alcune delle più importanti scoperte del secolo scorso è davvero piccola e potrebbe sfuggire tra le maglie di una pur fitta trama cartografica: basterebbe considerare la scoperta della frattura della dorsale medioatlantica, che ha confermato la teoria della deriva continentale, o quella degli ecosistemi alieni delle sorgenti termali delle dorsali pacifiche, per rendersi conto della riserva di differenza che ancora si nasconde negli abissi marini.

La salvaguardia degli oceani, e quindi anche dei fondali oceanici, è tema attualissimo, ma l'interpretazione corrente del concetto di salvaguardia è per lo più riduttiva. Nell'epoca dell'immagine totale del mondo, cioè del mondo ridotto a immagine visibile e disponibile, quel che si mantiene invisibile e indisponibile si sottrae alla possibilità stessa della salvaguardia: sembra ovvio occuparsi e preoccuparsi solamente dell'ente e non del niente. Piccard e Cameron non vedono nulla sul fondo del mare, così come Borman sulla Luna, ma se fossero invece proprio queste distese di niente – in quanto ancora niente da vedere e di cui disporre, e non mero nulla – una delle risorse o addirittura la risorsa di più gran valore degli abissi? In tal caso la loro salvaguardia non dovrebbe limitarsi a una protezione materiale ma dovrebbe essere anche la protezione ideale: la salvaguardia degli abissi è il pensiero stesso dell'abisso in quanto tale, la capacità di sostenere questo pensiero e di disporsi al limite di quegli abissi ad attenderne – non solamente pretenderne – tutti i possibili scoprimenti. Disponendosi opportunamente a osservare quei paesaggi estremi si può sentire o presentire la dismisura dell'ignoto, di tutto quello che è potenziale altrimenti dissimulato dall'invasione del noto e dell'attuale: in questo senso la salvaguardia degli abissi e dell'abisso è la salvaguardia del pensiero stesso e della sua potenza. ■

Disponendosi a osservare i paesaggi estremi si può sentire o presentire la dismisura dell'ignoto: in questo senso la salvaguardia degli abissi e dell'abisso è la salvaguardia del pensiero stesso e della sua potenza

¹ Sul tema delle immagini e dell'immaginario scientifico mi permetto di citare tre cose che ho scritto: *Selenographica: L'immagine e il disegno della Luna nascosta* (2021); *Bathygraphica: Disegni e visioni degli abissi marini* (2018); *Palæontographica: Il disegno e l'immaginario della vita antica* (2016), tutti pubblicati da Quodlibet, Macerata.

² Queste le parole di Frank Borman: «A vast, lonely, forbidding-type existence, or expanse of nothing». Si veda *Bathygraphica* cit., pp. 214-28.

³ *James Cameron's Deepsea Challenge 3D*, regia di John Bruno, Raymond Quint, Andrew Wight, Universal Pictures, 2014.

⁴ M. Heidegger, *Che cos'è metafisica?*, in Id., *Segnavia*, Adelphi, Milano 2008, pp. 62 e 76; ed. or. *Wegmarken*, Vittorio Klostermann, Francoforte sul Meno 1976.

⁵ Sulla storia della carta batimetrica generale degli oceani, si veda: J. Carpine-Lancre et al., *The History of GEBCO 1903-2003. The 100-Year Story of the General Bathymetric Chart of the Oceans*, GITC bv, Lemmer 2003.



L'ambiente subacqueo è un nuovo dominio. Custodisce risorse, ospita infrastrutture logistiche di rilevanza globale, è un luogo del confronto tra potenze. Come funziona la regolazione, dalla Convenzione di Montego Bay a oggi

GIUSEPPE BERUTTI BERGOTTO

PERCHÉ SERVE UN'AUTORITÀ NAZIONALE SUL TRAFFICO SOTTOMARINO

L'ambiente subacqueo è una nuova frontiera. Pur essendo ancora largamente sconosciuto, esso custodisce una quantità considerevole di risorse. La moderna esplorazione dei fondali marini nasce meno di duecento anni fa e ciò fa sì che, a oggi, risultino per lo più inesplorati. Solo il 20% di essi è stato mappato con tecnologie avanzate, prevalentemente per scopi connessi con la sicurezza della navigazione, e quindi, nell'ottica della loro tutela, i fondali rimangono avvolti da quell'oscurità che nell'immaginario ha sempre celato figure mitologiche.

L'esplorazione del mondo subacqueo è anche nuova frontiera della cultura visuale. Le immagini digitali sono in grado di catturare creature ed eruzioni vulcaniche sottomarine, fenomeni diversamente non disponibili. Come oggetto di visione di massa, gli abissi oceanici rimangono fortemente separati da ogni altro contesto sociale e culturale, frammentato da una osservazione documentaristica descrittiva piuttosto che da una visione analitica, aspetto che disincentiva ogni tipo di consapevolezza critica.

L'immersione è una esperienza innanzitutto fisica. Dopo poche decine di metri l'ambiente circostante cambia radicalmente, così come le condizioni di vita. All'aumento della pressione, cambia anche la capacità di respirare; i suoni sono ovattati ma possono essere ascoltati a distanze molto maggiori, i colori scompaiono fino a rimanere nei toni del rosso e del giallo. Segue solo il buio. Superate poche centinaia di metri di profondità l'uomo non riesce più a operare e per poter accedere e trarre beneficio dalle ricchezze che giacciono sui fondali e nelle masse di acqua occorrono tecnologie che, fino a pochi decenni or sono, non erano immaginabili. Dalle prime esplorazioni degli abissi, la ricerca marina e subacquea ha compiuto passi enormi. Le nuove tecniche messe a punto hanno consentito, e sempre più saranno in grado di farlo, di esplorare dettagliatamente i fondali e di consentirne l'utilizzo per fini antropici. Questo sviluppo apre straordinarie opportunità sia in termini di accesso alle enormi risorse minerarie, energetiche e proteiche custodite nei fondali, sia in termini di progresso scientifico e di ramificazione di

La scoperta dei giacimenti di gas nel Mediterraneo orientale ha avviato un effetto domino, generando un quadro complessivo ancora tutto da definire, con ampie e irrisolte aree di potenziali attriti e competizioni tra paesi, anche tradizionalmente amici

sempre più efficienti infrastrutture subacquee, essenziali per la distribuzione dell'energia e per le telecomunicazioni. A tali opportunità si affiancano altrettante sfide a partire dall'impegno collettivo volto a salvaguardare l'uso libero, sicuro e sostenibile del mare e dei suoi fondali. Si aggiungono poi alcune conseguenze i cui effetti hanno rilievo sul piano delle relazioni internazionali, della sicurezza e dello sviluppo capacitivo. Ci soffermiamo su tre di queste conseguenze.

La prima riguarda direttamente il Mediterraneo ed è connessa al fenomeno della cosiddetta territorializzazione. I primi strumenti legali e di regolazione delle esplorazioni subacquee vennero definiti durante la terza sessione della Commissione UNCLOS, che elaborò la Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare, firmata a Montego Bay nel 1982 e che costituisce tuttora il quadro normativo di riferimento che disciplina le attività condotte in mare, definendo i diritti e le responsabilità degli Stati nell'utilizzo degli spazi marittimi. Tra questi, l'istituzione della Zona economica esclusiva (ZEE), un colpo decisivo alla separazione tra terra e mare, che prevede il controllo sulle attività economiche da parte dello Stato sul sottofondo marino e la colonna d'acqua fino a 200 miglia nautiche dalla linea di base: un ampliamento senza precedenti della giurisdizione dello Stato, che fa sì che terra e mare non possano più dirsi ordini distinti e relativamente contrapposti. Malgrado ciò, da questo specifico punto di vista, il nostro mare non è stato storicamente interessato dagli effetti diretti della territorializzazione. Trattandosi di un bacino semichiuso, ciò era relazionabile tanto al basso interesse per i fondali stessi – all'epoca irraggiungibili – quanto alla difficoltà intrinseca nel processo della ripartizione delle zone sovrapposte e alla conseguente definizione delle delimitazioni che avviene per via diplomatica tra Stati frontisti, le cui coste nel Mediterraneo non superano mai le 400 miglia nautiche di distanza.

Gli Stati si erano invece mostrati prevalentemente interessati alle opportunità offerte dalla pesca oppure alla tutela dell'ambiente marino, definendo, nei termini consentiti, delle zone di giurisdizione limitata, finalizzate alle funzioni di salvaguardia di tali ambiti. La moderna capacità sviluppata oggi di poter accedere a risorse minerarie ingenti ha cambiato la prospettiva. La scoperta dei giacimenti di gas nel Mediterraneo orientale ha avviato un effetto domino, generando un quadro complessivo ancora tutto da definire, con ampie e irrisolte aree di potenziali attriti e competizioni tra paesi, anche tradizionalmente amici.

Il secondo aspetto riguarda la possibilità che le tecnologie per l'accesso al mondo subacqueo, oggi sempre più facilmente disponibili, possano essere impiegate da attori statuali o non per fini

malevoli, con il rischio che possano essere così messe in pericolo le infrastrutture di vitale interesse nazionale ed europeo, colpendo il nostro sistema di approvvigionamento energetico, ovvero la dimensione telematica che caratterizza il nostro sistema sociale ed economico. Non solo. L'utilizzo improprio di tecnologie per lo sfruttamento dei fondali potrebbe danneggiare l'ecosistema ovvero impoverire in maniera predatoria le risorse ittiche e la biodiversità marina oltre che provocare fenomeni geologicamente degenerativi dei fondali e riflettersi sulle coste prospicienti gli spazi acquei coinvolti. Tutto questo richiede un'azione di salvaguardia e di vigilanza a tutela tanto degli interessi nazionali quanto del patrimonio subacqueo nel suo complesso, necessità oggetto di attenzione del recentemente approvato Accordo internazionale sulla conservazione e uso sostenibile della biodiversità marina (BBNJ Agreement), prodotto in sede ONU quale terzo accordo applicativo della Convenzione di Montego Bay.

La terza conseguenza riguarda il rinnovato e diffuso sviluppo del potere marittimo da parte delle nazioni che hanno le caratteristiche sociali, culturali, geografiche, industriali ed economiche per poterlo fare. Dal Mediterraneo al mar Baltico; dall'Atlantico all'Indopacifico; dal Golfo Persico al Golfo di Guinea sempre più Stati guardano anche ai fondali marini come una frontiera da scoprire e da impiegare in maniera esclusiva e, conseguentemente, sviluppano politiche e strumenti tecnologici utili a tali finalità. Il rischio è che le moderne capacità tecnologiche, nel facilitare l'accesso ai fondali, possano alimentare una corsa per il loro sfruttamento irregolare o comunque non regolamentato o condurre attività illecite e azioni intenzionalmente ostili ai danni di Stati o privati. Esistono pertanto, strettamente legate al mondo subacqueo, nuove opportunità cui si affiancano sfide che necessitano di essere gestite e regolate per far sì che ne scaturiscano benefici e possibilità di sviluppo e non competizioni. Questi fattori vanno considerati tra loro interconnessi e devono essere inquadrati in uno scenario geopolitico dove il mare assume una rilevanza sempre più determinante, in particolare nel Mediterraneo, ovvero nella sua accezione allargata. Il conflitto in Ucraina ha riportato l'attenzione sulle minacce convenzionali – in particolare quella subacquea, divenuta imminente – e sul loro impatto sul mare, ma ha anche rafforzato la consapevolezza dell'esigenza di salvaguardare e proteggere le infrastrutture critiche subacquee. Gli eventi del Nord Stream hanno dato evidenza eclatante dei rischi a cui sono esposte le infrastrutture subacquee critiche e di quanto sia complesso proteggerle. Al pari delle linee di comunicazione marittime esse sono vitali per il paese e per la comunità internazionale. Occorre sviluppare nuove capacità che consentano

Cartografia del mare, Ilaria Abbiento, 2017, 24 stampe giclée su carta cotone Hahnemühle Photo Rag Ultrasmooth, installate in 24 cornici artigianali a cassonetto 21x21 cm con vetro dipinte a mano di bianco



di essere sempre più efficaci e persistenti nelle attività di vigilanza e protezione, sopra e sotto la superficie del mare. Solo attraverso una completa *underwater situational awareness*, infatti, è possibile garantire il pieno controllo delle attività che si svolgono sotto la superficie, rilevando eventi anomali dovuti a errori di posizionamento, avarie o anche ad azioni volontarie a danno di infrastrutture o risorse subacquee.

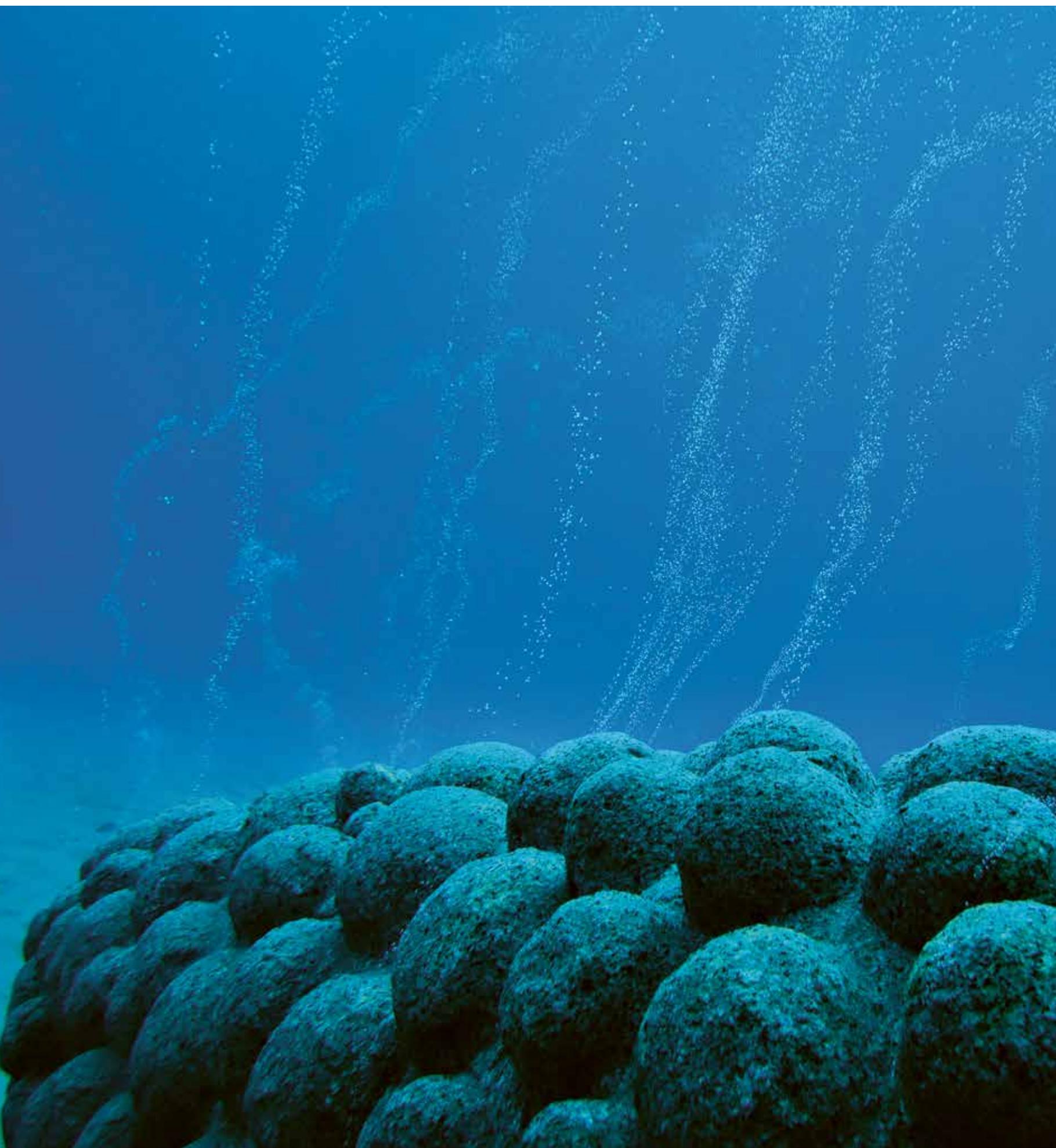
L'ambiente subacqueo rappresenta quindi un vero e proprio nuovo dominio fisico e operativo perché contraddistinto da caratteristiche fisiche, procedure e complessità tecnologiche del tutto peculiari. Fino a oggi le attività subacquee avevano quali principali finalità la difesa dalla minaccia di sommergibili, da quella di mine o di altri ordigni subacquei, la ricognizione occulta nonché la mappatura e la caratterizzazione dei fondali dal punto di vista idro-oceanografico e cartografico e, in modo tutto sommato marginale, l'utilizzo delle risorse sottomarine. A queste, ora si aggiunge la necessità di dover sorvegliare fondali sempre più profondi, dove giacciono vitali infrastrutture e dove possono essere messe in opera attività marittime di interesse nazionale, che vanno tutelate e vigilate. Occorre essere persistenti sui fondali, con mezzi autonomi in grado di lavora-

re a lungo e secondo logiche di *teaming* (cooperazione) e *swarming* (operazioni in sciami con intelligenza artificiale distribuita). È necessario che tali strumenti possano essere controllati da remoto e che possano comunicare tra loro con la stazione di controllo in un ambiente impermeabile alle onde elettromagnetiche. Servono sistemi che possano mappare in maniera sempre più precisa e dettagliata i fondali marini in modo da sviluppare una conoscenza anche strumentale della loro conformazione. È per indirizzare questo percorso di innovazione tecnologica che è stato istituito a La Spezia il Polo Nazionale della dimensione Subacquea. Un hub volto a promuovere e sviluppare la collaborazione tra esperti del settore subacqueo della difesa, dell'industria, della ricerca, delle piccole e medie imprese e del mondo accademico, favorendo così innovazione e sviluppo.

La tecnologia è essenziale ed è il motore dell'accesso alla dimensione subacquea, ma non è sufficiente a garantire un ordinato, sicuro e sostenibile accesso agli spazi subacquei. Serve anche un adeguamento delle normative nazionali e internazionali, volto a garantire capacità di monitoraggio e funzioni di coordinamento. A tal fine l'istituzione di una Autorità nazionale per il controllo del traffico subacqueo, basata

dal punto di vista operativo su una piattaforma tecnologica già esistente presso la Centrale operativa multidominio Marina di Santa Rosa (Roma), permetterebbe di ottenere la piena consapevolezza delle attività subacquee svolte negli spazi marittimi di interesse nazionale e di raccordarsi con le attività di controllo condotte dagli altri Stati, fungendo anche da avanguardia per l'istituzione di una più ampia e strutturata organizzazione di controllo e coordinamento. Una siffatta Autorità, in quanto referente unico, semplificherebbe i processi autorizzativi per le operazioni subacquee. Al contempo, avendo completa evidenza di tutte le attività autorizzate e risolvendo preventivamente eventuali sovrapposizioni o interferenze, l'Autorità per il traffico subacqueo migliorerebbe sensibilmente la sicurezza delle attività e delle infrastrutture di interesse strategico nazionale che insistono nel dominio subacqueo.

Sulla spinta della tecnologia si sta svelando una dimensione, quella subacquea, per molti aspetti del tutto nuova all'umanità. Ricca di opportunità, risorse ma anche di sfide. L'Italia, per posizione geografica, capacità e competenze, può prendere l'iniziativa agendo in anticipo e svolgere un ruolo di primo piano nella nuova corsa agli abissi marini. ■



MATTEO MARCONI, PAOLO SELLARI

ORDINE GEOPOLITICO POSTMODERNO

L'ambiente subacqueo ha accresciuto la sua importanza grazie al contesto geopolitico in cui prende forma il XXI secolo. Lo sviluppo tecnologico ha impresso una notevole accelerazione a tutti gli ambiti dell'attività umana e non fanno eccezione le manifestazioni concrete del potere. Tra queste, hanno una significativa rilevanza gli ambienti geopolitici. Dalla semplice dicotomia terra-mare si sono sviluppati altri ambienti grazie al progresso tecnologico, dove il potere prende forme peculiari e incide su tutti gli attori presenti.

Gli altri ambiti in cui il potere si manifesta con peculiarità specifiche sono: aria, spazio extra-atmosferico, cyberspazio. L'aria ha caratterizzato la seconda metà del Novecento, sviluppata dalla potenza statunitense che vi ha costruito sopra il suo primato. È in corso di espansione l'ambiente extra-atmosferico, che procede a rilento per l'enorme difficoltà tecnologica che la sua esplorazione e occupazione comporta. L'ultimo nato, il cyberspazio, a partire dagli anni Novanta ha avuto una crescita esponenziale, fino a occupare una parte sempre più rilevante nell'equilibrio del potere globale.

Proprio grazie alle innovazioni tecnologiche ha preso piede negli ultimi tempi una nuova dimensione subacquea, che fino a pochi anni fa rimaneva oggetto di esplorazione e di utilizzo minimale. Il mare, ambiente nel quale

Spicule, Elena Mazzi,
2020, installazione.
Foto di Susanna Manuele
Courtesy l'artista e
Fondazione Elpis

Con le innovazioni tecnologiche ha preso piede una nuova dimensione subacquea. Il mare, che era stato sempre inteso come orizzontale, ha anche la dimensione della profondità

per millenni si è sviluppata l'attività dell'uomo, è sempre stato inteso in senso orizzontale, ossia come superficie marittima. La difficoltà, se non l'impossibilità, di prendere possesso della colonna d'acqua e del suolo marino ha fatto sì che questo aspetto della dimensione marittima non avesse una specifica considerazione. Lo sviluppo dei sottomarini ha significato un radicale cambio di prospettiva, sia strategica che geopolitica.

Le caratteristiche politicamente rilevanti dello spazio subacqueo, cioè che danno luogo a dinamiche di potere significative tanto per gli interessi coinvolti quanto per le peculiarità proprie dell'ambiente considerato, possono essere spiegate solo a partire dagli scenari che caratterizzano nel loro complesso gli ambienti geopolitici in questo inizio di XXI secolo. L'epoca moderna ha cominciato il suo inarrestabile sfaldamento con la prima guerra mondiale e sta lentamente lasciando il campo a un mondo postmoderno non facilmente definibile. Chiamiamo ordine geopolitico postmoderno proprio questa fase di transizione dai caratteri ancora non definiti.

Stenta a morire l'equilibrio tra terra e mare invalso nella modernità, in cui l'ordine della terra è stato radicalmente diviso da quello del mare, tanto che si agiva come se quest'ultimo fosse libero da costrizioni normative statuali, mentre la terra era il luogo dell'ordine, dove il diritto e il potere dello Stato erano stabili. Questo non significa che in mare non vi fosse ordine, ma era altro dall'ordine statale che imperversava sulla terra, così che se anche prendessimo in considerazione il diritto internazionale come sola legge del mare, comunque era fondamentale garantire la libertà marittima.

La distinzione moderna tra terra e mare perde consistenza per un cambiamento fondamentale nella concreta localizzazione dell'ordinamento. Si pensi all'effetto omogeneizzante sugli ordinamenti concreti di terra e mare determinato dalla formazione di nuovi ambienti geopolitici. L'aria così come lo spazio extra-atmosferico e il cyberspazio hanno delle modalità di funzionamento che ignorano la distinzione tra terra e mare: un aereo può solcare il cielo e colpire obiettivi indipendentemente che siano sull'uno o sull'altro elemento; un satellite può rilevare punti di interesse ovvero un attacco informatico e colpire infrastrutture di entrambi.

Ai cambiamenti fattuali si accompagnano delle modifiche normative paradigmatiche del mutamento geopolitico in atto. Ecco che l'autorità dello Stato erode spazi di mare libero in prossimità delle coste, in nome del diritto di controllare le attività, economiche e militari, che ivi si svolgono. Questo ha portato a espandere progressivamente da 3 fino a 12 miglia marittime l'autorità sul mare prossimo alle coste

→ *Dialogo del mare n. 1*,
Maria Lai, 1997,
filo, stoffa, tempera
Courtesy © Archivio Maria
Lai by SIAE 2023

↔ *Dialogo del mare n. 2*,
Maria Lai, 1997,
filo, stoffa, tempera
Courtesy © Archivio Maria
Lai by SIAE 2023



dello Stato. Sembrerebbe una piccola variazione, se non fosse che una parte consistente degli interessi economici e di sicurezza marittima degli Stati si svolge proprio in questa fascia.

Oltre a ciò, un colpo a favore della ibridazione tra terra e mare è venuto dall'istituzione della zona economica esclusiva a Montego Bay. L'istituto prevede il controllo statale sulle attività economiche che interessano la colonna d'acqua e il fondale marino fino a 200 miglia marittime dalla linea di base. Si tratta di un ampliamento spaziale senza precedenti della giurisdizione dello Stato per alcune funzioni specifiche del proprio ordinamento e che di contro rende sempre più rarefatta la libertà dei mari.

Non esistono più, come nella modernità, una vita e un ordine marittimo separati da una vita e un ordine terrestri. Si sostituisce un'ibridazione anfibia, che dà modo di pensare che la vera potenza consista nella capacità di interagire tra i diversi ambienti, data l'intersezione fondamentale reciproca. Se il rapporto tra terra e mare si ibrida, dando luogo alla territorializzazione degli spazi marittimi, allora è conseguente che tale dinamica debba estendersi anche a quanto accade sotto il pelo dell'acqua. Ciò è dimostrabile per il fatto che la territorializzazione del mare si dà con la progressiva appropriazione, divisione e produzione degli spazi marittimi. Ci si appropria del mare, nel senso che gli attuali strumenti di controllo del territorio (marittimo) consentono di rendere molto più stabile l'esercizio securitario sul mare, prima possibile solo sulla terraferma; proprio perché ci si può appropriare del mare allora lo si può dividere, ovvero lo si può rendere oggetto di accordi non solo formali, che riempiono le carte nautiche con immaginarie linee divisorie, ma effettivi, a distinguere gli interessi da tutelare di questa o quella potenza; la certezza dell'appropriazione comporta tuttavia la produzione, ossia la capacità di individuare e mettere a produzione interessi economici specifici, che possano dare corso ad attività complesse. Difficile non pensare all'aumento degli interessi economici di cui il mare è oggetto negli ultimi anni.

Quanto detto in generale per il mare vale nello specifico anche per la dimensione subacquea. Interessando la colonna d'acqua e il fondo marino, il processo di appropriazione, così come quello di controllo, risulta complesso e non può che essere più lento e ritardato rispetto a quanto avviene a pelo d'acqua, ma comunque inevitabile. La pressione a cui le componenti meccaniche devono lavorare, unita alla difficoltà di individuazione di oggetti e componenti sotto al mare, rende l'ambiente subacqueo particolarmente ostico. La refrattarietà alla disponibilità umana permette di assimilare gli abissi allo spazio extra-atmosferico e ne spiega la scarsa antropizzazione, ossia la bassa implementazio-



ne dal punto di vista geopolitico. È ipotizzabile che vi saranno dei limiti strutturali all'appropriazione umana, quindi alla relativa produzione di ordine geopolitico autonomo rispetto agli altri ambienti. Ciò non osta però che l'ambiente subacqueo abbia delle sue peculiarità in grado di influenzare gli altri ambienti del potere.

Il carattere celato delle attività che si svolgono negli abissi, per loro natura riservate, ossia nascoste alle normali capacità di visione e ascolto da parte dell'uomo, fa sì che sia un ambiente particolarmente delicato per il potere. Non è casuale che una delle attività militari più funzionali legata agli abissi sia quella dei sottomarini. Il loro impiego ha sempre a che fare con il carattere riservato del potere, per la raccolta di informazioni, la deterrenza strategica o altro.

Le attività economiche che possono svolgersi sott'acqua sono relative innanzitutto al transito di cavi e ai dotti di collegamento, tanto per il passaggio di informazioni della rete di internet quanto degli idrocarburi e dell'energia elettrica. Ciò rende la sicurezza dell'ambiente subacqueo particolarmente importante, perché consente la proliferazione, almeno dal punto di vista fisico, di un altro ambiente del potere, il cyberspazio. Se ci si riflette, nessun altro ambiente geopolitico è così determinante in connessione con gli altri e al tempo stesso però esposto a pericoli per la sicurezza come quello subacqueo. Ricordiamoci che ci troviamo in mare, quindi è sempre possibile portare offesa a un bersaglio del genere con relativa facilità grazie alla libertà di manovra garantita nell'elemento acquatico a qualsiasi natante.

Il mondo subacqueo è esposto a pericoli perché non è ancora possibile definire con certezza il limite della giurisdizione dello Stato su un tratto di suolo marino, ma anche perché l'interesse che deve essere tutelato, che sia un dotto o un cavo, percorre un sentiero molto più esteso della semplice sovranità statale. Come in superficie, pure le relazioni subacquee sono soggette alla geografia, in particolare laddove si creano colli di bottiglia che costringono a una concentrazione di attività di ogni genere: si riproduce, in sostanza, una geopolitica subacquea degli accessi del tutto simile a quella di superficie.

Infine, l'interesse economico per le possibilità di sfruttamento dei noduli polimetallici posti sui fondali marittimi rientra all'interno delle possibilità di produzione di un ordine geopolitico subacqueo. Ai fini dello sfruttamento delle risorse minerarie, però, la tensione alla territorializzazione del mare da parte degli attori statuali si scontra con la gestione multilaterale auspicata da parte delle Nazioni Unite. Un dissidio tra interessi particolari e generali con cui continueremo ad avere a che fare nei prossimi anni. ■

Secondo un rapporto dell'OCSE l'economia complessiva di mari e oceani è pari al 2,5% del valore aggiunto lordo mondiale e all'1,5% della ricchezza prodotta ogni anno dal pianeta che misura circa 100.000 miliardi di dollari

Secret Journey, Kay Sage, 1955, collage, inchiostro e acquerello

FRANCESCO PONTORNO

QUANTO VALE LA BLUE ECONOMY

Oltre il 95% dei fondali è sconosciuto. Gli abissi devono essere esplorati, ecologicamente salvati (poiché inquinamento, sfruttamento delle risorse, cambiamento climatico stanno distruggendo il mare) e quantificati, perché oceani e mari sono gli ambienti su cui si costruisce il futuro. Serbatoi di problemi ma anche di soluzioni, ritengono ogni cosa: l'importanza geopolitica, l'equilibrio ambientale, lo sviluppo tecnologico e scientifico.

Leconomia complessiva di mari e oceani include molteplici aspetti produttivi. Ci serviremo del report prodotto dall'OCSE, "The Ocean Economy in 2030" (2016), per definirne conformazione e valori. L'ampio e rilevante documento stima che l'economia degli oceani valesse nel 2010 1,5 bilioni (1500 miliardi) di dollari: pari al 2,5% del valore aggiunto lordo mondiale (GVA) e all'1,5% del PIL mondiale, cioè la ricchezza prodotta ogni anno dal pianeta che misura circa 100.000 miliardi di dollari. Di questi 1500 miliardi di dollari, un terzo proveniva dall'industria di estrazione di petrolio e gas offshore (stimando al 32% la produzione globale

di gas e petrolio offshore nel 2010, si tratta di 504 miliardi di dollari). Le Nazioni Unite ipotizzano altri numeri, parlando di Blue Economy stimano un volume di affari tra i 3 e i 6 bilioni di dollari.

Il rapporto dell'Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico prevede un raddoppio dei valori entro il 2030, in un *business-as-usual scenario*. Una proiezione conservativa congetturata in un mondo "normalmente" scosso e incerto, se ancora si poteva parlare, con fondatezza metodologica, di una prospettiva di crescita "come al solito".

Ed ecco che un lustro dopo la redazione del documento, lo scenario viene stravolto prima da una pandemia (tra l'altro contemplata dal report: «Global shocks to the world population cannot be entirely ruled out. Pandemics are a case in point») che blocca per alcuni anni molti settori dell'economia marittima e poi da una guerra che rivoluziona i rapporti energetici tra le nazioni.

Interessanti da questo punto di vista i report dell'Unione europea sulla Blue Economy del 2021 e del 2022. Il primo evidenzia come la crisi economica scaturita dalla pandemia di

COVID-19 abbia colpito duramente molti settori della Blue Economy. Il secondo, nel rinforzo di cigni neri del secondo anno post-COVID, mette in fila le difficili circostanze generate dalla guerra tra Russia e Ucraina, le conseguenze ancora vive della pandemia, la Brexit, il cambiamento climatico.

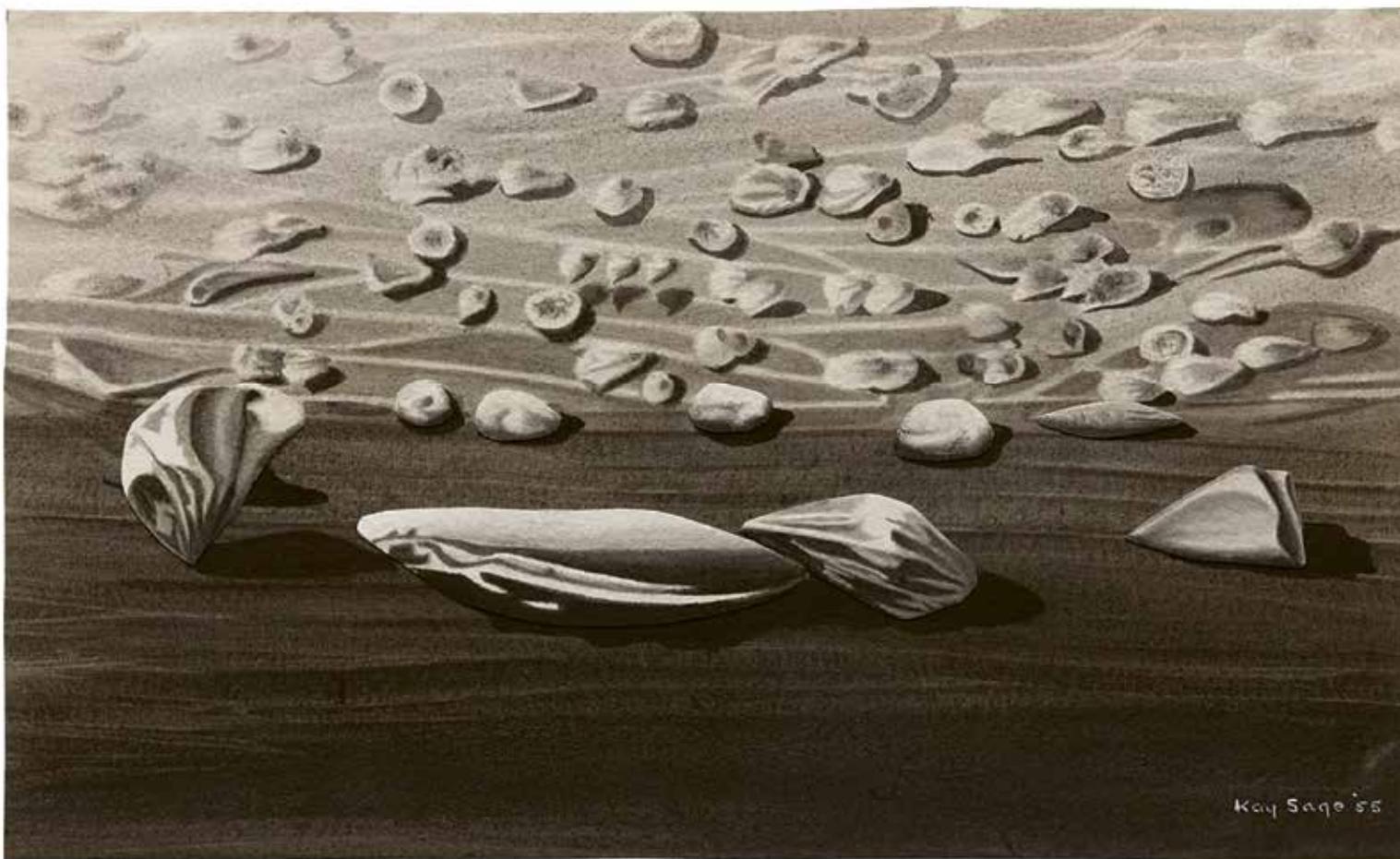
È la vicenda di un mondo disordinato, espressa anche nella definizione terremotata che caratterizza l'Ocean Economy. I settori differiscono in numero e tipo da paese a paese, non esiste una terminologia statistica ed economica universalmente accolta, mancano raccolte di dati complete e coerenti. Tuttavia, l'OCSE prova a sistematizzare, proponendo tra l'altro una pratica distinzione tra settori marittimi e

Emerging: acquacoltura marina, estrazione di gas e petrolio in acque profonde, produzione offshore di energia eolica, energia rinnovabile, attività mineraria nei fondali, sicurezza, biotecnologia marina, prodotti e servizi ad alta tecnologia.

Si tratta dei cavi sottomarini a fibra ottica (il cui valore globale era stimato a circa 18 miliardi di dollari nel 2022, ma nel mutato panorama economico post COVID-19 prevede entro il 2030 una proiezione riveduta di 48 miliardi di dollari), delle attività minerarie, delle fonti di energia offshore, delle circa 12.000 piattaforme di gas e petrolio, delle attività portuali in una prospettiva sempre più duale, della desalinizzazione.

tori, sistemi laser, batterie per auto elettriche, turbine eoliche. Insomma, non c'è nulla che non necessiti di tali materiali a ogni livello della nostra vita ormai tutta digitale e *high tech*. Questi elementi sono rintracciabili in Vietnam, Russia, Australia, Brasile, India e sono più diffusi di oro, argento, platino e talvolta persino del rame o del piombo, ma vengono definiti rari perché si trovano legati tra loro o ad altri minerali, sono presenti in piccole quantità e risultano quindi di difficile e costosa estrazione. E infine pur essendo variamente diffuse nel mondo, le terre rare sono in gran parte concentrate in Cina che controlla i suoi giacimenti e quelli della Mongolia.

Nel futuro degli oceani è quindi cruciale lo sviluppo dell'innovazione e della tecnologia.

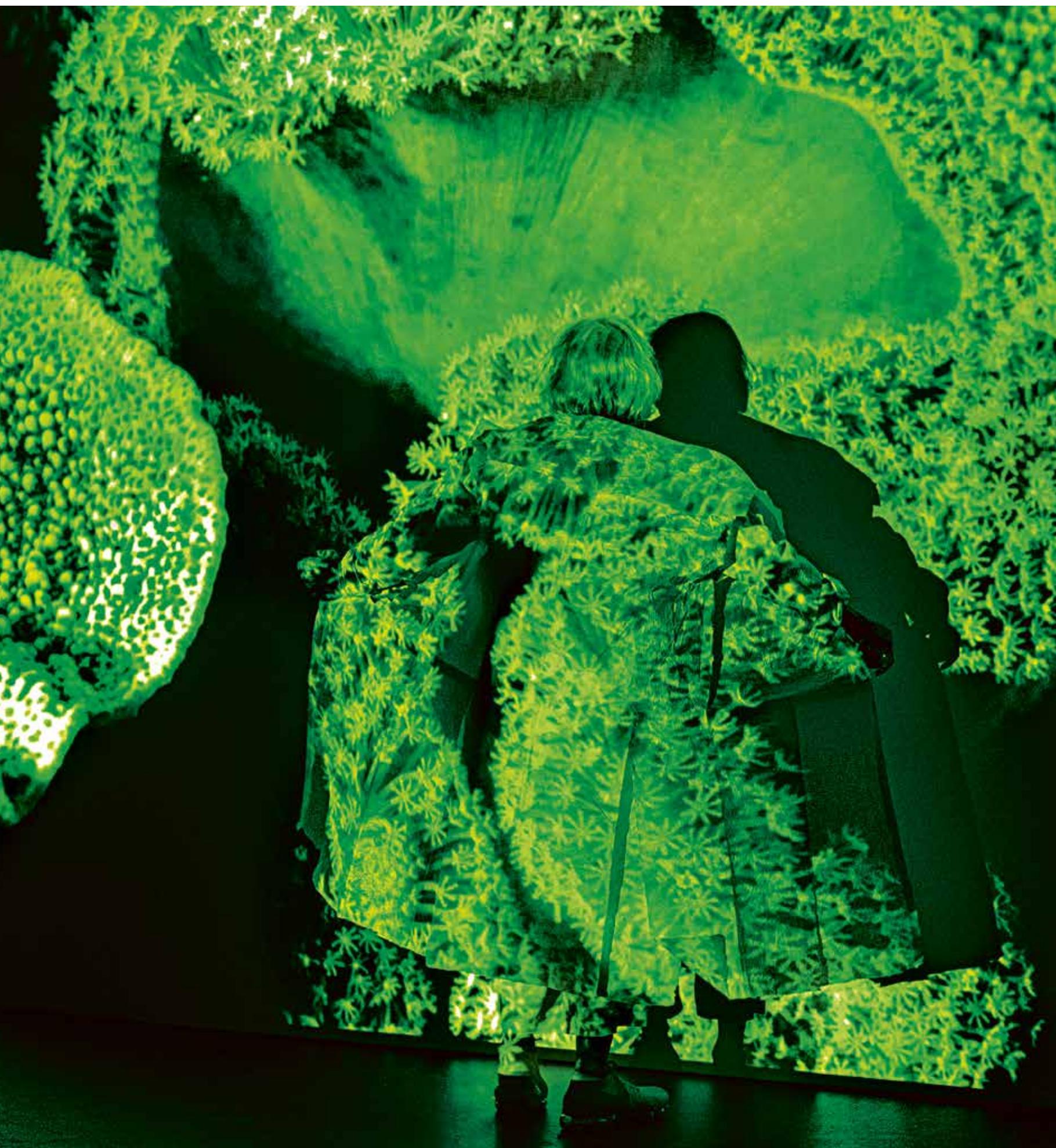


oceanici tradizionali ed emergenti (*established and emerging ocean-based industries*). Citarli servirà a inquadrare meglio i numeri di questo articolo, intuire dove va l'industria di oceani e mari, notare che i settori consolidati incrociano sempre più le intenzioni e gli strumenti di quelli in crescita, spinti tutti da un'intensa attività di ricerca e sviluppo.

Established: pesca industriale, lavorazione del pesce, trasporti, attività portuali, cantieristica navale, estrazione di petrolio e gas offshore, turismo marittimo e costiero, servizi, ricerca, sviluppo e formazione, dragaggio.

A influire sull'economia di mari e oceani sarà tra le altre cose lo sviluppo di un complesso e articolato fabbisogno energetico (l'energia attraversa ogni aspetto dell'industria degli oceani, dal punto di vista della produzione e del consumo) e il fabbisogno crescente di minerali e terre rare, cioè i 17 elementi chimici (i 15 lantanoidi più l'ittrio e lo scandio) indispensabili alla produzione di tutte le più avanzate tecnologie elettroniche. Fibre ottiche, memorie dei computer, schermi e monitor, apparecchiature mediche, strumenti nel settore della difesa militare e aerospaziale, smartphone, automobili, condensa-

L'eolico offshore, la generazione di energia da maree e onde, l'estrazione di petrolio e gas nel mare profondo e altri luoghi estremi, attività estrattive sottomarine, biotecnologie, monitoraggio, sorveglianza, controllo degli oceani e dei mari, *carbon capture* (cioè cattura e stoccaggio dell'anidride carbonica). Ogni aspetto di questo ambiente tridimensionale in tutti i toni del blu, mosso e imprevedibile, luogo chiave della nostra vita ma in cui l'essere umano non vive, sarà condizionato in una prospettiva sistemica dal progresso tecnologico e influenzerà tutti i nostri auspicabili progressi. ■



GEMMA ANDREONE

UN AMBIENTE MULTILATERALE

Il 5 marzo 2023 i giornali di tutto il mondo hanno riportato la notizia della storica conclusione presso la sede di New York delle Nazioni Unite dell'accordo sulla protezione della biodiversità marina nelle aree al di fuori della giurisdizione nazionale. Si è trattato di un momento emozionante per coloro che erano presenti all'ultima sessione di questo negoziato. Da quasi dieci anni si discuteva e si lavorava a un accordo che potesse portare la maggior parte degli Stati del mondo (erano coinvolte circa 150 delegazioni) a una stessa conclusione: la necessità di proteggere l'alto mare, quella vastissima area del nostro pianeta ancora profondamente sconosciuta.

L'entusiasmo è stato particolarmente significativo in considerazione del fatto che l'accordo è stato raggiunto in una delle fasi di maggiore crisi del multilateralismo, nel pieno del conflitto russo-ucraino e, quindi, in un'atmosfera di sfiducia verso il diritto internazionale e nei confronti del ruolo delle Nazioni Unite. In tale contesto, l'approvazione per *consensus* – senza cioè porre un voto sul testo dell'accordo – è stata forse raggiunta in virtù della posta in gioco. La protezione dell'ambiente marino e delle sue risorse è direttamente legata alla lotta al cambiamento climatico e alla perdita della biodiversità che, oggi, rappresentano le maggiori sfide, ma anche i principali pericoli per la sopravvivenza dell'uomo sulla Terra.

L'obiettivo ultimo dell'accordo è quello di attuare forme di protezione e di gestione sosteni-

bile degli oceani che siano armonizzate e concordate tra tutti gli attori competenti in determinate aree marine del pianeta. Un aspetto delicato che potrebbe porre problemi sia di interpretazione sia di applicazione, ma che rappresenta il massimo compromesso raggiungibile al fine di mettere per iscritto, nero su bianco, che le aree oltre la giurisdizione nazionale – attualmente considerate zone di libero accesso e sfruttamento – dovranno essere gestite e protette nell'interesse delle presenti e future generazioni.

Grazie all'introduzione di dettagliate norme in materia di risorse genetiche marine e di valutazione d'impatto ambientale, l'accordo mira a garantire che le attività antropogeniche nell'alto mare siano condotte in maniera sostenibile e che esse bilancino le necessità economiche con la tutela dei fragili ecosistemi marini oltre la giurisdizione nazionale. L'utilizzazione delle risorse genetiche marine, ivi comprese quelle reperite nella colonna d'acqua e nei fondali marini oltre la giurisdizione nazionale, inclusa la biotecnologia, nonché la Digital Sequence Information delle risorse genetiche, sono realtà di ricerca scientifica, ma anche di applicazione industriale in fase di avviamento in molti paesi industrializzati. Tali attività consistono in ricerca e sviluppo sulla composizione genetica e/o biochimica di tutte le risorse viventi non rientranti nelle attività di pesca, come per esempio vari tipi di alghe, incluse le diatomee e le spugne.

Pertanto, è necessario ricordare che la seconda parte dell'accordo, dedicata alle modalità

Moving Off the Land,
Joan Jonas, 2019, Ocean
Space, Chiesa di San Lorenzo,
Venezia. Performance con
Ikue Mori e Francesco
Migliaccio. Foto di Moira
Ricci Commissioned by
TBA21-Academy
© Joan Jonas

Grazie allo sviluppo tecnologico e a una maggiore conoscenza, le risorse e gli spazi oceanici lontani dalla costa vengono considerati sempre più appartenenti all'umanità nel suo insieme

di utilizzo delle risorse genetiche marine reperite oltre la giurisdizione nazionale e alla condivisione dei relativi benefici monetari e non monetari a favore di Stati in via di sviluppo e geograficamente svantaggiati, esclude l'applicabilità di tali norme alla pesca condotta in alto mare.

Tra le principali e più controverse questioni contenute nel testo appena approvato vi è la creazione di un complesso sistema decisionale finalizzato a realizzare aree marine di gestione sostenibile o anche aree di sola protezione nelle zone di mare oltre la giurisdizione nazionale. Tale meccanismo decisionale dovrà, in ogni caso, tenere conto e rispettare le misure gestionali e protettive già previste da altre organizzazioni internazionali, regionali o settoriali nelle aree in discussione, attive in tutti i mari del mondo, dagli oceani Atlantico e Pacifico fino all'Artico, ai mari dell'Antartide e persino a mari semichiusi come il Mediterraneo.

Quando l'accordo entrerà in vigore, la Conferenza delle parti (COP), da esso prevista, potrà adottare misure di gestione in aree di alto mare, regolamentando e limitando le attività economiche, incluse quelle di pesca e di sfruttamento delle risorse abiotiche, al fine di prevenire o proteggere l'ambiente marino e la sua biodiversità. Queste misure andranno comunque previamente concordate con istituzioni e Stati costieri che siano direttamente interessati alle attività nelle aree oggetto di protezione. Per esempio, sarà sicuramente necessario uno stret-

to coordinamento con l'Autorità Internazionale per i fondali marini, istituita dall'UNCLOS, che ha il compito di regolare, in attuazione del principio del patrimonio comune dell'umanità, lo sfruttamento delle risorse abiotiche del fondo e del sottofondo marino oltre la giurisdizione nazionale.

Nel processo negoziale dell'accordo, il ruolo del *consensus* costruito attraverso gruppi informali è stato decisivo. Il principale esperimento con la procedura di consenso e con il fenomeno dei gruppi informali è stato il processo negoziale dell'UNCLOS, svoltosi in quasi un decennio tra il 1973 e il 1982. Già all'epoca, i gruppi di compromesso informali (noti anche come *informal informals*) si sono dimostrati strumenti molto più flessibili di quelli ufficiali tenuti in assemblea plenaria, aiutando i paesi avanzati e quelli in via di sviluppo a lavorare a stretto contatto. Il processo negoziale del BBNJ ha introdotto un'ulteriore variante dei gruppi informali. Infatti, gli *small groups*, riunioni molto informali condotte in inglese, sono stati utilizzati per facilitare la discussione sulla stesura di disposizioni specifiche e più controverse. Da un lato, questo tipo di gruppi ha permesso uno scambio di opinioni diretto e franco e ha consentito di prendere in considerazione potenziali compromessi. Dall'altro lato, la principale obiezione sollevata durante i negoziati allo strumento degli *small groups* per la costruzione di un consenso sulle disposizioni specifiche è stata l'ineguale condivisione degli oneri di questo metodo

Chi governa il mare

United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS)

La Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare fissa un regime globale di leggi e ordinamenti degli oceani e dei mari che disciplinano tutti gli usi delle loro risorse. Sancisce il principio secondo cui i problemi degli spazi oceanici sono strettamente collegati e devono essere affrontati nel loro complesso. Definisce linee guida che regolano le trattative, l'ambiente e la gestione delle risorse naturali dei mari e degli oceani. La Convenzione è stata firmata il 10 dicembre 1982 a Montego Bay, in Giamaica, dopo 14 anni di negoziazioni che hanno visto la partecipazione di oltre 150 paesi rappresentanti tutte le regioni del mondo. Al momento della sua adozione, la Convenzione ha incorporato in un unico strumento

le regole tradizionali per gli usi degli oceani e dei mari e allo stesso tempo ha introdotto inediti concetti giuridici per affrontare nuove questioni. La Convenzione ha fornito il quadro per l'ulteriore sviluppo di specifiche aree del diritto del mare.

International Maritime Organization (IMO)

L'Organizzazione marittima internazionale è un'agenzia specializzata delle Nazioni Unite che promuove la cooperazione marittima tra i paesi membri e garantisce la sicurezza della navigazione e la protezione dell'ambiente marino. Ha sede a Londra e a essa aderiscono attualmente 174 paesi. È la fonte di circa 60 strumenti giuridici che regolano lo sviluppo normativo degli Stati membri per migliorare la sicurezza in mare, facilitare il commercio marittimo tra gli Stati e proteggere l'ambiente marino. Emanava regolamenti, che vengono applicati dalle autorità marittime nazionali e locali nei paesi membri; regola il controllo dello Stato di approdo (Port State Control, PSC), consentendo alle

autorità marittime nazionali come la guardia costiera di ispezionare le navi battenti bandiera straniera che fanno scalo nei porti degli Stati.

International Seabed Authority (ISA)

L'Autorità internazionale per i fondali marini è un ente intergovernativo con sede a Kingston, Giamaica, fondato per coordinare e controllare tutte le attività connesse ai minerali presenti nei fondali marini internazionali oltre i limiti delle giurisdizioni nazionali. L'area interessata riguarda la maggior parte degli oceani della Terra. L'ISA è un'organizzazione indipendente fondata originariamente dall'Organizzazione delle Nazioni Unite. Ai sensi dell'articolo 156, paragrafo 2 dell'UNCLOS, tutti gli Stati facenti parte dell'UNCLOS sono membri *ipso facto* dell'ISA. Esistono due organi principali per stabilire gli indirizzi politici e regolare l'attività dell'ISA: l'assemblea, dove sono rappresentati tutti i membri, e un consiglio di 36 membri eletti dall'assemblea. ■ (CdM)

di discussione. Infatti, nei piccoli gruppi la lingua di lavoro era l'inglese e non era disponibile una traduzione simultanea nella lingua ufficiale. Questo aspetto ha inevitabilmente favorito le delegazioni anglofone e quelle con più disponibilità di risorse umane e finanziamenti tali da avere delegazioni con molte persone e garantire la presenza in più gruppi paralleli. Inoltre, poiché la discussione sulla stesura di singole disposizioni o capitoli avveniva simultaneamente, le delegazioni più piccole, la maggior parte delle quali rappresentava paesi in via di sviluppo o emergenti, erano svantaggiate.

Infine, un elemento chiave del negoziato appena terminato è stato il coinvolgimento attivo delle organizzazioni non governative, le quali hanno avuto diritto di intervento durante le prime sessioni del negoziato e poi nelle fasi finali, essendo state sempre presenti alle riunioni plenarie quasi a monitorare e fare pressioni su tutte le dinamiche interne alla discussione. Le ONG hanno svolto un ruolo cruciale come mediatori nel mettere in contatto le delegazioni governative con gli esperti giuridici e tecnici. Oltre alle ONG, erano presenti in aula anche rappresentanti delle industrie di riferimento, interessate all'evoluzione del trattato e a specifiche norme, come industrie di pesca o per le applicazioni biotecnologiche.

Fino a pochi anni or sono l'oceano, o meglio l'alto mare, era percepito come uno spazio libero cioè non appartenente ad alcuno Stato, perché, di fatto, considerato privo di grandi risorse

che potessero essere oggetto di competizione e spartizione tra gli interessati. Oggi, invece, grazie allo sviluppo delle tecnologie e a una maggiore conoscenza delle risorse marine, sia viventi sia abiotiche, e grazie all'emergere della moderna tecnologia di monitoraggio satellitare, gli interessi e le prospettive sono molto cambiati. Alla luce di questi cambiamenti le risorse e gli spazi oceanici lontani dalla costa vengono considerati sempre più, anche in virtù di questo trattato, come appartenenti all'umanità nel suo insieme, intesa quella presente, ma anche quella futura, e quindi meritevoli di rispetto e protezione da parte di tutti gli Stati. ■



Nell'accordo BBNJ, sulla tutela della biodiversità oltre le giurisdizioni nazionali, si regola anche l'utilizzazione delle risorse genetiche marine, reperite nella colonna d'acqua e nei fondali

Pesce in vetro opalino sfumato, Archimede Seguso, 1954, collezione Opaline

Michael Lodge, segretario generale ISA, alla Fondazione Leonardo-Civiltà delle Macchine

Manganese, rame, cobalto, zinco, metalli delle terre rare. Sono solo alcune delle ricchezze presenti nel fondo degli oceani e dei mari. La loro estrazione, oltre a rappresentare un'opportunità commerciale, potrebbe offrire un contributo determinante alla transizione *green*. Tali minerali giocano infatti un ruolo cruciale per il settore delle energie rinnovabili e della nuova mobilità: dalla produzione di auto elettriche alla realizzazione di turbine eoliche o impianti fotovoltaici. Non di meno, il loro impiego nella costruzione di smartphone, computer o cavi in fibra ottica – per fare solo alcuni esempi – li rende indispensabili per la transizione digitale. La valenza strategica di queste risorse e l'esigenza di regolamentarne lo sfruttamento con un approccio sostenibile sono stati i temi al cuore dell'intervento di Michael Lodge, segretario generale dell'International Seabed Authority, ospite di Fondazione Leonardo-Civiltà delle Macchine, in occasione di un incontro interamente dedicato ai fondali marini e

alle attività dell'ISA. «Allo stato attuale – ha spiegato Lodge – coordiniamo una trentina di progetti di esplorazione e mappatura dei fondali marini in varie parti del pianeta». Come sottolineato dal segretario generale, il regime giuridico dell'ISA ha impedito lo sfruttamento delle risorse sino a che tutti gli Stati membri dell'organizzazione non troveranno un accordo condiviso. In altre parole, in assenza del suo quadro normativo, lo sfruttamento sarebbe cominciato decenni fa e su base unilaterale. Possibilità, questa, sventata grazie al principio di precauzione che parte da una necessità ben precisa: l'esplorazione.

Esplorare significa in qualche modo rimandare lo sfruttamento al momento migliore. Ovvero a una maggiore conoscenza sulle condizioni ambientali dei fondali marini e sulle caratteristiche delle risorse minerarie. Ma il monitoraggio non è fondamentale solo in questa fase preliminare. Continua nella fase successiva. ■ (CdM)

A colloquio con David Leary, professore di Diritto alla University of Technology di Sydney, esperto di regolamentazione internazionale sul mare profondo

*Poli Antartici Constitutio, Claudia Losi, 2020, ricamo in seta di tessuto in lana, collezione Maramotti, Reggio Emilia. L'opera riprende la rappresentazione del polo sud del XII libro di A. Kircher, *Mundus Subterraneus*, 1664-65. Courtesy Monica De Cardenas, Milano*

VINCENZO PISANI

UN TRATTATO PER LE REGOLE

Biodiversità, risorse genetiche, metalli rari, cambiamenti climatici, decarbonizzazione. Qualunque sia l'ordine in cui li affrontiamo, questi temi sono tutti intrecciati e direttamente o indirettamente connessi agli oceani. A marzo 2023 è stato sottoscritto un Trattato sull'alto mare per la protezione e la gestione sostenibile di circa due terzi degli oceani, un accordo raggiunto all'ONU dalla Conferenza intergovernativa sulla biodiversità marina delle aree al di fuori della giurisdizione nazionale: la cosiddetta BBNJ (Biodiversity Beyond National Jurisdiction). Ne parliamo con David Leary, professore di Diritto presso la Facoltà di Giurisprudenza della University of Technology di Sydney, uno dei giuristi internazionali più accreditati nel settore delle regole sul mare profondo.

Professor Leary, qual è la sua opinione sul Trattato BBNJ?

Si tratta di un accordo importante. All'inizio dello scorso marzo è stata raggiunta un'intesa sul testo e la conferenza diplomatica è attualmente al lavoro per approvarlo definitivamente. Dovremo attendere che venga formalmente firmato dagli Stati e poi ratificato. Ritengo rappresenti uno sviluppo positivo nel diritto internazionale. La questione della regolamentazione delle aree al di fuori della giurisdizione nazionale – in particolare della conservazione e dell'uso sostenibile della biodiversità – costituisce una delle grandi lacune del diritto del mare e del diritto relativo all'ambiente marino internazionale, che pur esiste da molti anni. In effetti, i negoziati su questo Trattato hanno una storia ventennale. È passato molto tempo da quando, all'inizio degli anni Novanta, venivano identificati i problemi per la prima volta ed è passato altro tempo ancora per la convocazione della conferenza diplo-

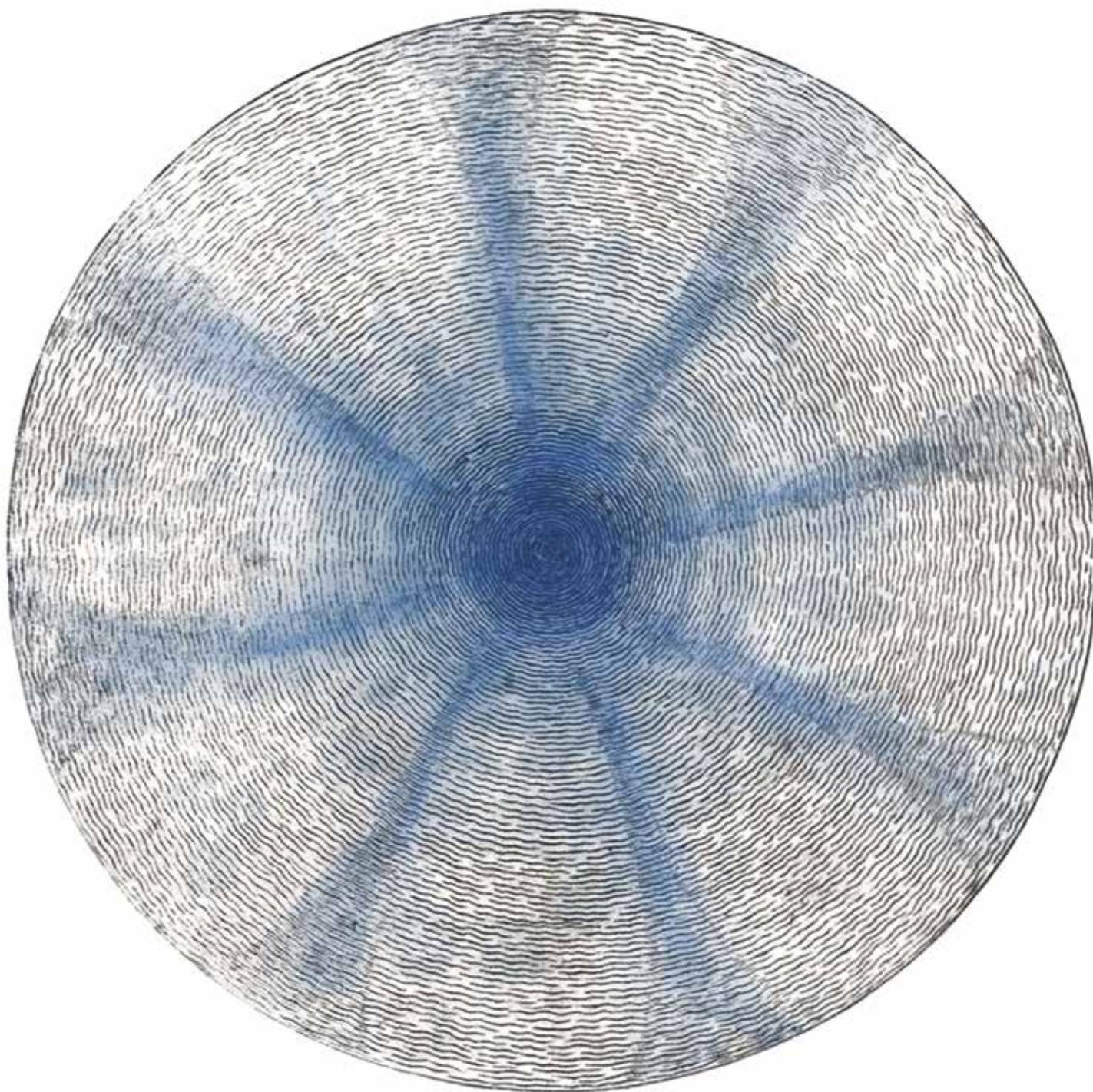
matica formale. Oggi il Trattato copre una serie di questioni diverse riguardanti l'alto mare.

Quali sono, secondo lei, i risultati principali raggiunti da questo accordo?

Credo che gli aspetti più importanti siano due: il primo è l'estensione dei requisiti di valutazione dell'impatto ambientale per le attività in aree al di fuori della giurisdizione nazionale. Il secondo, piuttosto rivoluzionario, è la creazione di diversi nuovi meccanismi e strumenti di gestione di vaste aree (Area Based Management Tools), che consistono principalmente in zone marine protette in alto mare. Fino alla sottoscrizione di questo Trattato, meccanismi e strumenti di tal sorta di fatto non esistevano. Le aree marine protette sono state uno strumento efficace di governance ambientale che ha funzionato negli ambiti di giurisdizione nazionale. Per questo motivo, nel periodo che ha preceduto il Trattato, si è discusso di come estendere tale meccanismo anche all'alto mare.

Inoltre, il Trattato si occupa di fornire un meccanismo che regoli l'accesso e la condivisione dei benefici delle risorse genetiche marine nelle aree al di fuori della giurisdizione nazionale.

Personalmente, sono sempre stato un po' scettico riguardo la necessità di questa parte del Trattato. In primo luogo, perché nelle mie ricerche non sono riuscito a individuare attività che coinvolgessero la bioprospezione o la commercializzazione delle biotecnologie in alto mare. Ritengo che il dibattito su questa materia sia sconfinato in temi che nella pratica riguardano le giurisdizioni nazionali. Di fatto la bioprospezione avviene in aree che rientrano nelle acque nazionali. La Norvegia, per esempio, ha un proprio regime normativo che regola le attività dell'industria e degli istituti di ricerca scientifica nelle sue acque territoriali. Detto ciò, non sono stato in gra-



do di identificare i grandi interessi commerciali che spingono molti a sostenere la necessità di una maggiore regolamentazione. D'altro canto, fin dalle prime fasi del processo diplomatico di negoziazione era chiaro che non sarebbe stato possibile raggiungere un accordo se non si fossero affrontate anche tali questioni, vale a dire senza una valutazione dell'impatto ambientale sulle aree marine protette e sulle risorse genetiche marine. La risoluzione dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite, che ha autorizzato il processo di negoziazione, ha di fatto legato questi tre aspetti e ha specificato la necessità di raggiungere un'intesa sui tre temi. Quindi, il tema

fa parte di un pacchetto di accordi necessari per ottenere il Trattato.

I rapporti scientifici mettono spesso in guardia sulla fragile situazione ambientale dell'Artico e dell'Antartico. Può dirci qualcosa in più sugli obiettivi e le sfide in questo campo?

L'Antartide è regolato dal Trattato Antartico e dal Protocollo di Madrid, che si occupa della regolamentazione ambientale. Una delle grandi conquiste di questo e di altri accordi che chiamiamo Sistema dei Trattati Antartici è il grande rilievo dato alla ricerca scientifica, che oggi rappresenta l'attività legittima principale nell'area. Quanto sappiamo dei cambiamenti climatici

deriva in gran parte proprio dalle attività di ricerca che sono state condotte in questa zona. Le nostre conoscenze sulla crescita del buco nell'ozono sono frutto delle scoperte realizzate a seguito delle ricerche effettuate nell'area. Pensiamo a rivoluzioni scientifiche come la teoria della tettonica a placche: l'intuizione è stata sviluppata da ricerche geologiche di base condotte in Antartide. Inoltre, la ricerca in questa zona è stata determinante per definire le cosiddette *best practices* ambientali.

L'Antartide rappresenta anche un'area di interesse geopolitico.

Esattamente. Una delle migliori conseguenze

I due punti chiave del Trattato BBNJ sono l'estensione dei requisiti di valutazione dell'impatto ambientale per le attività in aree al di fuori della giurisdizione nazionale, e l'adozione di meccanismi per gestire aree marine protette in alto mare

Poli Arctici Constitutio, Claudia Losi, 2016, ricamo in seta di tessuto in lana, collezione Maramotti, Reggio Emilia. L'opera riprende la rappresentazione del polo nord del XII libro di A. Kircher, *Mundus Subterraneus*, 1664-65. Courtesy Monica De Cardenas, Milano

del Trattato Antartico è la capacità di aver disinnescato in modo efficace molti dei potenziali conflitti territoriali che sarebbero potuti insorgere in questa area. Vi sono diversi Stati, tra cui l'Australia, che reclamano parti dell'Antartide come proprio territorio sovrano. Il Trattato ha congelato anche queste rivendicazioni territoriali. Finché lo impiegheremo per riunire la comunità internazionale, un vantaggio o uno svantaggio di una qualsiasi di tali rivendicazioni potrà essere adottata come prova a favore o contro, facendo sì che gli Stati si sentano a proprio agio nel collaborare. Al momento stiamo assistendo ad alcune tensioni a seguito della guerra russo-ucraina. Ciò detto, nonostante il conflitto in corso, il sistema continua a funzionare. Un altro aspetto importante del Trattato è l'introduzione del divieto di estrazione di minerali. Ora disponiamo di un regime normativo ambientale approfondito e completo e di una valutazione dell'impatto ambientale. Abbiamo quindi un ottimo sistema di governance che consente agli Stati di gestire e operare in Antartide lavorando nell'interesse comune.

Il sistema del Trattato Antartico include regolamenti relativi alle attività di pesca?

Sì. Lo spirito di cooperazione del sistema del Trattato Antartico si è esteso anche alla regolamentazione della pesca. La Convenzione per la conservazione delle risorse marine viventi dell'Antartide è stata istituita nel 1982 e, in una certa misura, è stata piuttosto innovativa nel suo approccio alla gestione della pesca nell'Oceano Meridionale e nelle acque intorno all'Antartide: tracciamento satellitare delle navi, documentazione della pesca ecc. In altre parole, l'Antartide è stato un ottimo modello e ha funzionato bene.

Che cosa succede nell'Artico?

Nell'Artico non esiste attualmente un simile regime di trattati. In realtà, gran parte di quest'area è soggetta alla sovranità degli Stati artici: Canada, Stati Uniti, Russia ecc. Ognuno di questi ha un proprio territorio definito. Poi vi sono piccole parti che non sono soggette alla giurisdizione nazionale. Al di fuori delle ovvie questioni militari strategiche venute a galla dopo la guerra fredda, non sono emerse altre questioni di rilievo. Esiste inoltre un meccanismo di cooperazione più informale, attuato principalmente attraverso il Consiglio Artico, che rappresenta un caso interessante. Gli Stati che ne fanno parte si riuniscono per discutere e concordare questioni specifiche, anche di carattere ambientale. È importante il riconoscimento attribuito alle comunità indigene della regione, alcune delle quali sono rappresentate nel Consiglio. Rispetto all'Antartide, tuttavia, quest'area non è regolata da un trattato formale.

Qual è la sfida principale in quest'area?

Sicuramente i cambiamenti climatici e lo scio-

glimento dei ghiacci. Si stanno aprendo molte rotte di navigazione e si pone il problema delle nuove imbarcazioni che vanno a pescare in quelle acque. Un'altra potenziale criticità è l'eventuale affondamento di navi in caso di incidenti nella regione. La questione è complessa per due motivi: in primo luogo perché si tratta di un'area oceanica vasta e di un ambiente piuttosto ostile in cui operare. In caso di incidenti, sarebbe difficile ripulire l'area. In secondo luogo, data la scarsità di persone che vivono nella maggior parte dell'Artico, le operazioni di ricerca e salvataggio risulterebbero assai impegnative. Il diritto internazionale ha parzialmente risposto al problema attraverso l'International Maritime Organization, sviluppando il cosiddetto Codice Polare che stabilisce i requisiti per i mezzi che navigano nell'Artico e nell'Oceano Meridionale intorno all'Antartico.

Lei è australiano. Dal suo punto di vista, qual è il ruolo della Cina in termini di dimensione marittima internazionale e potenziale sfruttamento delle risorse o di questioni ambientali?

Guardando al Trattato BBNJ, come tutti gli Stati la Cina ha adottato posizioni su varie questioni in linea con ciò che considera come proprio interesse nazionale. Pechino ha sempre fatto parte dei paesi non allineati del G77 e sono sicuro che nel corso dei negoziati le parti hanno lavorato a stretto contatto. In effetti, molte delle posizioni adottate dal governo cinese sono coerenti con quelle di alcuni altri Stati. In passato, tuttavia, il contesto era leggermente diverso. Per esempio, nel mar Cinese Meridionale le azioni della Cina sono state controverse. Un tribunale arbitrale internazionale ha effettivamente stabilito che le azioni di Pechino per estendere le sue rivendicazioni sullo spazio oceanico in quest'area erano contrarie al diritto internazionale. Altri paesi della regione – non solo le Filippine, ma anche il Vietnam, l'Indonesia e altri – sono preoccupati per l'atteggiamento assertivo della Cina. D'altra parte, nel contesto antartico, si è discusso degli interessi cinesi nella regione. Ma, ancora una volta, ciò che il paese sta facendo in Antartide è ampiamente coerente con le attività consentite dal Trattato Antartico. Gli Stati possono condurre ricerche scientifiche. Ma la domanda è a cosa servano queste ricerche. Sono interessati alle risorse minerarie della regione? Alcuni sostengono che sia così. Per quanto ne sappiamo, l'approccio della Cina non sembra differire da quello di qualsiasi altro Stato.

Quali suggerimenti darebbe ai decisori politici internazionali in termini di azioni più urgenti necessarie per sostenere la conservazione della biodiversità oceanica e la ricerca scientifica in questo campo?

La prima cosa da fare è attuare i numerosi trattati che già abbiamo. Sono state varate molte leggi, ci sono migliaia di trattati ma non tutti



sono stati implementati. Il secondo aspetto riguarda specificamente la scienza: nel regolamentarla, dobbiamo stare attenti, perché gioca un ruolo cruciale. Non dovremmo mai dimenticare che offre una visione indispensabile per rispondere ad alcune delle sfide fondamentali che stiamo affrontando. Se vogliamo regolamentare le attività legate alla scienza, dobbiamo evitare di rendere la ricerca scientifica impraticabile o di difficile accesso. Il mio terzo suggerimento riguarda il cambiamento climatico, che è al primo posto tra i problemi degli oceani, insieme alla perdita di biodiversità. Per esempio, ora c'è una grande spaccatura all'interno dell'Interna-

tional Seabed Authority, l'organizzazione delle Nazioni Unite che regola l'attività estrattiva nelle aree oceaniche al di fuori della giurisdizione nazionale. La International Seabed Authority sta affrontando un passaggio molto delicato, poiché sta finalizzando i regolamenti ambientali sull'estrazione in acque profonde. Vi sono interessi commerciali che premono per procedere con l'estrazione in tempi brevi. Temo non venga compreso del tutto il potenziale impatto ambientale che potrebbe derivarne. Uno dei problemi è che il cambiamento climatico è indirettamente collegato alla domanda di estrazione mineraria, poiché abbiamo bisogno di mi-

nerali, come alcuni metalli rari (per esempio, litio) e cobalto ecc. L'industria sostiene la necessità di sfruttare le profondità marine perché non abbiamo abbastanza risorse sulla terraferma. L'energia rinnovabile, la tecnologia delle batterie e tutte le soluzioni tecnologiche necessarie per rispondere ai cambiamenti climatici e per decarbonizzare le nostre economie spingono verso l'estrazione in profondità. Ma dobbiamo comprendere appieno l'impatto ambientale di queste attività. Si tratta di un problema di diritto internazionale molto complesso, mentre la necessità di prendere decisioni e trovare soluzioni si fa sempre più urgente. ■

Il 54% dei fondali oceanici non appartiene ad alcuno Stato. Cella vasti giacimenti minerari ricchi di rame, cobalto, manganese, nichel e terre rare (noduli, solfuri e croste polimetalliche), materie prime fondamentali alla transizione energetica

MARZIA ROVERE

LE RICCHEZZE NASCOSTE

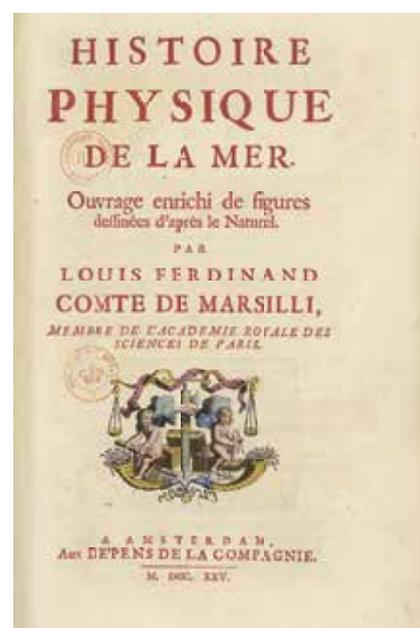
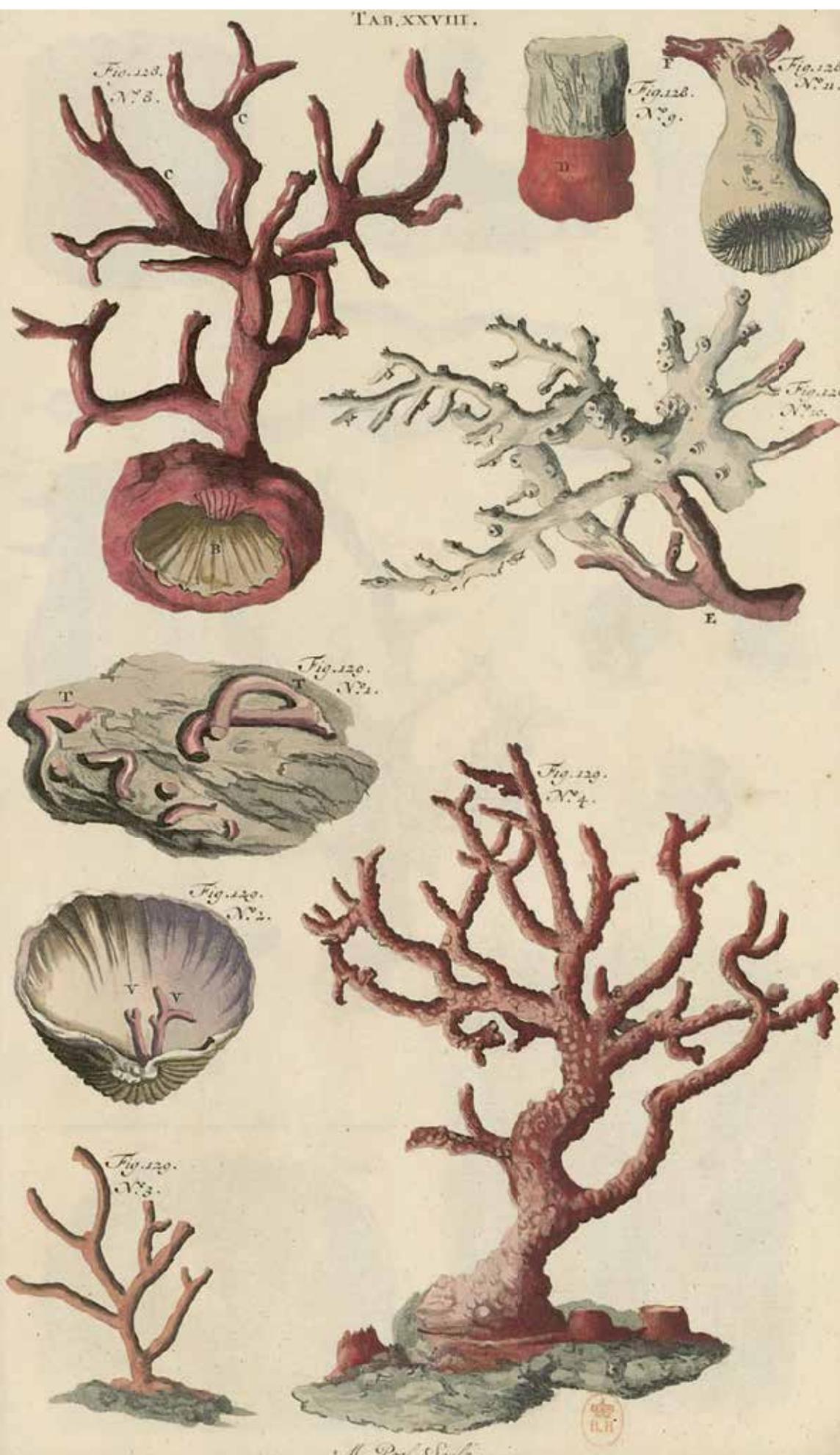
La batimetria misura la profondità del mare e si occupa della sua mappatura; è di estrema importanza per l'esplorazione del fondale marino e una gestione sostenibile delle risorse. La sua conoscenza non solo garantisce la sicurezza della navigazione, ma è imprescindibile per la predizione di fenomeni disastrosi come l'impatto delle onde di maremoto (tsunami) prodotte dal movimento di faglie e frane sottomarine. Nei mari italiani, la storia della batimetria risale almeno al XVIII secolo, quando furono effettuate le prime misurazioni della profondità nel Mediterraneo. Il conte bolognese Luigi Ferdinando Marsili, nel periodo in cui visse in Francia, eseguì le misurazioni utilizzando il filo a piombo e realizzò tredici profili batimetrici nel Golfo del Leone, scoprendo per la prima volta come è fatto un margine continentale, che descrisse nel suo libro "Histoire physique de la mer" uscito nel 1725.

Tuttavia, la mappatura dettagliata del fondale marino italiano è iniziata solo nel XX secolo, grazie alla tecnologia degli ecoscandagli acustici. Nel 1872, l'Istituto Idrografico della Marina Militare (IIM) fu fondato proprio con lo scopo di produrre mappe batimetriche dettagliate ai fini della sicurezza della navigazione. Durante la prima guerra mondiale, l'Italia iniziò a sviluppare una flotta sottomarina e ciò rese necessaria la conoscenza accurata della topografia dei fondali. Negli anni Trenta, la tecnologia degli ecoscandagli venne ulteriormente

svilupata ed è in questo momento che la Carta Batimetrica e Batilitologica del Regno d'Italia fu prodotta – come parte degli sforzi per mappare la geologia del fondo marino e catalogare le sue risorse minerarie – dall'Istituto Geografico Militare.

Nel 1952, l'IIM redasse la prima carta batimetrica dell'Adriatico settentrionale, ma si dovette aspettare la metà degli anni Sessanta per vedere pubblicata la prima carta batimetrica di dettaglio del Mediterraneo, ottenuta utilizzando rilievi geofisici come il sonar a scansione laterale e il magnetometro, due strumenti molto avveniristici per l'epoca. Questi rilievi vennero portati avanti da studiosi americani e russi e non a caso una delle montagne sottomarine più imponenti, alta quasi 3000 metri, posta al centro del mar Tirreno venne scoperta nel 1959 dalla nave Akademik Sergey Vavilov, dedicata proprio allo scienziato russo.

La mappatura del fondale marino per la sicurezza della navigazione continua a essere una priorità per l'IIM, ma l'indagine è spesso limitata a poche aree caratterizzate da basse profondità, come per esempio attorno al Banco di Graham o Isola Ferdinandea, un edificio sottomarino che si trova nello Stretto di Sicilia, 30 km circa al largo di Sciacca. Ferdinandea è stata al centro di una contesa internazionale quando nel 1831, durante un'eruzione vulcanica, emerse dal mare come un banco di ghiaia e pomici e durante le successive eruzioni formò un'isola vera e propria, con una superficie di circa



↑ *Histoire physique de la mer*, di Luigi Ferdinando Marsili, Aux dépens de la Compagnie, 1725. Bibliothèque nationale de France

• *Tavola XXVIII*, in L. F. Marsili, *Histoire physique de la mer*, Aux dépens de la Compagnie, 1725. Bibliothèque nationale de France

4 km². L'isola fu rapidamente colonizzata dalla flora e dalla fauna marine e divenne un punto di attrazione per gli scienziati e gli esploratori dell'epoca. Nel 1832, il Regno delle Due Sicilie inviò una spedizione per reclamare formalmente l'isola. Tuttavia, Ferdinandea scomparve pochi mesi dopo a causa dell'erosione delle onde del mare. Oggi si monitora l'attività sismica e vulcanica sottomarina del vulcano Empedocle, che si trova dormiente a poche centinaia di metri di profondità, e che con ogni probabilità costituisce l'edificio principale di Ferdinandea e che potrebbe un giorno risvegliarla.

Fu solo negli anni Novanta che sorse l'esigenza di una cartografia geologica sistematica dei mari italiani e per questo venne commissionata dall'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici) la realizzazione di una carta batimetrica del mar Tirreno. Il progetto, avviato nel 1996, fu realizzato da un team di scienziati del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) che utilizzarono per la prima volta in Italia ecoscandagli multifascio, in grado di rilevare con alta precisione la morfologia del fondale marino, restituito sotto forma di mappa nel 2004.

Il mar Tirreno è un oceano in miniatura e con le sue ridotte dimensioni di 500 × 500 km non ha nulla da invidiare ai grandi oceani che si espandono a ritmi di qualche millimetro o centimetro l'anno lungo le dorsali medio-oceane. L'oceanizzazione del mar Tirreno ha avuto inizio circa otto milioni di anni fa, quando

nuova crosta oceanica iniziò a formarsi lungo il Vavilov per poi trasferirsi, circa sei milioni di anni dopo, lungo la dorsale del Marsili, il più grande vulcano d'Europa dedicato all'illustre oceanografo, e dove è stata attiva fino a poche centinaia di migliaia di anni fa. Estesi fenomeni vulcanici e tettonici interessarono così il bacino tirrenico e i suoi margini, portando alla formazione dei più grandi vulcani del continente europeo, emersi e sommersi, inclusi le Isole Eolie, i Campi Flegrei e il vulcano Somma-Vesuvio.

L'apertura del mar Tirreno ha avuto importanti conseguenze geologiche, geografiche e biologiche. La nuova zona di mare ha permesso lo sviluppo di una vasta gamma di habitat marini, ha favorito la diversificazione delle specie e la formazione di risorse minerarie associate al vulcanesimo e alle sue manifestazioni idrotermali. Il progetto dell'APAT aveva infatti vari obiettivi cartografici e oltre alla valutazione del rischio sismico e vulcanico a mare, si poneva il traguardo della pianificazione delle attività di estrazione di minerali marini a solfuri. Questi stessi minerali sono oggi oggetto di una grande contesa internazionale in acque lontane da quelle del Mediterraneo e degli Stati che su di esso si affacciano.

Il 54% dei fondali oceanici si trova oltre la giurisdizione nazionale e non appartiene ad alcuno Stato. Tali fondali, che la Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare (UNCLOS) definisce "l'Area", celano vasti giacimenti minerali ricchi in rame, cobalto, manganese, nichel e terre rare (noduli, solfuri e croste polimetalliche), tutte materie prime fondamentali alla transizione energetica verso le fonti rinnovabili. L'UNCLOS ha stabilito che l'Area e le sue risorse costituiscono il patrimonio comune dell'umanità, la cui gestione è affidata a un'organizzazione internazionale da essa creata, l'Autorità internazionale per i fondali marini. Quest'ultima ha il compito di amministrare e controllare le attività esplorative ed estrattive, proteggendo l'ambiente marino per conto e nell'interesse dell'umanità e delle generazioni future.

I minerali dell'Area si trovano a profondità abissali (a migliaia di metri) e richiedono sforzi tecnologici e investimenti economici notevoli per poter essere prelevati. Ma ora, a causa del-

la scarsità di materie prime e del loro sempre più difficile reperimento da paesi come l'Africa e la Cina, alcuni operatori commerciali stanno spingendo al massimo per riuscire a sfruttare le risorse dei fondali marini. Per questo motivo, l'Autorità sta lavorando alla redazione di un codice di sfruttamento minerario che da un lato garantisca la possibilità di sviluppo di questa nascente industria, e dall'altro tuteli e preservi il più possibile l'ambiente degli abissi oceanici che rimane per la massima parte (75%) inesplorato.

Il tema è diventato incandescente il 25 giugno 2021, quando il presidente della Repubblica di Nauru, un piccolissimo Stato insulare del Pacifico, con una lettera indirizzata all'Autorità, ha attivato una procedura prevista dall'UNCLOS, in virtù della quale l'Autorità è tenuta entro due anni a completare la redazione del codice minerario e consentire alla compagnia Nauru Ocean Resources Inc. di procedere allo sfruttamento dell'Area entro il 2024. La società civile e il mondo scientifico sono in subbuglio, lo sfruttamento minerario dell'Area (*deep seabed mining*) minaccia gli ecosistemi oceanici e potrebbe provocare l'estinzione di specie abissali ancora prima che esse vengano scoperte. Una moratoria internazionale al *deep seabed mining* è stata promossa nel 2022 e in questi mesi è in corso un negoziato serrato tra gli Stati membri dell'Autorità per riuscire a finalizzare il codice minerario e garantire che le risorse del patrimonio comune siano amministrate nell'interesse dell'umanità.

Per quanto riguarda le risorse minerarie del mar Tirreno, che si trovano per lo più in forma di solfuri polimetallici a profondità ben più modeste di poche decine o centinaia di metri lungo il vulcano sottomarino Palinuro e attorno alle Isole Eolie, esse sono in realtà al sicuro dal momento in cui il Tirreno è stato dichiarato Zona di Protezione Ecologica dallo Stato italiano nel 2012. Un loro sfruttamento è assai improbabile e poco auspicabile per i danni ambientali che provocherebbe a fronte di una riserva mineraria piuttosto limitata dal punto di vista areale.

La carta batimetrica del Tirreno è stata integrata con nuove e più dettagliate informazioni via via acquisite da enti di ricerca italiani, soprattutto il CNR, con il progetto MaGIC (Marine Geohazards along the Italian Coasts), finanziato

dal dipartimento della Protezione Civile, che nel corso della sua durata (2007-12) ha consentito l'acquisizione di più di 60.000 miglia nautiche di dati batimetrici ad alta risoluzione lungo i margini continentali italiani. Le mappe sono state pubblicate nell'"Atlante dei lineamenti di pericolosità geologica dei fondali marini italiani", che ha messo in luce le caratteristiche morfologiche prodotte da processi sedimentari e tettonici, quali bocche vulcaniche, faglie attive, canyon sottomarini, migrazione ed erosione di sedimenti, infiltrazioni di gas, fuga di liquidi e frane.

La totalità di queste acquisizioni è oggi confluita dentro EMODnet (European Marine Observation and Data Network) che dal 2013 è l'infrastruttura supportata dalla politica marittima integrata dell'Unione europea e che garantisce l'accesso ai dati marini in Europa. EMODnet fornisce un portale centrale per accedere gratuitamente e intuitivamente a una vasta gamma di dati, prodotti e servizi, standardizzati e armonizzati, tra cui quelli batimetrici, consentendo a chiunque, utente più o meno esperto, di esplorare i fondali marini a una elevata precisione e risoluzione. La disponibilità di una base dati di questa portata ha consentito nel 2015 di censire con maggiore accuratezza gli habitat delle montagne sottomarine del Mediterraneo che sono stati raccolti in un Atlante pubblicato dall'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN).

La compilazione di EMODnet contribuisce a GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans), un programma internazionale che si occupa di produrre e diffondere mappe della batimetria degli oceani fin dal 1903. GEBCO, che è gestito congiuntamente dalla International Hydrographic Organization e dalla Intergovernmental Oceanographic Commission dell'UNESCO, raccoglie e integra dati sulla profondità del fondale marino provenienti da varie fonti, tra cui le navi oceanografiche, i satelliti e i sommergibili. Le mappe prodotte da GEBCO sono disponibili gratuitamente online e sono utilizzate in tutto il mondo dalle comunità scientifiche, dalle industrie marittime, dalle organizzazioni governative anche per scopi educativi e di sensibilizzazione. Dal 2019 GEBCO supporta il progetto "Seabed 2030" che si pone l'obiettivo di una completa mappatura del fondale oceanico entro il 2030 (a tal proposito si veda in questo numero il contributo di Kira Coley).

L'impegno del CNR nella mappatura dei fondali marini continua, anche grazie alla sua nuova nave Gaia Blu, ricevuta in dono da una importante fondazione filantropica e che ha inaugurato i suoi rilievi batimetrici tra il Golfo di Napoli e Salerno nell'ottobre del 2022 con tecnologie che rappresentano lo stato dell'arte nel settore, ponendo di nuovo al centro dell'attenzione l'importanza dell'esplorazione marina e oceanica. ■

Nel giugno 2021, il presidente della Repubblica di Nauru, piccolissimo Stato insulare del Pacifico, ha chiesto all'ONU di poter procedere allo sfruttamento minerario dei fondali non statali entro il 2024. È in corso un negoziato per la definizione di un codice minerario di profondità

Storia Naturale (metro quadrato e corallo), Francesco Arena, 2021, ferro, corallo. Foto di Francesco Squeglia Courtesy Studio Trisorio

Conoscere la forma del fondale marino è fondamentale per studiare la circolazione oceanica, il trasporto dei sedimenti, i cambiamenti ambientali, i rischi geologici sottomarini, le risorse ittiche, prevedere gli tsunami, per la sicurezza della navigazione, la posa di cavi e condutture

Ocean-Chart, Henry Holiday, in L. Carroll, The Hunting of the Snark: An Agony in Eight Fits, Macmillan & Co, 1931

KIRA COLEY

COME MAPPARE GLI OCEANI

Nel 2016 la Nippon Foundation e la General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO) si sono impegnate in un progetto di mappatura degli oceani per supportare l'Obiettivo 14 delle Nazioni Unite a: «conservare e utilizzare l'oceano, i mari e le risorse marine per uno sviluppo sostenibile».

Questo accadeva in un momento in cui la necessità di mappare almeno il 70% del fondale blu della Terra diventava sempre più impellente, considerando che all'epoca solo il 6% era stato scandagliato a una risoluzione adeguata. Nonostante i recenti progressi tecnologici, circa il 95% dei paesi non dispone ancora degli strumenti necessari per mappare i propri territori oceanici. Ciò influisce pesantemente sulla capacità degli Stati di gestire e proteggere in modo sostenibile l'ambiente marino.

Yōhei Sasakawa, presidente della Nippon Foundation, alla prima Conferenza delle Nazioni Unite dedicata agli oceani, tenutasi a New York nel 2017, lanciò il "Seabed 2030 Project" in collaborazione con GEBCO: un progetto volto a esaminare lo stato dell'arte della mappatura del fondale marino e approfondire quanto conservato all'interno dei database privati. Tutti i dati batimetrici esistenti dovevano essere raccolti e rappresentati in una mappa digitale, resa liberamente consultabile. La mappa doveva servire a mostrare anche le aree delle quali non sono ancora disponibili dati, così da orientare le future spedizioni. Dal suo inizio, "Seabed 2030" ha scansionato complessivamente il 23,4% dei fondali mondiali, più di tre quarti rimangono ancora ignoti.

Molteplici sono i vantaggi di una mappa completa degli oceani. Comprendere la forma del fondale marino, infatti, è fondamentale per analizzare la circolazione oceanica, le risorse ittiche, prevedere gli tsunami, per il trasporto dei sedimenti, la sicurezza della navigazione, per i cambiamenti ambientali, i rischi geologici sottomarini, per la posa di cavi e

LATITUDE

NORTH

EQUATOR

TORRID ZONE

SOUTH POLE

MERIDIAN

EQUINOX

WEST

EAST

NORTH POLE

ZENITH

NADIR

LONGITUDE

.....

Scale of Miles.

OCEAN-CHART.

A sei anni dall'avvio di "Seabed 2030", l'impegno per raggiungere l'ambizioso obiettivo di mappare l'intero fondale oceanico entro la fine di questo decennio vive un nuovo slancio

condutture e molto altro ancora. Fornire al pubblico i dati sulla mappatura degli oceani e consentirne l'accesso fa sì che possano essere riutilizzati per una varietà eterogenea di scopi. L'accessibilità dei dati consente inoltre ai paesi in via di sviluppo di beneficiare di informazioni sulle proprie acque territoriali e sui confini interconnessi. Si tratta di conoscenze vitali per la realizzazione dei sette risultati sociali stabiliti dall'ONU nel Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021-30), tra cui è incluso il raggiungimento della messa in sicurezza delle aree costiere a meno di 10 m sopra il livello del mare, una priorità crescente per 600 milioni di persone che vivono nelle zone litoranee a bassa altitudine. Queste comunità devono affrontare l'aumento graduale della minaccia di mareggiate e tsunami, in grado di spazzare via interi quartieri e mettere a rischio molte vite umane. Una mappa completa degli oceani, realizzata attraverso l'aiuto di una tecnologia innovativa, migliorerà l'efficacia dei modelli di tsunami e dei sistemi di allerta, che svolgono un ruolo determinante nel proteggere milioni di persone.

Il 15 gennaio 2022, l'eruzione del vulcano Hunga Tonga-Hunga Ha'apai (HT-HH) causò uno tsunami che devastò le isole di Tonga, diffondendosi poi in tutto il Pacifico. La forma del fondale marino condizionò notevolmente la velocità e le dimensioni dello tsunami. Le onde colpirono l'Australia, la Nuova Zelanda e il Giappone, toccando le coste della California, dell'Alaska e del Cile. Venne interrotta anche la trasmissione dei cavi sottomarini in fibra ottica che collegavano Tonga al mondo, lasciando il paese in un prolungato *blackout*. Nell'aprile

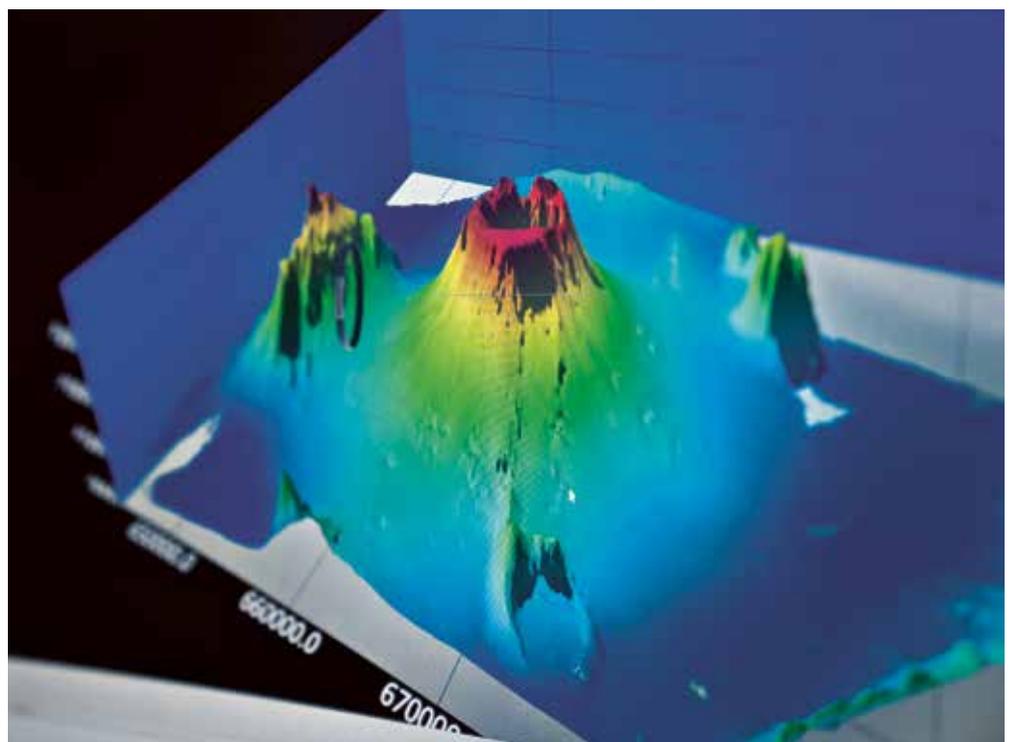
del 2022, il National Institute of Water and Atmospheric Research (NIWA) della Nuova Zelanda e la Nippon Foundation annunciarono una missione combinata per fornire gli impatti dell'esplosione sott'acqua, utilizzando saperi, esperienze e risorse collettive per costruire un quadro minuzioso e prezioso delle conseguenze dell'eruzione sotto la superficie dell'oceano.

Attraverso ricerche e rilevamenti dettagliati, l'ampliamento della conoscenza collettiva della topografia sottomarina è stata fondamentale per capire cosa fosse successo, quanto materiale è stato spostato e in che condizione versa oggi il vulcano. Queste informazioni consentiranno di migliorare le previsioni degli tsunami e di individuare con più efficacia i possibili effetti delle esplosioni vulcaniche sottomarine, contribuendo a proteggere le popolazioni da disastri naturali simili in futuro.

La prima fase del progetto "Tonga Eruption Seabed Mapping Project (TESMaP)", aprile-maggio 2022, ha visto gli scienziati del NIWA a bordo della nave da ricerca RV Tangaroa effettuare una ricognizione intorno a HT-HH, coprendo migliaia di km² di oceano e raccogliendo immagini video dell'impatto dell'eruzione. La seconda fase, luglio-agosto 2022, ha previsto l'utilizzo della nave di superficie senza equipaggio USV Maxlimer di 12 m della SEA-KIT International per condurre un mese di ulteriore mappatura all'interno della caldera. Di quest'ultima, si è potuto rilevare la conformazione attuale e misurare le condizioni ambientali dell'acqua sovrastante, mentre l'operazione veniva controllata da remoto dalla base di SEA-KIT nel Regno Unito, a circa 16.000 km di distanza. L'uso di USV Maxlimer come piattaforma configurabile

→ As Close As We Get, Superflex, 2021. Foto di Robert Damisch. L'opera appartiene a una serie che riflette sulle conseguenze dell'innalzamento del livello del mare. In futuro intere città rischieranno di essere sommerse e i pesci potrebbero diventare gli abitanti delle nostre case. La scultura, che continua a mantenere lo statuto di opera d'arte in superficie, è pensata per trasformarsi, qualora si verificasse la circostanza, in una casa per le specie sottomarine

→ Modello 3D del vulcano sottomarino Hunga Tonga-Hunga Ha'apai



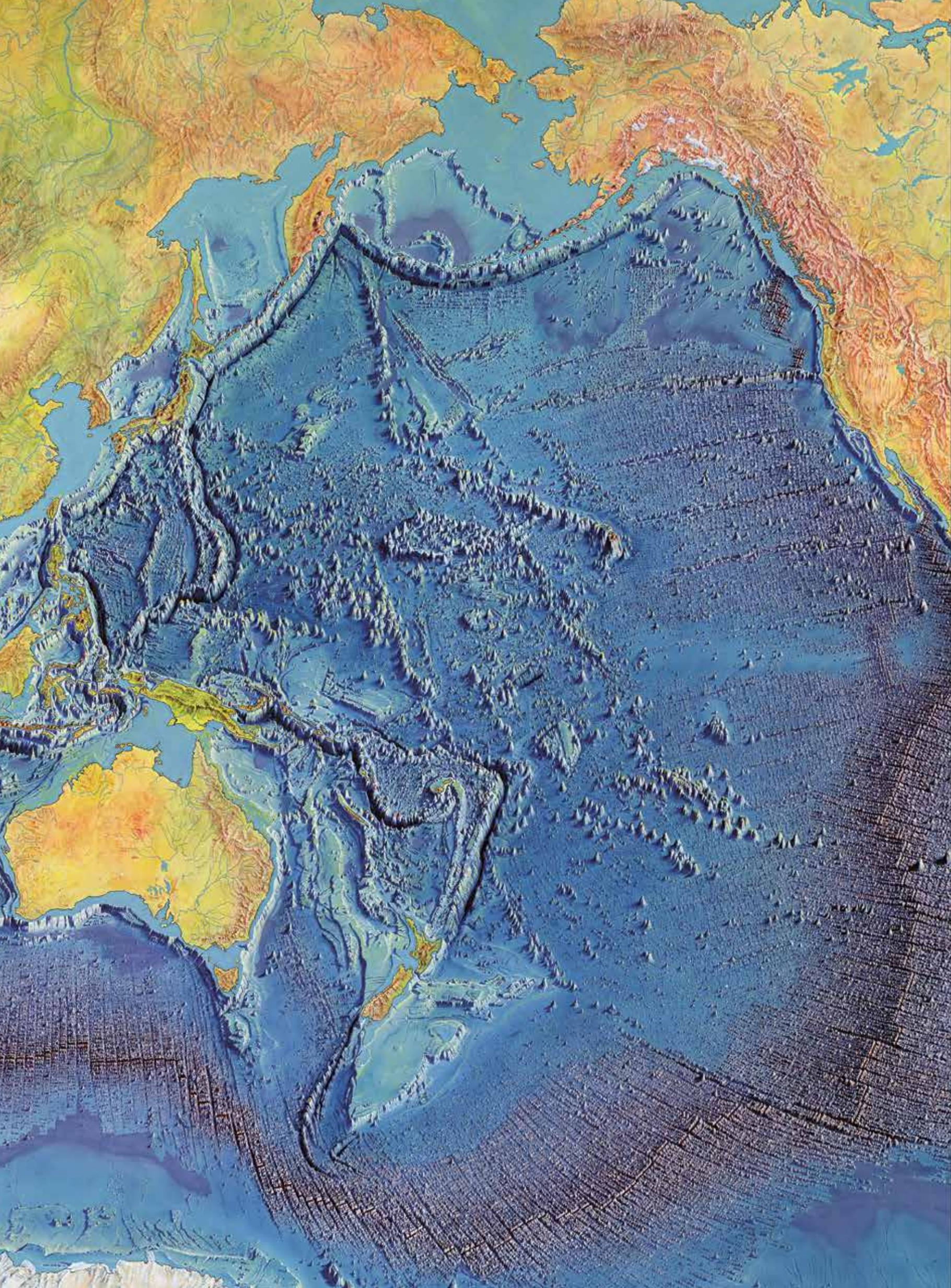
per una serie di sensori ha offerto l'opportunità unica di raccogliere dati in modo sicuro e continuo per un mese dall'interno della caldera. I sensori a bordo hanno raccolto dati batimetrici, dati di retrodiffusione della colonna d'acqua, velocità del suono, conducibilità, temperatura, torbidità, ossido-riduzione, pressione con profondità e dati di corrente, tutti elementi che svilupperanno e supporteranno la comprensione dell'impatto sottomarino dell'eruzione e dell'attività in corso. Questa raccolta aiuterà a identificare gli strati di attività geotermica, nonché la variazione della salinità e delle particelle disciolte, e sarà utilizzata per studi di confronto con i campioni presi all'esterno della caldera da RV Tangaroa.

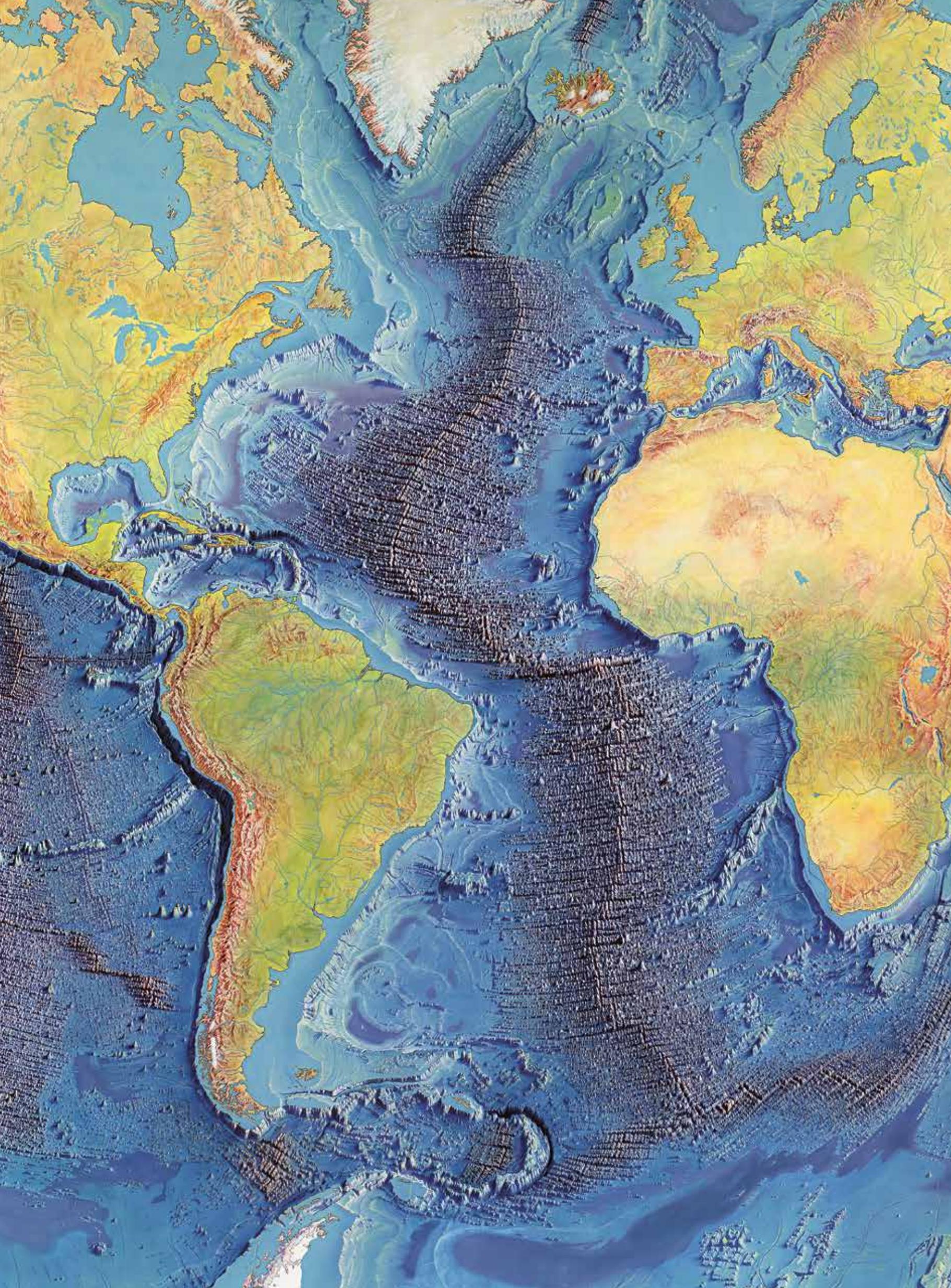
La vastità dell'esplosione aveva portato a ipotizzare cambiamenti drammatici per il vulcano che invece è stato trovato sorprendentemente quasi intatto. Gli scienziati del NIWA hanno mappato un totale di 22.000 km² del fondale marino circostante e osservato cambiamenti su un'area di 8000 km². Hanno registrato fino a 7 km³ di materiale spostato, sufficiente a riempire tre milioni di piscine olimpioniche. Il cavo internet nazionale di Tonga è stato sepolto sotto 30 m di cenere e sedimenti, e gli scienziati hanno trovato fango sabbioso e increspature profonde di cenere fino a 50 km dal vulcano.

Sono stati esaminati anche gli impatti sull'ecosistema. Sulla superficie del vulcano non sono stati riscontrati segni di vita, ma si è constatata con sorpresa, a 15 km di distanza, la presenza di popolazioni abbondanti e diversificate di specie marine. Le prove suggeriscono che potrebbe essere ancora in eruzione, essendo stato trovato un denso strato di cenere nella colonna d'acqua superiore vicino al sito. È la prima volta che un USV è stato utilizzato per questo tipo di missione e ciò ha dimostrato come tale tecnologia sia all'avanguardia nella comprensione dei nostri oceani. Le informazioni raccolte durante i rilevamenti contribuiranno a far progredire le nostre conoscenze degli tsunami e delle eruzioni sottomarine, migliorando la capacità di creare un oceano più sicuro per le comunità a rischio.

A sei anni dall'avvio di "Seabed 2030", l'impegno per raggiungere l'ambizioso obiettivo di mappare l'intero fondale oceanico entro la fine di questo decennio vive un nuovo slancio. "Seabed 2030" conta oggi più di 250 partnership, fornitori di dati e sostenitori in 50 paesi, e ha ampliato in modo significativo il lavoro di *crowdsourcing*, alla base del suo successo. Con oltre il 75% dei fondali marini ancora da mappare, colmare questo divario nei prossimi sette anni sarà un'impresa titanica. Se riusciremo a mobilitare ulteriormente i governi e le industrie per aumentare il loro sostegno, l'opera sarà del tutto realizzabile. Ma occorrerà uno sforzo globale. ■







Per preservare gli ecosistemi marini profondi e minimizzare gli impatti dell'economia su di essi, è cruciale comprendere che i fondali oceanici non sono luoghi statici e immutabili ma dinamici su scale di tempo molto variabili

Nelle pagine precedenti: *World ocean floor*, Heinrich C. Berann, 1977, dettaglio. La mappa, dipinta a mano, è una rappresentazione completa del fondale oceanico basata sugli studi condotti da Bruce Heezen e Marie Tharp

FABIO TRINCARDI

EPPUR SI MUOVE

Il 5 settembre 394, nei pressi del fiume Frigido sull'attuale confine tra Slovenia e Italia, l'imperatore romano d'Oriente Teodosio lanciò una battaglia campale per riconquistare l'Occidente. In un primo momento le truppe nemiche, comandate da Arbogaste e Flaviano, furono in grado di infliggere gravi perdite a Teodosio che dovette ritirarsi. Il mattino successivo, mentre Teodosio soccombente cercava di reagire, la Bora prese a soffiare a suo favore, investendo le truppe d'Occidente che, all'improvviso, si trovarono addosso la sabbia sollevata dalle impetuose raffiche di vento, i propri scudi schiacciati gli uni contro gli altri, e i giavellotti scagliati controvento verso i nemici che tornavano indietro. Fu il vento, soffiando a oltre 100 km l'ora, a decidere le sorti di quella battaglia.

Raramente si pensa al fatto che quello stesso vento, raffreddando le acque dell'Adriatico settentrionale fino a temperature di pochi gradi sopra lo 0°C, possa avere effetti anche sulla circolazione oceanica profonda del Mediterraneo. Il raffreddamento determinato dalla Bora, infatti, rende le acque superficiali più dense e quindi più pesanti al punto di farle sprofondare, generando correnti che raggiungono il fondo e scorrono verso sud, come veri e propri fiumi, fino agli abissi più profondi del mar Ionio. In questo percorso, le acque dense trasportano ossigeno e materia organica consentendo la vita di vere e proprie oasi di biodiversità, dominate da coralli bianchi e spugne, nella completa oscurità fino a mille metri sotto la superficie dell'acqua. Oltre che sulla biodiversità, lo stesso processo ha anche un effetto durevole sui fondali perché li scolpisce generando solchi erosivi, dune di sedimenti e barcane simili a quelle che il vento crea nei deserti di tutto il mondo.

Nel gennaio e febbraio del 2012, la laguna di Venezia si ghiacciò, forse per l'ultima volta visto il rapido riscaldamento globale in atto, e in quell'occasione le temperature del Nord Italia si assestarono per diversi giorni su valori inferiori a -10°C. La sottile lama d'acqua del nord Adria-

tico, profondo meno di 40 m, si raffreddò molto (arrivando a 4°C), formando acque dense che iniziarono il loro percorso lungo il lato occidentale del bacino fino a "cadere", come una sorta di cascata, lungo la scarpata continentale pugliese. I sistemi di monitoraggio posti sul fondale dal CNR hanno documentato che queste correnti hanno raggiunto velocità di 80 cm al secondo fino a 1200 m di profondità.

Lo stesso regime meteo-oceanografico caratterizza tutte le aree di piattaforma continentale del Mediterraneo settentrionale, dal Golfo del Leone al bacino delle Sporadi, in Grecia, impattate da venti freddi settentrionali. Clima, oceano e atmosfera sono strettamente interconnessi; la nostra attenzione si concentra sulla circolazione atmosferica e i suoi eventi estremi, i cui effetti sono immediatamente tangibili: alluvioni, grandinate, siccità, ondate di calore. Benché invisibile ai più, la circolazione oceanica è altrettanto importante e altrettanto capace di eventi estremi ma la nostra è ancora una visione antropocentrica del sistema climatico che ci interessa quasi solo in presenza di attività e di insediamenti umani.

28 dicembre 1908, un terremoto di magnitudo Richter 7,1 colpisce Messina, uccidendo oltre 60.000 persone per l'effetto combinato della fortissima scossa e dello tsunami generato da questa con onde alte oltre 10 m. Tra le conseguenze del terremoto ci furono anche una serie di franamenti dalle scarpate continentali siciliana e calabrese che confluirono in una corrente di torbida, qualcosa di simile a una slavina dove al posto della neve il flusso trasporta sabbia e fango; si stima che lo spessore di questa corrente torbida abbia raggiunto i 150 m sopra il fondale. Velocità e densità del flusso hanno spezzato in più punti il cavo telegrafico steso tra Malta e l'isola di Zante, in Grecia. Circa cinquant'anni dopo il terremoto, Bill Ryan e Bruce Heezen, pionieri della geologia marina moderna, usarono le differenze di tempo tra il terremoto e le rotture dei cavi per stimare una velocità del flusso di circa 6.3 m al secondo (oltre

20 km all'ora). Oggi, grazie al fatto che il fondale non è stato modificato da successivi eventi altrettanto catastrofici, i moderni rilievi batimetrici accompagnati da campionamenti del fondo permettono di tracciare con precisione i percorsi seguiti dal flusso torbido e ricostruire forme di fondo come dune, onde di sedimento, e grandi trogoli erosivi, simili a quelli formati sul proprio fondo da un fiume in piena. Tali informazioni sono importanti per capire questo tipo di flussi e comprenderne la pericolosità che pongono per eventuali strutture sul fondo o attività di sfruttamento di fondale e sottofondo.

I due esempi di processi, innescati il primo da un evento meteorologico e il secondo da processi di frana di sedimenti lungo una scarpata, rappresentano eventi dinamici molto energetici in grado di modellare il fondale oceanico e di generare serie conseguenze sulla pianificazione di attività di interesse economico o geostrategico a grandi profondità. Correnti di fondo causate da eventi meteorologici o da eventi di trasporto gravitativo sono infatti capaci di tranciare cavi e condotte o di erodere i sedimenti al di sotto di tubazioni che rimangono pensili tra punti di appoggio lontani (*free span*) e possono entrare in uno stato di tensione che ne compromette resistenza e durata.

A lungo abbiamo pensato ai fondali marini come a un enorme dominio privo di vita e di dinamica, un luogo buio e immobile. Anzi, nella nostra vita quotidiana, non pensiamo nemmeno ai fondali marini anche se questi costituiscono uno dei più estesi tra i "beni comuni" di cui l'umanità dispone. Gli assunti impliciti che indirizzano lo studio e le attività dei pochi che si occupano di questo enorme territorio, pari a oltre il 70% della superficie globale del pianeta, sono che vi si trovino risorse illimitate e rinnovabili

e che gli impatti dell'uomo siano insignificanti data la vastità delle estensioni in gioco. Purtroppo, non è così. I fondali marini sono sempre di più al centro di una nuova "corsa all'oro"; la cosiddetta Grande Accelerazione, che caratterizza la crescita economica esponenziale degli ultimi settant'anni, richiede un crescente utilizzo di energia e di risorse; risorse biologiche e abiotiche scarseggiano sui continenti e l'economia, nel suo insieme, comincia a rivolgersi all'oceano per trovarne di altre. Si cercano risorse dalla colonna d'acqua, dai fondali e dal sottofondo e si prova a definire un quadro di "pianificazione dello spazio marittimo" per un utilizzo sostenibile delle risorse e una gestione non conflittuale tra i potenziali usi del mare. Occorre che, alla base di questo insieme di attività, ci sia la conoscenza della batimetria, cioè di quanto l'oceano è profondo in ogni punto e di come è strutturata la sua morfologia. In particolare, dobbiamo identificare e sapere come sono fatte le sue aree più dinamiche in continua trasformazione a causa di processi che rimodellano (per esempio, campi di dune che migrano sotto l'azione di correnti di fondo) i fondali come nel caso delle acque del "motore freddo" Adriatico, o di frangenti e flussi gravitativi come quelli generati dal terremoto di Messina del 1908.

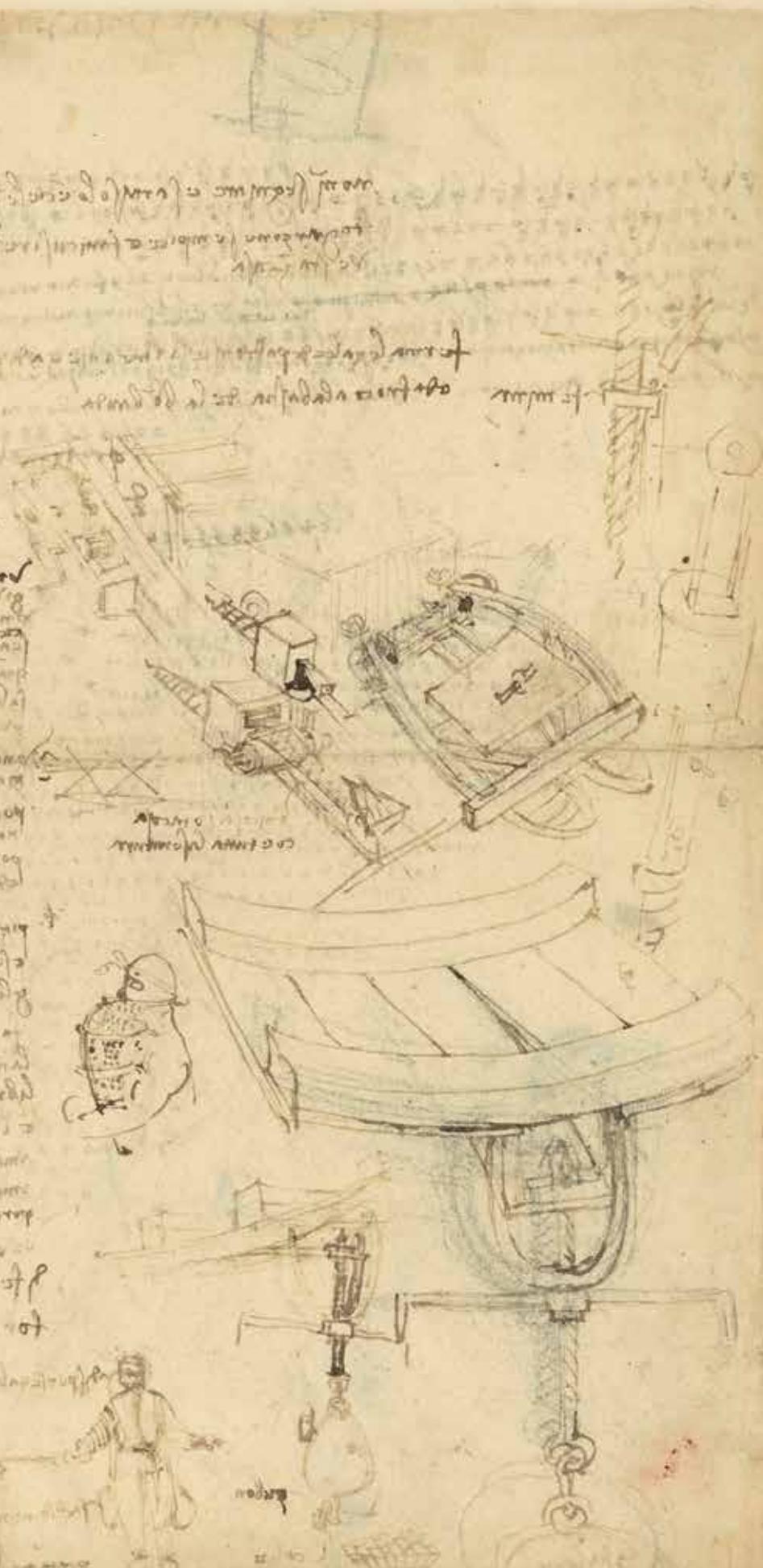
Purtroppo, a questi processi naturali di trasformazione si aggiungono i crescenti impatti antropici: la pesca a strascico, che smussa i micro-rilievi del fondo distruggendone la biodiversità; i fiumi in piena, che immettono quantità crescenti di inquinanti, come la plastica che raggiunge il fondale sfuggendo alla nostra vista; le discariche abusive di materiali chimici o legali di ordigni bellici inutilizzati. Come se l'essenziale potesse essere invisibile agli occhi ma con gravi conseguenze per l'ecosistema e per noi. ■

Nell'inverno 2012, la laguna di Venezia si ghiacciò. Le temperature arrivarono a -10°C. La sottile lama d'acqua del nord Adriatico, profondo meno di 40 m, si raffreddò a 4°C. Si formarono acque dense, "caddero" lungo la scarpata continentale pugliese, con correnti di 80 cm al secondo fino a 1200 m di profondità



Batimetria del Golfo di Napoli (e area circostante) acquisita con la nave oceanografica Gaia Blu del CNR, 2023

Handwritten text in a cursive script, likely a technical manual or treatise. The text is arranged in several columns, with some lines being more prominent than others. It appears to be a detailed description of the machinery shown in the drawings.



Lat

Piccolo dizionario delle tecnologie sottomarine, l'invenzione dei sommergibili, il funzionamento del sonar, la propagazione subacquea, i ROV e i droni che si immergono in profondità

«Quando è fatta la guardia, metti un navicello sotto la poppa [...] da legare una galea al fondo ma da l'opposita de l'ancora [...]. Se arai una baga intera con animella da palle, quando la sgonfierai, n'andrai in fundo, tirato da' sacchi del sabbione; quando la gonfierai, tornerai su, sopra l'acqua», in *Codex Atlanticus, f. 909v*, Leonardo da Vinci, 1485-87 ca., penna e inchiostro, Veneranda Biblioteca Ambrosiana, Milano

GIACOMO PAOLI, ANDREA MORINI, ALFONSO FARINA

DAL CODEX ATLANTICUS AL BATISCAFO TRIESTE

Immaginate di svegliarvi un mattino e che per caricare l'articolo di un quotidiano sul vostro dispositivo mobile dobbiate aspettare circa un'ora, per poter effettuare una videochiamata dobbiate avvicinarvi talmente tanto all'altro dispositivo che avrebbe più senso guardare l'interlocutore direttamente negli occhi. Immaginate che usciti di casa non ci sia alcun segnale GPS per aiutarvi nella navigazione e che in ogni caso le mappe a disposizione siano estremamente incomplete. No, non vi siete svegliati indietro nel tempo di circa quarant'anni. Questo infatti è quello che accadrebbe se vi trovaste a bordo di un mezzo subacqueo appena qualche metro sotto la superficie. Se poi volette scendere in profondità, ci sarebbe un'ulteriore complicazione, quella che Jules Verne racconta nelle prime pagine del celebre "Ventimila leghe sotto i mari" con le parole del professor Aronnax e cioè che per ogni 10 metri di profondità discesa, avreste circa 10 tonnellate in più che premono su ogni metro quadrato del vostro veicolo.

Don Walsh e Jacques Piccard, a bordo del batiscafo Trieste, un mezzo di progettazione svizzera e produzione italiana, il 23 gennaio del 1960, arrivarono a circa 10.916 metri di profondità dell'Abisso Challenger, all'interno della Fossa delle Marianne, trovandosi schiacciati da circa 10 milioni di chilogrammi su ogni metro quadro del loro scafo. La stessa impresa fu ripetuta in solitaria soltanto 52 anni dopo, nel 2012, dal regista James Cameron, a bordo del mezzo Deepsea Challenger.

Proprio Leonardo da Vinci, precursore dell'osservazione e dello studio dei fenomeni fluidodinamici, fu il primo a ipotizzare il funzionamento di un mezzo sommergibile, come testimoniato dai suoi appunti nel "Codex Atlanticus", ma si ha dimostrazione che solo intorno al 1620

Coda di cetaceo,
Pino Pascali, 1966, tela
centinata dipinta di nero,
collezione Galleria d'Arte
moderna G. Carandente,
Palazzo Collicola, Spoleto

un vettore riuscì a percorrere un breve tratto in immersione a circa 3 metri nel Tamigi e che alla fine del Settecento, dopo qualche tragico fallimento, venne utilizzata l'idea del sottomarino a scopi bellici. David Bushnell a bordo del Turtle, un piccolo mezzo di 2 metri dotato di carica esplosiva, provò senza successo ad affondare nel 1776 la nave ammiraglia della flotta inglese nel porto di New York. Fu però solo fra la fine dell'Ottocento e i primi del Novecento che lo sviluppo tecnologico in questo ambito ebbe un'evoluzione rapidissima.

I progetti dei sottomarini si susseguirono fino a integrare tutte le funzionalità che li hanno resi caratteristici ai giorni nostri, come il motore elettrico (e in seguito a propulsione nucleare) per la navigazione subacquea, le casse di compensazione e l'arma subacquea che si stava affermando in parallelo, il siluro.

Proprio in tale contesto furono gettate, dall'ingegnere e imprenditore Robert Whitehead, le basi storiche degli sviluppi tecnici che oggi costituiscono l'eredità per gli stabilimenti di Livorno e Pozzuoli della Leonardo S.p.A., un'eccellenza tecnologica tutta italiana nello sviluppo di sistemi di difesa subacquei. Di questa storia fanno parte illustri scienziati, come Carlo Calosi (nel periodo del secondo conflitto mondiale) o Aldo De Dominicis¹ (negli anni Ottanta), che hanno contribuito a rendere il nostro paese indipendente nelle tecnologie subacquee e in particolare nella progettazione e realizzazione dei dispositivi in grado di sfruttare il suono come mezzo di comunicazione: i sonar.

I sommergibili, i siluri e i mezzi navali utilizzano appunto i sonar per individuare bersagli e ostacoli, comunicare, o mappare il fondale marino. Sott'acqua, infatti, la propagazione delle onde elettromagnetiche non è possibile, se non a bassissime frequenze. Non esistono dunque i radar o i classici apparati radio, inoltre anche i sensori ottici e infrarossi hanno portata limitata, poiché la luce riesce a penetrare solo per qual-



che decina di metri a lunghezze d'onda prossime a quelle della luce verde e blu. Il principio fisico dell'acustica è esattamente lo stesso che sfruttano i cetacei per comunicare e prendere coscienza dell'ambiente circostante e si basa sulla propagazione del suono, che si muove circa cinque volte più veloce che in aria e con attenuazioni estremamente più basse, riuscendo a raggiungere a seconda delle frequenze distanze anche molto grandi.

Parallelamente agli sviluppi delle tecnologie subacquee in ambito difesa, a partire dalla seconda metà del Novecento, l'industria dell'Oil&Gas sempre più impegnata nella ricerca di giacimenti petroliferi *offshore* a profondità via via maggiori, ha visto crescenti investimenti in tecnologie di mezzi robotici in grado di rimpiazzare i lavori una volta eseguiti dai palombari. La ricerca in questo campo ha portato all'affermazione di una classe di veicoli filoguidati dalla superficie, chiamati ROV (Remotely Operated Vehicle), in grado di compiere operazioni complesse come saldature e riparazioni e utilizzare sensoristica avanzata che oggi permette di ricreare accurate immagini acustiche tridimensionali dei fondali, delle strutture subacquee, di individuare danni su *pipeline* anche se ricoperte dai sedimenti del fondale grazie a opportune tecniche di *imaging* e *sub-bottom profiling*.

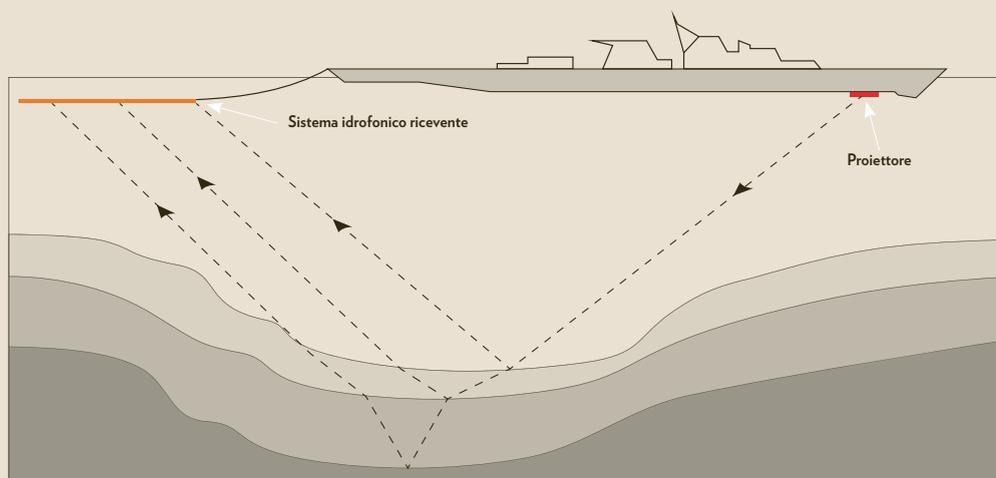
Ma dove è che le tecnologie utilizzate per siluri, sottomarini e ROV si stanno incontrando per soddisfare le esigenze della difesa, le necessità industriali e l'esigenza di esplorare i mari? Alzando la testa e guardando allo sviluppo dei droni avionici, è facile intuire che anche nella subacquea, la ricerca è concentrata sul perfezionamento di veicoli completamente autonomi chiamati AUV (Autonomous Underwater Vehicle), specializzati per vari tipi di missioni, dall'*intelligence* al *patrolling*, dal *search and rescue* al *mine warfare*, dalla mappatura dei fondali al monitoraggio ecologico. Gli AUV più avanzati dovranno superare i limiti posti dall'ambiente sottomarino ed essere sempre più abili a navigare con precisione, analizzare e interpretare grandi moli di dati e prendere decisioni in completa autonomia, non avendo possibilità e certezza di comunicare con alcuna stazione di controllo, se non per brevissimi periodi durante le emersioni. La ricerca in questo ambito mostra che ormai è possibile investire, oltre che su piccoli veicoli, anche su veri e propri battelli subacquei in grado di eseguire missioni della durata di alcuni mesi. L'industria italiana è dotata di tutte le competenze per avere un ruolo di primaria importanza in questa sfida dalla quale non si può tirare indietro.²■

Il principio fisico dell'acustica è esattamente lo stesso che sfruttano i cetacei per comunicare e prendere coscienza dell'ambiente circostante e si basa sulla propagazione del suono, che si muove circa cinque volte più veloce che in aria



¹A. De Dominicis Rotondi, *Principi di Elettroacustica Subacquea*, E.D.A.I., 1990; M. Marchesini, *Il Navigatore. Vita nomade di Carlo Calosi*, UTET, 2009.

² Un ringraziamento, per il prezioso contributo, va al professor Salvatore Ponte, Ph.D., dipartimento di Ingegneria, Università della Campania Luigi Vanvitelli, all'ingegner Giovanna Cozzolino e al dottor Achille Lerro, Form&ATP, Napoli.



Cenni sul sonar

Il sonar (da Sound Navigation and Ranging) è probabilmente la più importante e diffusa applicazione dell'elettroacustica subacquea per la rivelazione di bersagli in superficie e subacquei, ma anche per la comunicazione e la navigazione. Inventato da Paul Langevin nel 1917, in Italia è stato estesamente studiato già dagli anni Cinquanta del secolo scorso e utilizzato fino agli anni Novanta nei sottomarini di classe Toti (con i famosi Apparatii Ecoidrofonici IP60-IP64) e Sauro (IP470-74S). L'architettura tipica di un sonar comprende un sistema di sensori elettroacustici riceventi, un blocco di amplificazione ed elaborazione del segnale ricevuto, un trasmettitore con i relativi elementi elettroacustici trasmettenti, e dispositivi di registrazione e presentazione dei dati all'utente. I sonar passivi ascoltano i suoni irradiati da un bersaglio che emette onde acustiche utilizzando idrofoni (microfoni subacquei), rivelando segnali in un *background* di rumore ambientale marino e di disturbi autoprodotti, per esempio, il rumore del motore della nave o del sottomarino (*ownship*) che trasporta il sonar. In genere, un sonar passivo con idrofoni molto direttivi può dare informazioni sulla direzione (*bearing*) da cui proviene il suono emesso dal *target*, ma non è in grado di stimare la distanza (*range*) dal bersaglio, a meno di usare tecniche come la triangolazione (con due schiere, o *arrays*, separate di idrofoni), il *ranging* passivo orizzontale (HDPR, Horizontal Direct Passive Ranging, basato sulla misura della curvatura del fronte d'onda effettuata da tre *arrays* separati e distanti) e il *ranging* verticale (VDPR, Vertical DPR), basato sulla misura degli angoli da cui provengono (in generale da diverse direzioni, a causa del *multipath*) dei segnali intercettati dallo stesso *array* e delle differenze dei tempi d'arrivo all'*array*. Queste tecniche dipendono dall'accuratezza delle misure d'angolo, e necessitano perciò di *array* estesi e molto se-

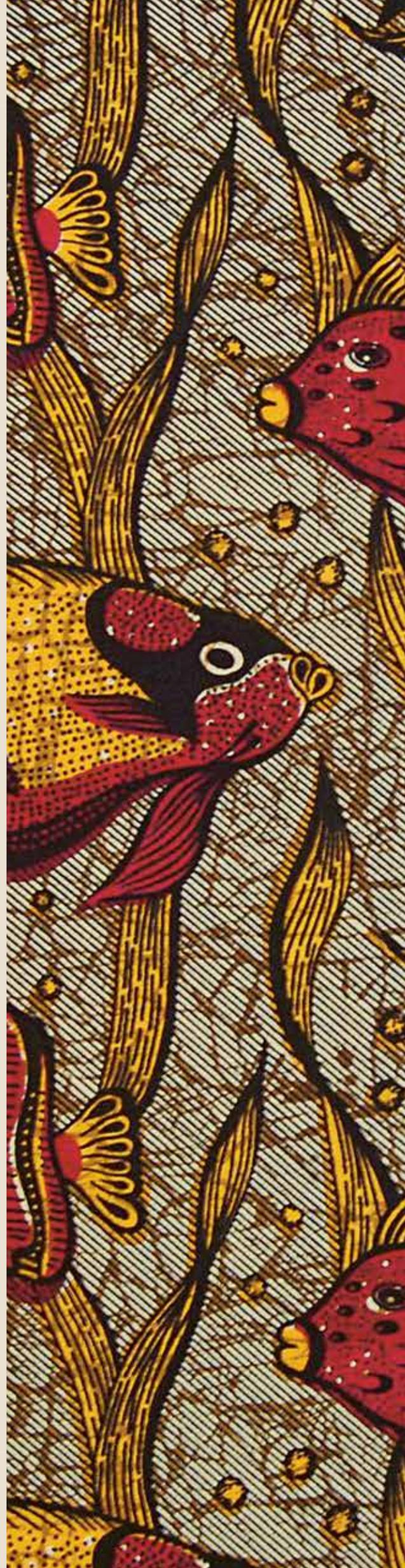
parati fra loro per ottenere stime accettabili di distanza dal *target*.

I sonar attivi utilizzano un proiettore (*projector*), una sorta di altoparlante subacqueo, per generare impulsi acustici che si propagano nell'acqua e sono ricevuti come echi da un idrofono (in questo contesto anche chiamato trasduttore) o da una cortina (*array*) di idrofoni, lontani dalla nave per ridurre la cattura del rumore dei motori. La Figura 1 mostra un sonar a cortina trainata (*towed array sonar*) per l'analisi della stratificazione del fondo marino. Esistono anche sonar a visione laterale (*side scan sonar*), che irradiano energia trasversalmente alla direzione di rotta della nave, e che sono impiegati per la mappatura dei fondali marini. I trasduttori di emissione del segnale e di ricezione dell'eco possono anche essere installati sui due fianchi della nave, o di un sottomarino, per permettere la copertura e l'esplorazione continua delle due porzioni di fondale marino ubicate a destra e a sinistra della rotta seguita. Un'altra applicazione importante è legata alla possibilità di misurare lo scostamento della frequenza Doppler del segnale ricevuto, per determinare la velocità rispetto al fondo della nave o del sottomarino. Anche i siluri possono essere dotati di sonar per la guida verso l'obiettivo. L'eco deve essere rivelato distinguendolo dal *background* del rumore marino e dalla riverberazione. Tra frequenza (f) e lunghezza d'onda (λ) esiste la nota relazione $\lambda f = c$, dove "c" è la velocità del suono nel mare: per un sonar, a 1000 Hz otteniamo $\lambda = 1.5$ m, e a 10 Hz, $\lambda = 150$ m.

L'equazione sonar, che esprime il rapporto segnale-rumore (SNR) all'uscita del ricevitore in funzione dell'intensità di emissione (SL, Source Level), della perdita di propagazione (PL, Propagation Loss) del rumore (NL, Noise Level), e della forza del bersaglio (TS, Target Strength), cioè il rapporto fra l'intensità dell'eco e quella del segnale incidente al bersaglio, è la seguente:

$$DT = SL - 2PL + TS - NL$$

dove DT, la Detection Threshold, è il minimo valore di SNR al ricevitore per il quale la rivelazione può essere effettuata. ■

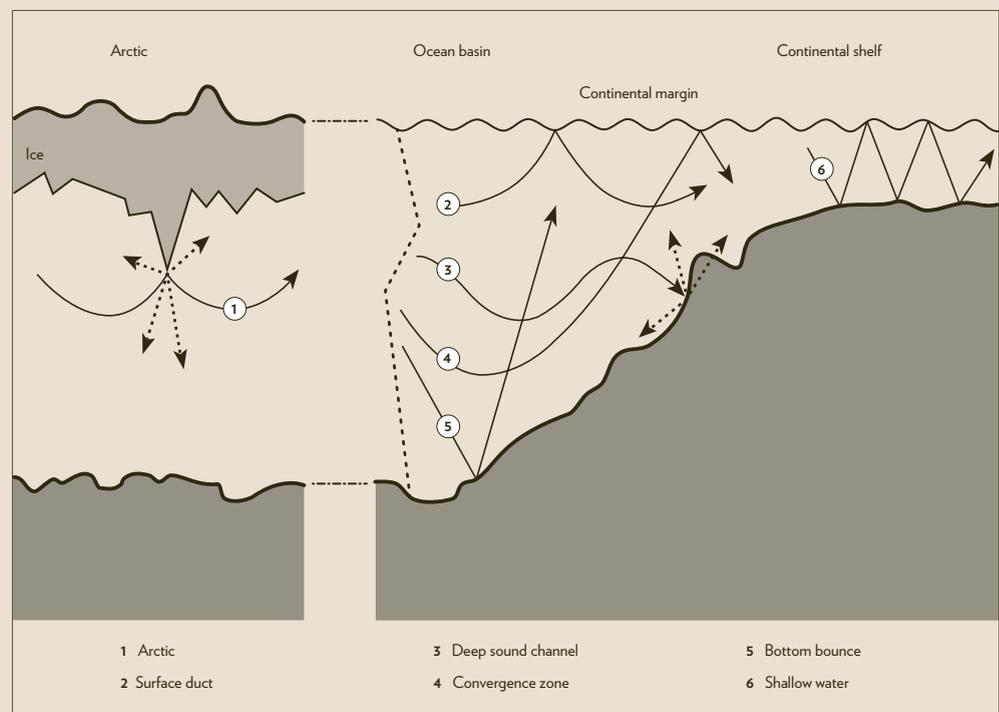
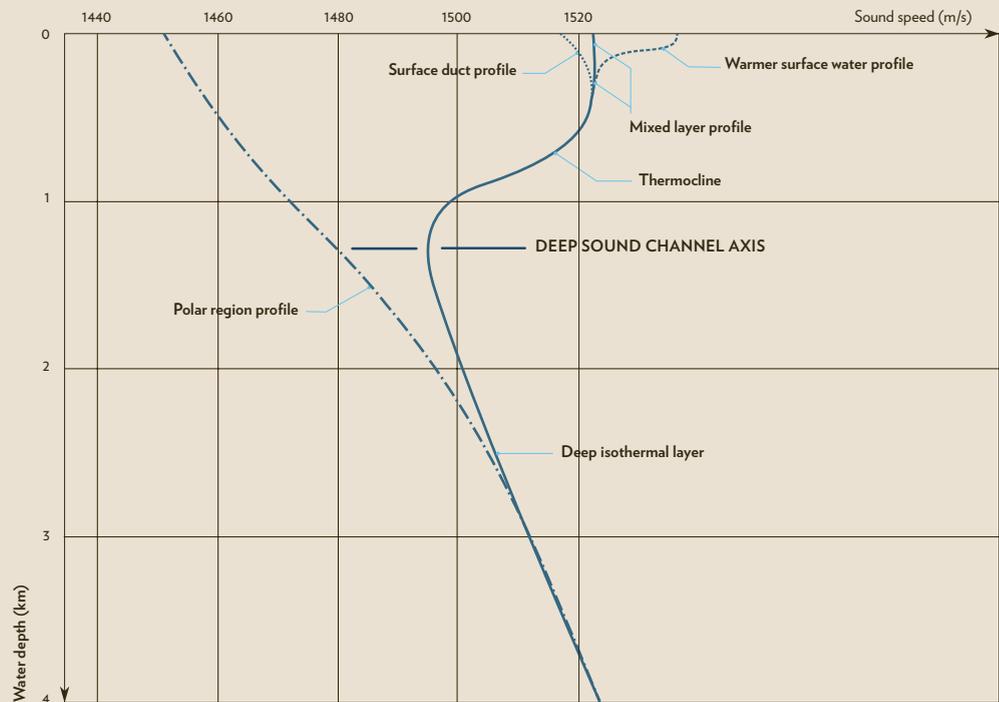


La propagazione subacquea: velocità del suono e guide d'onda acustiche

La velocità del suono nel mare (c) dipende dalla salinità (S , in parti per migliaia), dalla temperatura (T , in °C) e dalla pressione, che a sua volta dipende dalla profondità (z , in metri). Una formula empirica molto diffusa che lega c (in m/s) a queste grandezze è la seguente:

$$c = 1449.2 + 4.6T - 0.055T^2 + 0.00029T^3 + (1.34 - 0.01T)(S - 35) + 0.016z$$

Le frequenze tipicamente associate all'acustica subacquea vanno da 10 Hz a 1 MHz. La Figura 2 illustra un tipico profilo della velocità del suono. Nelle stagioni calde, o nella parte più calda del giorno, la temperatura aumenta vicino alla superficie del mare, e quindi la velocità del suono aumenta. Nelle regioni non polari, i moti ondosi e il vento creano spesso uno strato di rimescolamento (*mixed layer*) a temperatura praticamente costante: in questo strato isotermico la velocità del suono aumenta con la profondità. Lo strato di transizione fra il *mixed layer* e le acque profonde, dove la temperatura è stabile (negli oceani è di pochi gradi sopra lo zero) e poco influenzata dalla radiazione solare, si chiama termoclino: qui la temperatura e la velocità del suono diminuiscono all'aumentare della profondità. Nel mar Mediterraneo, che ha una profondità media di 1500 metri, il termoclino può formarsi già fra 15 e 40 metri di profondità nella stagione estiva, e fra 150 e 400 metri d'inverno. Siamo nella parte alta della Figura 2, e la velocità del suono è costante fino all'inizio del termoclino. Nelle regioni polari, invece, la temperatura più bassa si rileva alla superficie, e la più piccola velocità del suono è all'interfaccia tra l'acqua e l'aria. Una curiosità storica: il termoclino veniva usato dai sottomarini tedeschi, durante la seconda guerra mondiale, per evitare di essere individuati dai sonar. Il rapido cambio di temperatura nel termoclino, infatti, crea un effetto rifrattivo, per cui le onde acustiche provenienti dagli strati superiori, vicino alla superficie, rimbalzano sul termoclino come su una superficie riflettente. Al di sotto del termoclino c'è lo strato isotermico profondo (Deep Isothermal Layer), la temperatura è costante, e c aumenta a causa dell'aumento di pressione. Come si vede dalla Figura 2, c'è una profondità alla quale la velocità del suono è minima: questa profondità è legata all'asse del cosiddetto Deep Sound Channel (DSC), che si comporta come una guida d'onda acustica ca-



pace di contenere le onde acustiche e guidarle, con percorsi anche di migliaia di chilometri. In generale, si può pensare al mare, in particolare per acque non profonde (fino a poche centinaia di metri), come a una guida d'onda acustica, che ha per pareti il fondale marino (oppure l'inizio del termoclino) e l'interfaccia aria-acqua sulla superficie. Gli strati a temperatura diversa causano velocità del suono differenti, e piegamenti dei raggi acustici verso regioni a velocità inferiori. La legge fisica che spiega questi *bending* (i percorsi da 1 a 4 nella Figura 3) è nota col nome di "legge di Snell", che quantifica la rifrazione (deviazione dalla propagazione rettilinea) di un'onda che attraversa strati nei quali c varia. ■

◀◀ Figura 1. Sonar a cortina trainata (*towed array sonar*) per l'analisi della stratificazione del fondo marino

◀◀ Tessuto di cotone con illustrazioni di pesci e alghe, 1980 ca., dettaglio, The British Museum, Londra

↑↑ Figura 2. Illustrazione di un tipico profilo della velocità del suono

↑ Figura 3. Profondità e velocità del suono

In un convegno organizzato dalla Fondazione Leonardo-Civiltà delle Macchine a Livorno si è discusso di questioni normative strategiche e industriali. Lo stato della capacità produttiva del nostro paese nel settore subacqueo

*Wonder (Sette Piscine),
Vincenzo Simone, 2015,
olio su pvc, Operativa Arte
Contemporanea, Roma*

ISAAC TESFAYE

TECNOLOGIE AVANZATE

L' Italia ha iniziato a rivolgere lo sguardo anche al mondo subacqueo, per la grande rilevanza strategica nell'ambito della sicurezza nazionale, sul fronte energetico e delle telecomunicazioni: gli oleodotti o i gasdotti che si snodano nelle profondità del mare e il traffico internet globale che passa attraverso i cavi sottomarini. All'importanza del dominio subacqueo è stato dedicato il convegno "Civiltà del Mare: il subacqueo, nuovo ambiente dell'umanità", che si è tenuto lo scorso 27 marzo all'Accademia Navale di Livorno, organizzato dalla Fondazione Leonardo-Civiltà delle Macchine e dalla Marina Militare, per presentare un rapporto realizzato con il supporto del Consiglio Nazionale delle Ricerche e della Sapienza Università di Roma. Un focus particolare del convegno è stato dedicato agli aspetti tecnologici connessi all'ambiente sottomarino, attraverso un panel di esperti che ha messo a confronto università, industria e istituzioni, utile a comprendere lo stato dell'arte in un settore in cui l'Italia ha tutte le carte in regola per giocare un ruolo di primo piano a livello internazionale.

Tanta tecnologia è stata già sviluppata, ma molto è ancora da fare. Per le sue caratteristiche particolari l'ambiente subacqueo necessita di tecnologia e sistemi di comunicazione totalmente diversi da quelli che si utilizzano sulla superficie terrestre. Lo ha spiegato bene Giovanni Indiveri, direttore dell'ISME, il Centro interuniversitario di ricerca di sistemi integrati per l'ambiente marino dell'Università di Genova: «Uno dei problemi fondamentali nell'ambiente sottomarino è la navigazione, rendere i robot capaci di muoversi in maniera autonoma, un

problema che per esempio nello spazio non c'è». Esiste una difficoltà di percezione e controllo, continua Indiveri: «Far muovere un robot in un fluido denso come l'acqua crea inevitabilmente problemi». E poi la grande sfida legata alle comunicazioni: «Sott'acqua non si trasmettono onde elettromagnetiche, le comunicazioni sono acustiche», dunque i sistemi devono avere autonomia non solo energetica, ma anche decisionale perché i veicoli fronteggiano situazioni impreviste senza poter comunicare con la base.

Alle comunicazioni subacquee senza fili lavora WSENSE, start up romana nata nel 2017 ma che affonda le sue radici più lontano, quando «dieci anni fa nei laboratori dell'Università Sapienza abbiamo rivoluzionato il modo di comunicare in ambito sottomarino» ha raccontato Chiara Petrioli, fondatore e amministratore delegato di WSENSE. La società sviluppa sistemi che utilizzano le onde acustiche, simili a quelle sfruttate dai delfini, e tecnologie ottiche per la trasmissione di informazioni. «Il wi-fi come lo conosciamo sott'acqua non funziona, però restano validi i principi della comunicazione wireless, la comunicazione acustica multi-frequenza, utilizzando i mezzi che i mammiferi marini hanno selezionato in milioni di anni» ha spiegato Petrioli. «Abbiamo creato l'*internet of underwater things*», cioè l'internet delle cose sottomarine, sensori dispiegati in profondità, capaci di raccogliere dati di qualsiasi tipo, dalle temperature ai rumori, e «abbiamo realizzato le reti sottomarine» che permettono a questi dati di essere portati in superficie, per poi essere resi visibili attraverso le tecnologie tradizionali.

Un altro fronte tecnologico in cui l'Italia è all'avanguardia nel mondo è quello dei dro-



ni sottomarini, grazie al lavoro di Sonsub. Da cinque anni il centro per lo sviluppo di tecnologie e attrezzature sottomarine di Saipem ha investito nello sviluppo di droni sottomarini in grado di operare fino a 3000 m di profondità e oltre, con la possibilità di svolgere operazioni di ispezione, sorveglianza, manutenzione, emergenza e primo soccorso in maniera autonoma, senza la presenza umana a bordo. «Il veicolo ha un'intelligenza artificiale che gli permette di georeferenziarsi in qualsiasi punto» ha spiegato Matteo Marchiori, capo di Sonsub. «La profondità oggi non è un problema, il problema è l'autonomia, lo stoccaggio di energia» ha detto toccando poi un altro tema importante: la tendenza negli ultimi cinque anni è stata di portare in fondo al mare attività che abitualmente si fanno in superficie con infrastrutture che restano nei fondali. Si parla non a caso di «civiltà del mare, non colonizzazione del mare: portare i piedi in acqua in modo rispettoso».

Un invito a guardare con maggiore attenzione al fondale marino come elemento dinamico e bene comune è arrivato da Fabio Trincardi, direttore del dipartimento di Scienze del sistema Terra e tecnologie per l'ambiente del CNR. Gli usi del fondale marino si basano spesso su assunti impliciti che si rivelano sbagliati: «Le risorse marine sono illimitate, ma è falso; l'impatto dell'uomo insignificante, falso; il fondale marino è statico, falso anche questo», ha illustrato Trincardi. Molto spesso gli studi ambientali non tengono conto dei cambiamenti, mentre è un dato che bisogna conoscere per poter sfruttare i fondali, nella consapevolezza che le risorse non sono illimitate. «Per poter esplorare dobbiamo conoscere» ricordava il presidente del CNR, Maria Chiara Carrozza, in apertura dei lavori. Nei fondali marini si trovano le terre rare, 17 elementi decisivi nell'economia e nello sviluppo delle tecnologie, che stiamo esaurendo sulla terraferma, «anche se questa non è una partita propriamente mediterranea» ha chiarito Trincardi.

Il mondo subacqueo rappresenta una sfida fondamentale sul fronte della sicurezza: il contesto geopolitico pone sempre maggiore interesse al dominio *underwater*. Massimo Debenedetti, Vice President Research and Innovation della Divisione Navi Militari di Fincantieri, ha illustrato il ruolo fondamentale dei sottomarini, elemento cardine dell'*underwater network*, cioè quel sistema complesso, composto da oggetti fissi e mobili, sommergibili, droni, che svolgono missioni di sorveglianza e intelligence. Il sommergibile è il fulcro attorno al quale tutti questi assetti ruotano, centro di comando, comunicazione e coordinamento. «Fincantieri sta facendo da anni forti investimenti in termini di ricerca e sviluppo» ha detto Debenedetti. La concezione e progettazione di sommergibili in grado di gestire e coordinare l'*underwater network* rappresenta infatti una capacità chiave per affrontare le sfide del dominio subacqueo.

In questo scenario, un ruolo centrale nella competizione che attende l'Italia nel dominio *underwater* è quello di Leonardo, partner strategico della Marina Militare e punto di riferimento di forze navali in molti paesi grazie a sistemi e prodotti di sorveglianza, controllo e gestione del combattimento. «Leonardo ha investito ingenti risorse in tecnologia applicabile al subacqueo» ha spiegato Tommaso Pani, Senior Vice President Italian Marketing and Strategic Campaigns di Leonardo. «Gestire un dominio così vasto significa gestire dati eterogenei provenienti da diverse fonti informative. Significa fare leva su innovative tecniche digitali». Al centro di tutto, dunque, c'è il dato, che va rilevato, elaborato, trasformato in informazione utile e condivisa in base al principio del *need to know*: soluzioni sicure per dati classificati.

La partita che si gioca nella profondità del mare è prima di tutto «una sfida alla capacità di fare sistema paese. Dobbiamo agire velocemente. Realizzare una visione comune» ha detto in conclusione dei lavori il Contrammiraglio Francesco Procaccini, Capo Ufficio Generale Spazio e Innovazione dello Stato Maggiore Marina. A questo servirà proprio il nascente Polo Nazionale della dimensione Subacquea, gestito e coordinato dalla Marina Militare, che sarà inaugurato a La Spezia il prossimo 9 giugno: per la sua costituzione l'ultima Legge di Bilancio ha stanziato 2 milioni di euro. «Pochi», dice Giuseppe Cossiga, presidente di Aiad: «Serviranno 20 milioni, se non 30, non solo per uno ma per cinque o sei anni: se non c'è la volontà che si esplica nel tempo il paese non riuscirà a cavalcare tale sua capacità» ha spiegato. Su questo il ministro della Difesa, Guido Crosetto, ha dato rassicurazioni, parlando di «un impegno non formale: l'impiego di risorse future da parte della Difesa su questo che sarà il dominio del futuro. Siamo tra i primi al mondo, dobbiamo continuare a esserlo». ■

Nel mondo alcune centinaia di uomini sono in grado di svolgere interventi sottomarini ad alte profondità, fino a 300 metri. Possono lavorare per otto ore consecutive, per tornare a vivere in superficie hanno bisogno di trascorrere due settimane in una camera di decompressione

GINEVRA LEGANZA

MISSIONI IPERBARICHE

Calarsi negli abissi e rimanere sulla superficie dell'io. Può sembrare paradossale ma nelle foschie del mare non ci si interroga su di sé. Così raccontano i marinai. Gli operatori di COMSUBIN, che appartengono al Gruppo Operativo Subacquee e al Gruppo Operativo Incursori della Marina Militare, fanno parte di reparti d'élite addestrati per operare fino a grandi profondità. Compiti differenti, tra incursori e palombari, ma in entrambi i casi caratterizzati da un rapporto indissolubile con l'ambiente subacqueo.

Se gli incursori considerano «il mare un mezzo d'infiltrazione orizzontale» – così ci spiega Riccardo Ferrera, capitano di corvetta – il palombaro vive con l'acqua una corrispondenza verticale. Un rapporto in apparenza più dolce, una relazione conturbante e di profondità. L'acqua non è uno strumento, un ponte ondivago – più o meno mosso – da cui centrare un bersaglio. Perché per il palombaro l'acqua diventa il fine. «È l'ambiente di lavoro», spiega il capitano di fregata Giampaolo Trucco che, prima di toccare un fondale di 150 metri (il massimo sinora raggiunto è di circa 300), ha studiato fisica, matematica, fisiologia subacquea. E ha imparato – oppure sa per un inspiegabile istinto prima-

rio – com'è possibile immergersi senza cedere alla paura. «È solo una questione di fiducia – spiega – in superficie c'è qualcuno che sta lavorando per noi».

Soltanto poche decine di questi uomini sono in grado di lavorare sott'acqua per otto ore di fila e di vivere in una camera iperbarica per quindici giorni dopo l'immersione. Vengono imbarcati su navi dotate di apparati speciali che loro chiamano «impianti integrati per immersioni profonde». Ma sono pure sistemi che i palombari conoscono millimetro per millimetro. Dopo cinque anni di addestramento e studio, dopo aver visto tanti amici abbandonare il corso per coscienza dei propri limiti, il palombaro è pronto a sganciarsi da una campana gialla al di sotto di una nave con 150 uomini a bordo. Una campana gialla tipo lo Yellow Submarine dei Beatles: sistema dal quale i palombari si liberano come razzi. Non più lanciati nell'aerospazio («Can you hear me, Major Tom?», era la disperata ripetizione di David Bowie). Piuttosto destinati, come quell'uomo «beneath the waves», ad avvicinare i fondali.

Sono solo tre i prescelti fra i 150 rimasti sulla nave. Tre come sempre si raccomanda di essere agli avventurosi, affinché sia più difficile trovarsi completamente soli. E s'intuisce che



Untitled, Jacopo Benassi,
2021, stampa fine art,
cornice d'artista, dettaglio.
Foto Andrea Rossetti
Courtesy l'artista e
Francesca Minini, Milano



Palombaro della Marina Militare durante l'avvicinamento al sito di lavoro con Atmospheric Diving System (ADS)
© Marina Militare

nel buio del mare il giallo non è casuale, né per la Marina né per il gioviale (e forse psichedelico) inno pop degli anni Sessanta. Valicati i 10 metri sott'acqua, cambiano i suoni, la prospettiva, i colori. Quasi per evocazione di un sogno allucinogeno. Tutto sfuma in un azzurro nembo, con l'eccezione di poche gradazioni, le più smaglianti. E sembrerà strano ma la paura – per noi abituati a più modeste e terrestri angosce – non è tanto nella discesa ma nella risalita. In quell'anabasi rituale che, dopo diverse ore trascorse sott'acqua, prescrive un tempo di decompressione. Impegnati in lavorazioni subacquee, nella vigilanza di infrastrutture critiche, in esplorazioni di relitti (anche su mandato delle procure), in operazioni di soccorso a sommergibili in difficoltà e in bonifiche di ordigni rinvenuti sui fondali (quasi sempre residuati bellici), i palombari durante le immersioni profonde con la tecnica della saturazione possono aggirarsi in fondo al

mare fino a otto ore al giorno. Il tempo medio del sonno sulla Terra. Tempo che richiede settimane di sospensione al di sotto della nave. In un impianto iperbarico, spazio angusto eppure vitale: stanzetta di pochi metri cubi dove riprendere confidenza col solito respiro.

A meno che non indossi uno scafandro-esoscheletro, all'interno del quale potersi muovere a pressione atmosferica, il palombaro si veste di una moderna muta che gli tenga libere le mani (perché il tatto, sott'acqua, è più importante della vista, e le mani sono i veri occhi del palombaro). Ma nelle immersioni profonde con indosso la muta – certo più agile – c'è bisogno che respiri particolari miscele a base di elio. «L'elio inizia a sciogliersi dentro di noi man mano», dice Giampaolo Trucco, «e la decompressione è inevitabile per desaturarsi e scampare ai problemi delle malattie da decompressione». Dopo otto ore sott'acqua, la sfida non è più sminare e pe-

scare meraviglie archeologiche: non è nel buio sconfinato. L'avventura, ora, è rimanere chiusi nei pochi metri dell'habitat iperbarico. In un ritiro quasi claustroale di un limbo strettissimo, fra l'abisso e il cielo. Passaggio obbligato, questo, come molti altri passaggi del percorso sottomarino.

Se per l'incursore – militare d'azione – tutto può variare, se per lui l'imprevisto è norma, il lavoro del palombaro è nella pianificazione, nella regola, nella pazienza. O per così dire nella meditazione. «Di solito un operatore COMSUBIN, sia un incursore sia un palombaro, non va dallo psicologo per imparare ad affrontare la paura dell'ignoto insita nell'immersione», spiegano i due comandanti. E a ben vedere non avrebbe senso approcciare quest'uomo come se la sua psiche fosse anch'essa un mare oscuro. Perché il subacqueo – per ironica sorte – è lucido, cristallino. Per lui l'abisso è un lavoro. L'illimitato segna i confini del suo mestiere come per noi lo scrittoio. E la paura è uno strumento, come la biro o il pc.

L'eventuale senso di ansia non va vissuto o indagato, ma usato. Tecnicamente usato, come un cacciavite per schiodarsi dall'immobilismo e scendere giù a lavorare per portare a termine la missione assegnata. «È un mestiere empirico», ci dicono ancora, «non psicologico». L'analisi del subacqueo è intessuta di numeri e distanze. Traiettorie per non sbagliare niente e portare a termine l'impresa. E – nella peggiore delle ipotesi – implementare il piano B: perché c'è sempre un piano B. Più in generale, c'è sempre un piano. Così, in quest'architettura la paura non è un nodo da sbrogliare, ma un ingranaggio per mettersi in moto.

Tuttavia, se il terrore non va approfondito, il coraggio si nutre d'ambizione. Uno dei su-

bacquei con cui parliamo cita l'Ulisse di Dante che tra i cavalloni di Poseidone va in cerca di virtù e conoscenza. Così ci spiega che non è ambizione sociale, la sua, ma individuale. Un viaggio al termine della psiche sarebbe impossibile, ma toccare il fondo marino si può: e chi lo fa – nel rendere un servizio alla comunità – sa pure di essere fra i pochissimi eletti dal mare. È un lavoro unico, dicono, per professionisti «doppiamente volontari», con tanto impegno e pochissimo tempo per pensare alla paura, che – peraltro – è un aspetto del coraggio personale. Giampaolo Trucco è diventato palombaro perché suo padre era un incursore. Un uomo felice del proprio lavoro.

Nel 1849 venne istituita a Genova la prima scuola per palombari e nel 1918 la Regia Marina conduceva le prime operazioni speciali subacquee. 174 anni dopo, questo mestiere d'élite soffre per carenza d'arruolamento. E non è che ambizione e coraggio siano del tutto assenti. È piuttosto lo spirito d'avventura, spiegano, a non orientare il lavoro dei sogni. Così, mentre impazza il mercato dei videogiochi, mentre si producono visori e controller auto-isolanti, il gioco di squadra – quello di un trio con scafandro sul fondo del mare o quello del team di incursori in operazione – e lo spirito di avventura sembrano attrarre meno i ragazzi. Forse perché così poco conosciuti, come gli abissi che avvolgono questi eroi.

Ammesso che la psiche esista, quella di chi va sott'acqua è oggi rarissima. Inafferrabile, avventurosa. È la mente che nuota in verticale, puntando al fondo, e forse per questo sfugge alle teorie dell'inconscio. E a qualsiasi altra rete che voglia catturare o esumare paure sommerse. ■

Due ufficiali della Marina Militare italiana raccontano l'esperienza degli interventi sui fondali: gli studi, l'addestramento, gli allenamenti, gli equipaggiamenti, la fiducia negli altri e come sconfiggere le paure dell'inconscio

Vedere sott'acqua

«Un disabile subacqueo non è un disabile, è semplicemente un subacqueo». È questo il motto dell'Associazione Albatros Progetto Paolo Pinto Scuba Blind International. Una scuola fondata in memoria dell'avvocato e campione mondiale di nuoto di gran fondo per migliorare la vita di non vedenti e ipovedenti attraverso il mare. Paolo Pinto perse la vista a causa di un meningioma cerebrale. Ma non perse mai la forza di nuotare, come testimoniano le sue traversate e il primato italiano delle 24 ore di nuoto a Bruxelles. Proprio da quest'ispirazione e dall'incontro di Angela Costantino Pinto, vedova del campione, con l'istruttore subacqueo Manrico Volpi, muove un progetto che intende «abbassare la

rampa». Ovvero assottigliare il distacco tra abili e disabili grazie a un metodo rivoluzionario: quello della autonomia consapevole. Istruttori e subacquei non vedenti ci raccontano di allenamenti in piscina dove chi si immerge non è passivamente trasportato sott'acqua. Il subacqueo impara a conoscere l'ambiente, con le mani che diventano occhi. Qui l'accompagnatore è il suo bastone. È la guida che lo porta giù per mano e impara a captarne emozioni, instaurando un rapporto di fiducia fondamentale per le immersioni successive.

L'audiolibro con contenuti tecnici e teorici per ogni livello, l'algaro, i riconoscitori subacquei in Braille – con foto di specie sessili, pesci e relitti – sono il materiale didattico che consente di ricostruire lo scenario dell'immersione. Ma alla base di tutto resta la didattica palmo-palmo per un percorso personale e non preconfezionato. Attraverso lo sfioramento – e le piccole per-

cezioni del tatto – l'istruttore sente l'allievo e lo indirizza. «Io entro in acqua e osservo», ci dicono i subacquei, che non guardano ma, appunto, osservano. E sott'acqua, a differenza dei vedenti, hanno sviluppato la fonte della percezione sonora.

Secondo i numeri del giugno 2021, in dieci anni Albatros ha rilasciato 98 brevetti internazionali per sommozzatore non vedente; 165 brevetti internazionali per istruttori e guide; ha effettuato 2560 immersioni con non vedenti; 970 immersioni turistiche in vari mari e arcipelaghi. Ha poi ottenuto importanti riconoscimenti dalla Camera dei Deputati, dal CONI, dal Centro Sportivo Educazione Nazionale, dall'Unione Italiana Ciechi, dalla Confederazione Nazionale Attività Subacquee e dall'Accademia delle Scienze e Tecniche Subacquee. Albatros è un progetto che, nel mare – e come il mare – mira a superare limiti e barriere. E attraverso la fiducia nell'altro, migliora la vita di molte persone. ■

Un grande architetto che da cinquant'anni progetta e sperimenta case sottomarine e imbarcazioni futuristiche spiega il suo approccio: logica terrestre del suolo combinata alla tecnica delle costruzioni navali

SeaOrbiter, Jacques Rougerie, 2012

JACQUES ROUGERIE

ABITARE IL MARE

Da quando ho memoria, i miei occhi sono sempre stati puntati sull'orizzonte blu dell'oceano. Sin dall'infanzia, trascorsa in parte lungo le coste africane, ho custodito un amore incrollabile per il mare e la necessità di cercarne costantemente il contatto. Ho girato il mondo, dall'America al Giappone, dalla Cina all'Australia, per imparare dalle civiltà marine il rapporto profondo che gli uomini hanno avuto con questo elemento dagli albori dell'esistenza. Da allora ho voluto abitare il mare, indirizzando il mio lavoro verso la realizzazione di un'architettura bionica, tanto cara a Leonardo da Vinci, un'architettura che permettesse alle persone di essere più consapevoli della bellezza, della fragilità e del ruolo fondamentale del mare nella storia dell'umanità.

Spazio e oceano: alla conquista degli estremi

La presenza dell'uomo nello spazio e sotto il mare, affrancata dalle mode del momento, fa parte della storia della sua evoluzione. Le premesse per la realizzazione di imprese in tal senso sono state poste da visionari come Leonardo da Vinci e Jules Verne. Dalla fine del XIX secolo alla prima metà del XX si sono affermati scienziati, ingegneri e scrittori di fantascienza che hanno voluto capire la presenza dell'uomo sulla Terra, esplorare l'universo e gli abissi, andare oltre. Le domande essenziali che alimentavano le loro

intuizioni hanno trovato risposta nelle grandi utopie: "Les prairies bleues" di Arthur Clarke, il primo scafandro autonomo di Le Prieur, i sogni degli architetti di città volanti o subacquee, il batiscafo di Auguste Piccard per l'esplorazione delle profondità sottomarine.

Nel 1945 la priorità viene data alla ricostruzione. Bisognerà aspettare gli anni Sessanta per tornare a pianificare grandi progetti umani, per trovare il coraggio e la volontà di affrontare queste imprese prometeiche con i mezzi tecnici dell'epoca. Architetti come Frei Otto, Ozerman, Kikutake, Kenzō Tange e Paul Maymont raccolgono immediatamente la sfida e spuntano progetti di città nello spazio e sotto il mare. La conquista dello spazio è avviata e i cosmonauti vestono i panni degli eroi. I primi habitat sottomarini sperimentali del 1961 diventano più comuni alla fine degli anni Sessanta come centri di addestramento per gli astronauti. Le campagne oceanografiche di Jacques-Yves Cousteau ampliano le ricerche di Piccard e accendono un nuovo interesse per l'oceano. Il sogno però si infrange negli anni Ottanta, quando viene deciso che la robotica sostituirà l'uomo. I progetti per gli habitat sottomarini vengono interrotti. Solo oggi, all'inizio del Terzo millennio, viene finalmente riconosciuto che la presenza dell'uomo in queste condizioni estreme, accompagnato dalla strumentazione robotica, rimane fondamentale. L'esplorazione di Marte e la ISS ne sono il risultato.

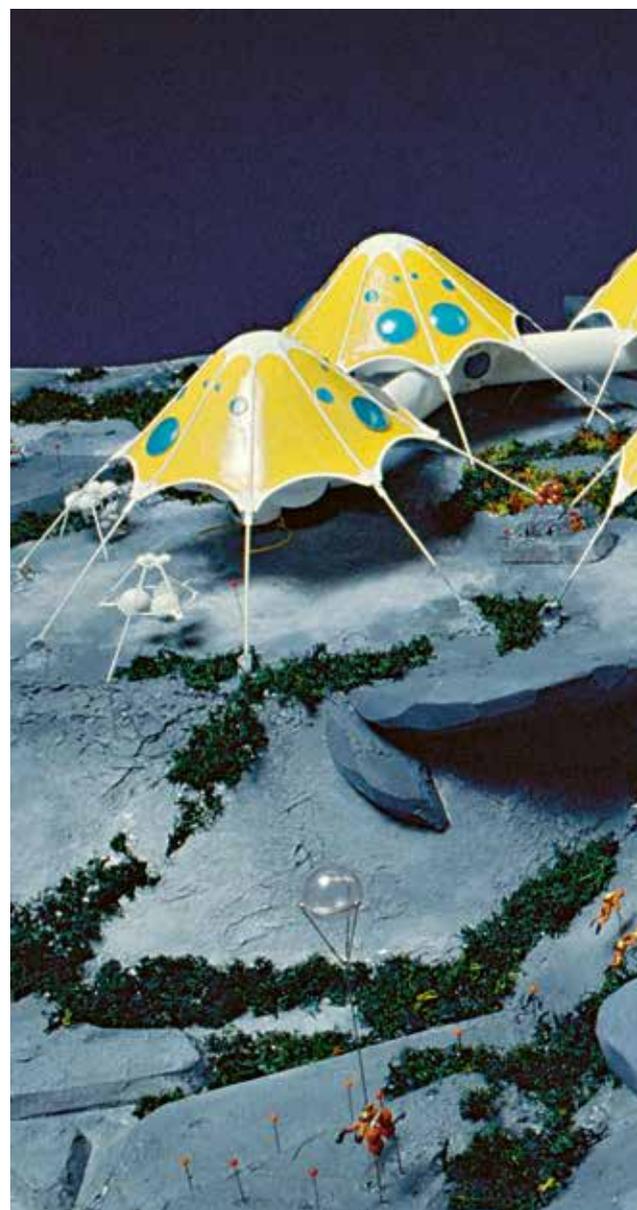
Queste due grandi epopee, nello spazio e nell'oceano, si sono sviluppate contemporaneamente e procedono di pari passo, permettendoci di affinare la comprensione del nostro pianeta. Quella nello spazio riguarda la conoscenza degli effetti dell'assenza di gravità, l'osservazione dell'atmosfera di altri pianeti del sistema solare, il monitoraggio della Terra – deforestazione, attività vulcanica, inquinamento – lo sviluppo delle telecomunicazioni ecc. Quella nell'oceano riguarda l'analisi dell'impatto delle interazioni oceano-atmosfera sulla climatologia, lo studio della biologia, la sperimentazione della fisiologia e della psicologia in un ambiente estremo.

Ricollegare l'umanità alle sue origini

Come architetto del mondo sommerso, da oltre cinquant'anni progetto e sperimento case sottomarine e imbarcazioni futuristiche. Costruire sotto il mare richiede un approccio ancestrale che adatti la logica terrestre del suolo e delle fondamenta a un liquido in movimento, fatto di massa e pressione. Sull'acqua è l'architettura navale, quella delle barche, a prevalere. È fondamentale per l'architetto creare una perfetta osmosi tra l'ambiente, la struttura e le persone che vi vivranno, perché lo sviluppo di case subacquee non comporta solo la risoluzione tecnologica della sfida imposta dall'ambiente sottomarino, ma anche l'impresa della creazione di uno spazio che consenta una certa qualità di vita e dia modo ai comportamenti umani di svilupparsi naturalmente.

Per natura sensibile alla conservazione degli spazi naturali, influenzato da quei grandi esploratori che ci hanno aperto universi insospettabili, nel mio lavoro sono stato anche guidato dall'idea di una nuova civiltà di uomini integrati nell'ambiente sottomarino, i cosiddetti "mériens", che creeranno un proprio stile di vita per preservare l'equilibrio biologico dell'oceano. Questo è il percorso che seguo da oltre cinquant'anni. Tra il mio primo "Villaggio sottomarino" alle Isole Vergini (1973), concepito per vivere e lavorare sotto il mare, e "Galathée", la prima casa sottomarina (1977), ho voluto portare avanti con forza e convinzione la filosofia dell'abitare il mare attraverso numerosi progetti che sono venuti alla luce successivamente: "Hippocampe" (habitat subacqueo), "Aquabulles" (stazioni aeree sommerse), "Aquascopes" (semisommersibili per l'osservazione subacquea), "Aqualab" (habitat-laboratorio subacqueo) e "Aquaspace" (trimarano a vela con scafo centrale trasparente). Inoltre, ho sempre voluto vivere i miei progetti fino in fondo, soggiornando io stesso nelle mie creazioni: la traversata dell'Atlantico nel 1985 nella capsula sottomarina trasparente di "Aquaspace", il primo Natale sotto il mare nel 1981 a bordo di "Hippocampe" con i bambini. Ho anche partecipato, nel 1992,

Plastico di un villaggio sottomarino, Jacques Rougerie, 1973.
Foto di Claude Rives



al record mondiale di 70 giorni sotto il mare e al programma Neemo della NASA nel 2003-04, sperimentazione di un habitat subacqueo che simula un modulo spaziale in cui gli astronauti si allenano.

Tutte queste esperienze hanno arricchito la mia cultura della vita sottomarina e mi hanno convinto che gli insegnamenti del mondo subacqueo sono fondamentali per costruire le società di domani. Legati a questi valori educativi e strumenti pedagogici, ho creato centri culturali e scientifici del mare, sia sulla terra che sott'acqua, in Francia e all'estero. Il mio approccio è contraddistinto dalla volontà di proiettarsi nell'immediato futuro senza negare le alleanze con il tradizionale e l'autoctono. Ho gestito con interesse e passione tanto le architetture morbide che integrano il legno (sviluppo costiero nel mar di Banda, Indonesia) quanto le rampe di cemento bianco e le curve a specchio che evocano una piattaforma di lancio spaziale ("Centre National de la Mer de Nausicaá", Francia), passan-

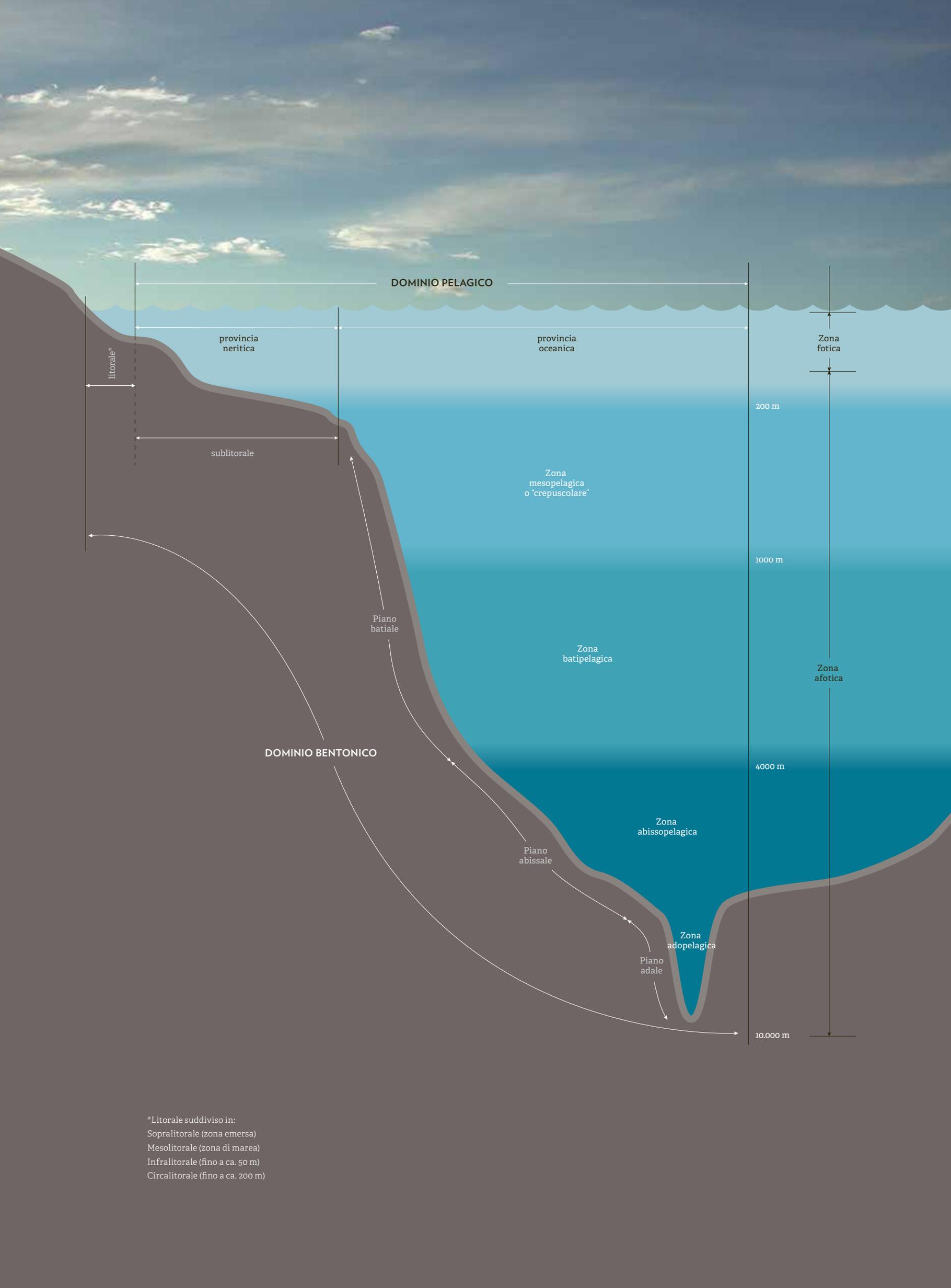


I progetti di un villaggio sottomarino alle Isole Vergini (1973), la casa sottomarina “Galathée” (1977), le stazioni aeree sommerse, “SeaOrbiter”, prima stazione semisommersibile internazionale per l’osservazione subacquea, un trimarano a vela con scafo centrale trasparente

do per le forme bioniche arrotondate (“Centre de la Mer Océanopolis”, Francia) o le linee di forza della prua di un’imbarcazione che mescola passato e futuro (progetto “Centre de la Mer”, Thailandia). L’ingresso nel Terzo millennio mi ha permesso di far fruttare tutti gli anni di ricerca sviluppando “SeaOrbiter”, la prima stazione semisommersibile internazionale dedicata alla conoscenza dell’oceano e del suo ecosistema. Come la ISS nello spazio, questa piattaforma di ricerca multidisciplinare metterà in campo un ambizioso programma scientifico e educativo e fungerà da sentinella dei mari. Esploratore del futuro, il semisommersibile argentato, ispirato alle sembianze di un cavalluccio marino, farà rivivere lo spirito pionieristico delle grandi spedizioni umane.

Ritengo fondamentale che ogni gesto architettonico oggi sia accompagnato da una profonda riflessione globale sulla sostenibilità e sulla responsabilità verso le generazioni future. Questa filosofia, che so crescere nelle

aspettative dei giovani di oggi, ha ispirato la creazione della Fondation Jacques Rougerie presso l’Accademia di Belle Arti. La fondazione incoraggia, a livello internazionale e in modo permanente, il risveglio, la sensibilizzazione e l’azione di tutti per la necessaria conservazione del nostro patrimonio naturale; vuole aiutare architetti, designer, ingegneri e artisti a immaginare e costruire un futuro più rispettoso dell’ambiente, di cui tutti hanno il dovere di occuparsi, adottando uno stile di vita che lo salvaguardi al meglio. Le nuove generazioni assistono a una dinamica di cambiamenti mai visti prima: l’informatica, il tempo reale, i mondi virtuali, la dimensione planetaria, la consapevolezza della natura e dello sviluppo sostenibile, e l’impegno rinnovato nello spazio e nell’oceano; una configurazione senza precedenti e una magnifica opportunità per integrare qualsiasi struttura umana nel paesaggio naturale e culturale circostante e per spostare il paradigma verso nuove possibilità. ■



DOMINIO PELAGICO

provincia neritica

provincia oceanica

Zona fotica

litorale*

sublitorale

200 m

Zona mesopelagica o "crepuscolare"

1000 m

Piano batiale

Zona batipelagica

Zona afotica

DOMINIO BENTONICO

4000 m

Zona abissopelagica

Piano abissale

10.000 m

Zona adipelagica

Piano adale

*Litorale suddiviso in:
 Sopralitorale (zona emersa)
 Mesolitorale (zona di marea)
 Infralitorale (fino a ca. 50 m)
 Circalitorale (fino a ca. 200 m)

*Quanto vale
e come si misura
la biodiversità degli
ambienti marini
profondi e quanto
è importante la
sua conservazione
per l'equilibrio del
pianeta abitato
dall'uomo*

Figura 1. Schema di
suddivisione dell'ambiente
marino, modificato da
"Encyclopædia Britannica"

EMANUELA FANELLI, GIAN MARCO LUNA

VITE PROFONDE

Mari e oceani ricoprono oltre il 70% della superficie del pianeta e ospitano un'ampia varietà di habitat, che va dalle regioni costiere altamente produttive sino agli ambienti marini profondi, caratterizzati da condizioni ambientali estreme quali assenza di luce, elevatissima pressione e basse temperature. Oltre la metà degli oceani (la cui profondità media è di 3682 m) si trova a profondità superiori ai 3000 m.¹ Il "mare profondo" include gli ambienti bentonici (ovvero del fondale marino) e pelagici (ovvero della colonna d'acqua) al di sotto dei 200 m di profondità (Figura 1).

Il "mare profondo" è il più vasto ecosistema della Terra, con un volume complessivo di 1368×10^6 km³ e una superficie di oltre 300 milioni di km² pari a più della metà della superficie del globo.² Nonostante le condizioni apparentemente poco favorevoli per ospitare la vita, i fondali marini profondi ne sono ricchissimi, con un'elevatissima biodiversità, in particolare di specie bentoniche.³ L'esplorazione scientifica delle profondità marine è iniziata poco più di 150 anni fa, animata dai dibattiti dell'epoca a proposito dell'assenza di vita al di sotto dei 550 m circa (la cosiddetta "ipotesi azoica" elaborata dal naturalista inglese Edward Forbes nel 1841). Negli anni precedenti e successivi la formulazione dell'ipotesi di Forbes si andavano già accumulando prove dell'esistenza di vita al di sotto dei 500 m di profondità: famoso il ritrovamento di una stella marina "testa di gorgone" a opera del Capitano John Ross (1777-1856) a bordo della nave Isabella, nelle coste settentrionali del Canada, a più di 1000 m di profondità. Ma è solo grazie allo sforzo incredibile (per l'epoca) di campionamento messo in atto con la spedizione Challenger (1872-76)⁴ a bordo dell'omonima corvetta, la prima nave-laboratorio della storia sotto la direzione scientifica di Charles Wyville Thomson, partita da Portsmouth in Inghilterra il 7 dicembre 1872, che si confuta definitivamente la tesi dell'assenza di vita nei mari profondi e si afferma l'incredibile biodiversità delle comunità bentoniche degli ambienti profondi, con la scoperta di ben 4700 nuove specie.

La spedizione Challenger ha aperto la strada a oltre un secolo di successive spedizioni di esplorazione delle profondità marine e allo studio della loro biodiversità, che solo nelle ultime decadi hanno avuto un'accelerazione

*Nel III secolo a.C.,
le specie individuate
nel mar Egeo dai
greci erano 180.
Oggi la stima più
verosimile parla
di 2,2 milioni di
specie viventi negli
oceani globali*

Challenger, Alfred B. Sturdee,
William G. Luard, 1858,
pianta del ponte principale
in scala 1:48
© National Maritime
Museum, Greenwich, Londra

grazie all'incredibile sviluppo tecnologico avuto in tal senso. Strumenti moderni a disposizione della comunità scientifica internazionale come ROV (Remotely Operated Vehicle), AUV (Autonomous Underwater Vehicles), UVP (Underwater Video Profiler), sottomarini, reti di sensori e infrastrutture cablate,⁵ uniti alla crescente flotta di moderne navi oceanografiche, hanno aumentato considerevolmente la capacità di accedere alle profondità marine e di raccogliere campioni biologici nel corso di spedizioni scientifiche, consentendo la transizione dagli approcci descrittivi, che caratterizzavano le prime spedizioni ottocentesche, ai moderni approcci su ampia scala, transdisciplinari, sperimentali e manipolativi.

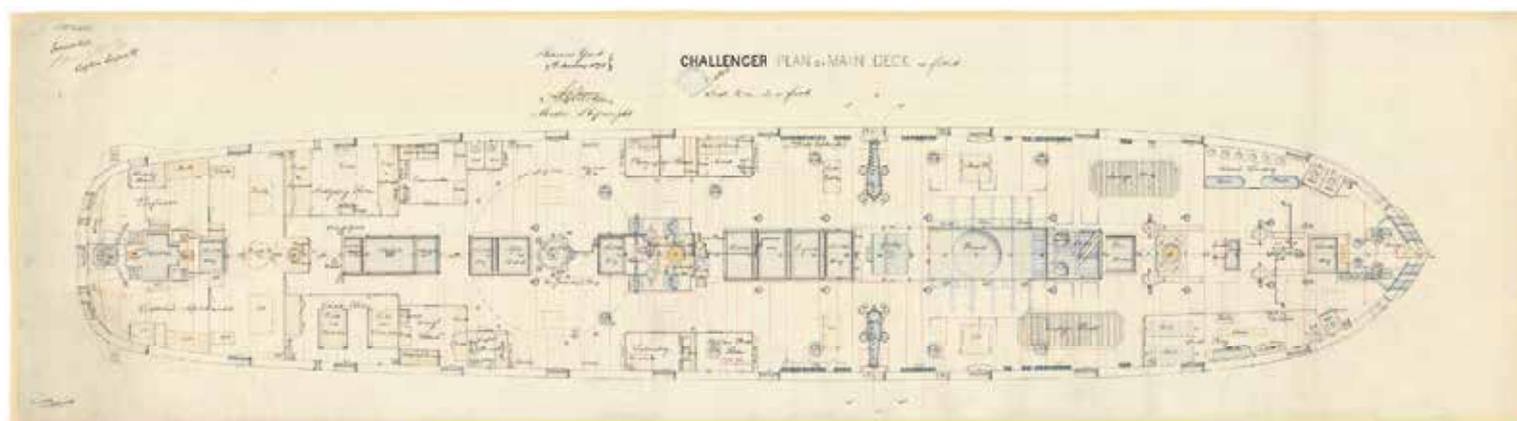
La biodiversità degli ambienti marini profondi

L'iniziativa più rilevante delle ultime decadi volta all'incremento delle conoscenze sugli ambienti profondi è stata il Census of Marine Life-CoML (2000-10), un'esplorazione durata oltre dieci anni che ha coinvolto 2700 scienziati da 80 paesi, e ha rappresentato da un lato il primo e più ampio censimento globale della vita negli oceani, e dall'altro ne ha mostrato la fragilità e il crescente impatto dell'uomo, evidente in termini di riduzione di abbondanza e diversità di specie. I ricercatori del CoML, che hanno speso più di 9000 giorni in mare nel corso di 540 spedizioni, hanno descritto oltre 5000 nuove specie marine, concludendo che almeno il 50%, e potenzialmente oltre il 90%, delle specie presenti negli ambienti marini rimane ancora non descritto e ignoto alla scienza.⁶

Gli oceani ospitano 34 dei 36 raggruppamenti animali conosciuti, a differenza dei 17 che si trovano sulla terraferma; 15 raggruppamenti sono presenti esclusivamente negli oceani. Tuttavia, un acceso dibattito anima la comunità internazionale sul numero di specie marine complessive, incluse quelle non ancora descritte. Alcune proiezioni vanno da 300.000 specie fino a oltre 10 milioni. Stime più conservative sono comprese tra 1 e 2 milioni. Una delle più verosimili attesta intorno a 2,2 milioni il numero delle

specie marine⁷ con circa il 90% ancora da scoprire; difficile però attribuire un numero preciso di specie agli ambienti profondi, perché la difficoltà di censimento delle specie è maggiore che nel resto degli oceani. Tali stime non includono i microbi, la cui diversità potrebbe superare il miliardo di *taxa*, raggruppamenti di organismi simili. Alla luce della capacità attuale di descrizione di nuove specie – a oggi intorno a 1500 per anno – questo censimento potrebbe durare ancora centinaia di anni.⁸ Inoltre, se le nostre conoscenze sono piuttosto limitate riguardo ai fondali marini profondi, di cui abbiamo esplorato globalmente solo lo 0,0001%, l'ambiente pelagico sotto i 200 m è quasi del tutto sconosciuto. Il 20% di questo immenso volume è rappresentato dalla zona mesopelagica (o zona crepuscolare), tra 200 e 1000 m di profondità, che gioca un ruolo fondamentale nei cicli biogeochimici e le reti trofiche globali, con la più ampia porzione di stock ittici dell'oceano e la più grande migrazione giornaliera di biomassa del pianeta. L'incredibile diversità dei fondali marini profondi è connessa a una serie di caratteristiche dei luoghi, prima fra tutte la loro elevata eterogeneità, sia a piccola che a grande scala, con una moltitudine di ambienti (Tabella 1), molti dei quali rappresentano degli hotspot di biodiversità.

In questo contesto, il Mediterraneo, pur costituendo meno dell'1% dell'oceano complessivo, rappresenta un hotspot di biodiversità marina ospitando oltre il 7,5% della biodiversità totale. Stime recenti hanno ipotizzato che ci siano 2805 specie (esclusi i procarioti) delle quali oltre due terzi ancora da descrivere.⁹ Questo "oceano in miniatura", con la sua profondità massima di 5267 m, ospita una grande varietà di ecosistemi, analogamente a quanto descritto per l'oceano globale, con l'eccezione delle fosse adali. Nel solo Mediterraneo sono catalogati oltre 500 canyon e 242 montagne marine, caratterizzati dalla presenza di reef di coralli bianchi, giardini di coralli, coralli neri, spugne e ostriche giganti. Il Mediterraneo ospita anche habitat chemiosintetici, quali *cold seeps* e vulcani di fango, in particolare nel bacino orientale.



Minacce ai fondali marini

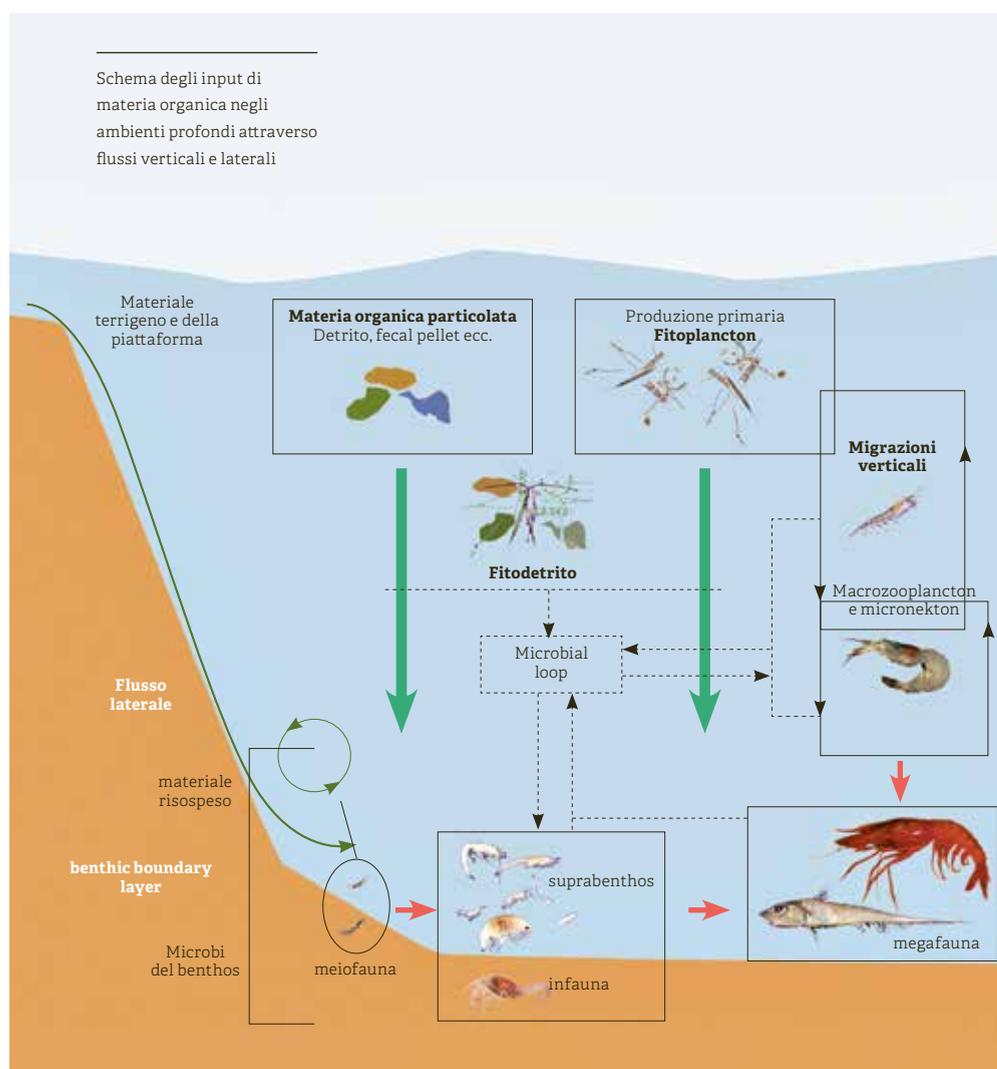
I recenti sviluppi tecnologici della società moderna permettono di poter accedere e studiare i fondali profondi, consentendo nuove opportunità di utilizzo delle loro immense risorse biologiche, idrocarburi e minerali. Questa aumentata capacità, da un lato rappresenta un'opportunità per l'umanità, dall'altro si traduce in nuove pressioni antropiche sulla biodiversità e il funzionamento degli ecosistemi marini profondi, ambienti preziosi e fragili che apportano all'umanità inestimabili servizi ecosistemici. Gli ambienti profondi infatti

supportano la pompa biologica che trasporta il carbonio dall'atmosfera nelle masse d'acqua dell'oceano profondo, mitigando l'eccesso di CO₂ nell'atmosfera. L'ossidazione microbica del metano mantiene un altro potente gas serra fuori dall'atmosfera, mentre intrappola il carbonio nei carbonati per la costruzione di scheletri. La rigenerazione dei nutrienti da parte degli organismi di tutte le dimensioni fornisce gli elementi necessari per alimentare la produttività della superficie e la pesca, e i processi microbici agiscono da detossificanti di una varietà di composti. Ognuno di questi processi si verifica su scala

I recenti sviluppi tecnologici della società moderna permettono di poter accedere e studiare i fondali profondi, consentendo nuove opportunità di utilizzo delle loro immense risorse biologiche, idrocarburi e minerali

Habitat	Principali caratteristiche, comunità biologiche e minacce
Canyon sottomarini	Oltre 9477 canyon lungo i margini continentali del pianeta, di cui oltre 500 nel Mediterraneo. Caratterizzati da elevata eterogeneità, sono degli hotspot di biodiversità. Ospitano abbondanti e diversificate comunità, tra cui organismi filtratori (coralli, spugne e ostriche giganti), specie in età riproduttiva e giovanile, oltre a specie di interesse commerciale (gamberi rossi nel Mediterraneo). Pesca.
Scarpate continentali	Ospitano un'ampia fauna (dalla meio- fino alla macro- e megafauna) incluse numerose specie di pesci di interesse commerciale. Pesca.
Montagne sottomarine (seamounts)	Vere e proprie montagne che si ergono dal fondale fin quasi alla superficie degli oceani. Attuali stime parlano di oltre 100.000 montagne sottomarine che ricoprono il 2% dei fondali. Descritte come habitat capaci di rappresentare hotspot di biodiversità e di produzione di biomassa (soprattutto ittica) e caratterizzate da un elevato grado di endemismi. Pesca.
Cold seeps	Caratterizzati da fuoriuscita di fluidi ricchi in metano e idrogeno solforato, sostanze utilizzate da speciali microrganismi per produrre biomassa attraverso il processo della chemiosintesi. Insieme agli <i>hydrothermal vents</i> , rappresentano un caso di comunità profonde supportate unicamente dalla produzione primaria <i>in situ</i> . Ospitano ricche comunità di bivalvi, gasteropodi, crostacei e anellidi. Ricerca e produzione di idrocarburi.
Hydrothermal vents	Si stima ne esistano oltre 2000. Si formano lungo le dorsali medio-oceaniche e sono caratterizzati da fuoriuscite di fluidi a elevate temperature (fino a 350°C). Supportano comunità molto specializzate, contraddistinte da elevate biomasse, scoperte solo alla fine degli anni Settanta. Estrazione di minerali e risorse genetiche.
Whale falls	Si tratta di vere e proprie "oasi nel deserto" generate dall'affondamento di carcasse di grandi cetacei sui fondali oceanici, ove creano complessi ecosistemi localizzati che danno sostentamento agli organismi per decenni. La carcassa viene attaccata da diversi organismi, iniziando dai più grandi (come squali "spazzini") fino a vermi "mangia ossa" e infine batteri chemiosintetici.
Piane abissali	Rappresentano il più esteso habitat del pianeta, tipicamente caratterizzato da fondali piatti coperti da sedimento fine. Ospitano un'ampia varietà di organismi, dai microbi fino alla megafauna (inclusi pesci abissali) e si ritiene siano i principali serbatoi di biodiversità marina. Esercitano un'influenza significativa sul ciclo del carbonio oceanico, la dissoluzione del carbonato di calcio e le concentrazioni atmosferiche di CO ₂ su scale temporali da cento a mille anni. La loro struttura è fortemente influenzata dalla velocità di flusso di cibo sul fondo marino e dalla composizione del materiale che qui si deposita. Ricerca e produzione di idrocarburi, estrazione di minerali e risorse genetiche.
Noduli polimetallici	Sono precipitati sferici di ossido di manganese, arricchiti in ferro e altri metalli (per esempio rame, cobalto e zinco) che si formano attorno a un materiale di base, come un frammento di conchiglia o un dente di squalo. Si trovano in tutti gli oceani del mondo a profondità di 3000-6000 m, generalmente in aree in cui il tasso di accumulo dei sedimenti è lento. I noduli crescono gradualmente, da mm a decine di mm per milione di anni, e possono raggiungere abbondanze elevate fino a oltre 35 kg m ⁻² . Supportano una varietà di fauna specializzata (per esempio, spugne, foraminiferi, cirripedi, coralli neri e molli), la cui densità aumenta con quella dei noduli. Estrazione di minerali e risorse genetiche.
Fosse oceaniche	Si estendono sotto i 6000 m di profondità e rappresentano una percentuale molto ridotta degli oceani. Nonostante l'elevatissima pressione (fino a 1100 atmosfere nella più profonda Fossa delle Marianne) ospitano ricche comunità di organismi bentonici (microrganismi, meio- e macrofauna) oltre a bivalvi, anfipodi, oloturie e crostacei adattati alla vita in queste condizioni. Vi troviamo pesci fino a 8000 m di profondità.

Tabella 1. Principali habitat marini di ambiente profondo, caratteristiche generali delle comunità biologiche e indicazione (in blu) delle principali minacce di origine antropica



L'approvvigionamento di cibo negli ambienti profondi

L'errata supposizione della mancanza di vita in ambiente profondo era legata essenzialmente a una delle sue caratteristiche principali, ovvero l'assenza di luce e quindi di organismi fotosintetici responsabili della produzione primaria. A parte alcune aree molto localizzate, come le sorgenti idrotermali calde o di idrocarburi fredde (*hydrothermal vents* e *cold seeps*, vedi Tabella 1), dove la produzione primaria è assicurata dalla chemiosintesi (produzione di materia organica utilizzando come motore l'energia chimica, mediata principalmente da microbi, invece che l'energia luminosa come fanno le alghe e le piante) o le *whale falls*, l'approvvigionamento di cibo in ambiente profondo avviene "dall'esterno", attraverso due principali flussi, verticale e laterale. Il flusso verticale trasporta sostanza organica (fitodetrito, esoscheletri di piccoli

crostacei del plancton, feci ecc.) dalla zona fotica agli ambienti profondi, fino alle fosse oceaniche. Maggiore è la distanza dalla superficie (ovvero, maggiore la profondità) minore sarà la sostanza che vi arriva, e dunque più povero l'ambiente. A questo si unisce, nelle zone di scarpata e nelle piane abissali, soprattutto in prossimità di aree di canyon, il flusso laterale, che trasporta grandi quantità di sostanza organica direttamente dalla terraferma ai fondali marini, attraverso corridoi naturali formati dai canyon. Infine, tra la superficie e circa 2000 m di profondità, alla dinamica sopra descritta si aggiunge il cosiddetto *swimmer flux*, movimento di massa di organismi (primariamente piccoli pesci e crostacei) che migrano lungo la colonna d'acqua trasportando materia organica fresca dagli strati più superficiali in profondità. ■

molto ridotta, ma considerando la vasta area su cui si espletano diventano importanti per il funzionamento globale dell'oceano. Il mare profondo offre una notevole ricchezza di risorse, tra cui stock ittici, un enorme potenziale di bioprospezione, elementi e riserve energetiche che sono attualmente in fase di estrazione e che saranno sempre più importanti nel prossimo futuro. La nuova era di sfruttamento dei mari profondi che sta per aprirsi richiederà quindi particolare cautela, anche alla luce dei già documentati impatti antropici. Gli ambienti marini profondi sono infatti molto colpiti dal crescente inquinamento chimico, dalla presenza di *marine litter*, incluse plastiche e microplastiche presenti anche nelle fosse oceaniche, dagli impatti dei cambiamenti climatici come il riscaldamento globale, la deossigenazione e l'acidificazione delle acque e le modifiche nella circolazione termoalina con effetti a cascata sulle comunità biologiche. Altri fattori di impatto sono rappresentati dal rumore sottomarino, sempre crescente a causa dell'aumento dei traffici marittimi, e dalla pesca profonda, in particolare da quella a strascico, il cui impatto è particolarmente importante sui fondali, perché ha come target specie longeve e con maturità tardiva (alcune specie oggetto di pesca nelle montagne sottomarine possono vivere per 100 anni e riprodursi a 50). Noto anche l'impatto sulle comunità bentoniche, in particolare sui coralli bianchi, anch'essi caratterizzati da tassi di crescita lentissimi. La pesca a strascico al di sotto degli 800 m è attualmente vietata nelle acque dell'UE (1000 m nel Mediterraneo), così come in speciali aree definite FRAs (Fisheries Restricted Areas) per la presenza di Ecosistemi Marini Vulnerabili (VMEs). Tuttavia, a livello globale, a causa del depauperamento delle risorse nella zona di piattaforma vi sono crescenti pressioni per l'espansione della pesca in aree profonde e ancora inesplorate.

Nuove minacce arriveranno dal cosiddetto *deep sea mining*, la moderna corsa all'oro, ovvero l'estrazione di minerali dagli ambienti profondi, che potrebbe avere un'accelerazione anche in risposta ai piani di decarbonizzazione previsti tra il 2030 e il 2050 e alla richiesta di raggiungere la neutralità climatica netta. Sui fondali marini si trovano infatti giacimenti di minerali sommersi che governi e imprese stanno puntando per reperire materiali essenziali per la transizione ecologica. A oggi, l'International Seabed Authority (ISA), organismo che regola le attività di estrazione sui fondali in aree situate oltre la giurisdizione nazionale, ha concesso permessi per esplorare i depositi di minerali profondi e le attività di *mining* potrebbero iniziare tra qualche anno. Tuttavia, è opinione comune che queste attività avrebbero un impatto negativo sulle comunità biologiche dei fondali e sulla biodiversità che ne sarebbe diminuita.

Serranellus scriba



So' na Perchia e 'scillura; pesce nzisto.
Ne pescano cu nasse lenza e rozza,
E nun te dico cu quanta piezzita,
Penzo 'e feni dint' a nu fritto misto,
Pecche' la vera Perchia de 'scillura
Porta scillo ch'è nata p' a fittura.

©
pa' Silvia
1956



Songo nu cuoccio cucciuto de funno
Pe' quanto se cerca, pe' quanto se prova
Se prova e se cerca, ma non se trova
U' suoccio cuoccio, pe' tutt' o munno



Su Scorfano russo.
Nu scorfano sbatizva notte e juorno.
latanno appuisto a nu scorfano nota.
Quann' appuisto, dicette a mugliora: ?
Ma tu m' tene o nu' ne tene scorfano?
Peschunette sso: Nun juella' me u' misso.
Peschio pe' o scuorno me sefatto russo.



Songo na mala Tracena e sunnale
E tengo sei spunzune m'buscate.
Sulo chi m'ha pescata e l'ho pruvate.
Sape che s'io pezzeo, pezzeo a fa male.



Songo u' Sampietro, e jupe
Ch'azzummano nu m'etto a juera?
As pe' me dico: Ne, chi m'ra fa fa?
Oggje a' stu munno chi te sta a sonno?

Ulteriori conseguenze potrebbero venire dalle cosiddette *ocean-based climate interventions*,¹⁰ ovvero quelle iniziative che potrebbero essere messe in campo per mitigare gli effetti del cambiamento climatico. Tra queste, per esempio, la rimozione e il sequestro di anidride carbonica (CO₂) attraverso iniezione nei fondali, lo sfruttamento della radiazione solare o la produzione di energia rinnovabile dall'energia eolica e del moto ondoso, oppure la possibilità di sfruttare l'energia geotermica dei sistemi idrotermali di profondità o l'utilizzo di metodi per ridurre il calore nell'atmosfera trasferendolo all'oceano profondo. Le possibili conseguenze di questi interventi sulla biodiversità dei fondali marini profondi richiamano alla necessità di un framework multidisciplinare capace di quantificarne gli impatti prima di intervenire su larga scala.

Gli scenari futuri

La recente firma a New York dell'accordo delle Nazioni Unite sul diritto del mare per la conservazione e l'uso sostenibile della biodiversità marina nelle aree al di fuori della giurisdizione nazionale (Marine Biodiversity of Areas Beyond National Jurisdiction o BBNJ) ha riconosciuto la necessità di affrontare, in maniera coerente e cooperativa, la perdita di biodiversità e il degrado degli ecosistemi marini, e ha definito i meccanismi per la conservazione e l'uso sostenibile della biodiversità marina in aree che si trovano al di fuori della giurisdizione nazionale, incluso l'Alto Mare (dall'inglese *high seas*). È un tema particolarmente importante quando si parla di attività future come l'estrazione mineraria nei fondali marini, oppure la cattura e lo stoccaggio del carbonio nelle acque e nei sedimenti profondi, attività sulle cui conseguenze esistono pochissime conoscenze. Il Trattato consentirà anche di istituire aree marine protette in alto mare, con l'obiettivo di proteggere almeno il 30% degli oceani entro il 2030, imporrà la valutazione dell'impatto delle attività economiche sulla biodiversità, e individuerà un meccanismo equo per la condivisione dei potenziali benefici derivanti dall'utilizzo delle risorse genetiche marine.

Alla luce della crescente domanda di risorse marine per ricavarne cibo, medicinali, minerali ed energia, la nostra scarsa conoscenza della biodiversità e del funzionamento ecosistemico dei fondali profondi impone che ogni futura azione dovrà essere basata sul principio di precauzione e orientata da evidenze scientifiche da mettere a disposizione dei decisori. Sarà fondamentale bilanciare l'eventuale uso delle risorse, sia biotiche che abiotiche, con la necessità di mantenere la biodiversità e gli ecosistemi marini profondi in salute e nelle condizioni di fornire ancora quei beni e servizi che sono essenziali per il nostro pianeta. ■

¹⁰ 12 pesci del mare di Capri e una favola piscatoria, Edwin Cerio, 1956.

La galleria ittologica, disegnata da Cerio per la figlia Silvia, è ispirata alla canzone del Guerracino, burlesca epopea della letteratura partenopea

¹ E. Ramirez-Llodra, *Deep-Sea Ecosystems: Biodiversity and Anthropogenic Impacts*, in *The Law of the Seabed*, Brill Editore, Leida, Paesi Bassi, 2020, pp. 36-60.

² E. Ramirez-Llodra et al., *Man and the Last Great Wilderness: Human Impact on the Deep Sea*, in "PLoS ONE", 8/2011.

³ P. V. R. Snelgrove, *Getting to the Bottom of Marine Biodiversity: Sedimentary Habitats: Ocean bottoms are the most widespread habitat on Earth and support high biodiversity and key ecosystem services*, in "BioScience", 2/1999, pp. 129-38.

⁴ Si veda: <https://challenger-expedition.sams.ac.uk/>.

⁵ J. Aguzzi et al., *New High-Tech Flexible Networks for the Monitoring of Deep-Sea Ecosystems*, in "Environmental Science & Technology", 12/2019, pp. 6616-31.

⁶ P. V. R. Snelgrove, *An Ocean of Discovery: Biodiversity Beyond the Census of Marine Life*, in "Planta Medica", 9-10/2016, pp. 790-99.

⁷ C. Mora et al., *The completeness of taxonomic inventories for describing the global diversity and distribution of marine fishes*, in "Proc Biol. Sci.", 1851/2008, pp. 149-55.

⁸ P. V. R. Snelgrove, *An Ocean of Discovery* cit.

⁹ R. Danovaro et al., *Deep-Sea Biodiversity in the Mediterranean Sea: The Known, the Unknown, and the Unknowable*, in "PloS ONE", 8/2010.

¹⁰ L. A. Levin et al., *Deep-sea impacts of climate interventions*, in "Science", 6636/2023, pp. 978-81.

¹¹ In quest'ottica, il National Biodiversity Future Center finanziato dal PNRR, il più ambizioso programma mai lanciato dall'Italia per il monitoraggio, ripristino, la conservazione e valorizzazione della biodiversità, riunirà un consorzio coordinato dal CNR insieme a 25 università e partner pubblici e privati per fornire un contributo non solo a una migliore comprensione della biodiversità marina, ma anche alla sua valorizzazione sostenibile attraverso tecnologie abilitanti e l'individuazione di opportunità di business capaci di mettere la biodiversità al centro di una nuova cultura imprenditoriale.

ALBERTO LUCA RECCHI

Un grande esploratore del mare racconta uno straordinario incontro ravvicinato con i giganti cetacei. L'avvicinamento a bordo di un kayak, l'immersione, l'apnea, i lembi di pelle che cadono, gli scatti, una spalla lussata da un colpo di coda

CAPODOGLI NELLA MARGHERITA

La prima volta che lessi la storia del capodoglio Moby Dick non mi piacque. Erano molto più belli gli animali dell'enciclopedia che mi avevano regalato da bambino, "Vita Meravigliosa". I disegni colorati mi buttavano tra onde, schizzi, schiuma e spruzzi. Io mi sentivo lì, ero lì. Il capodoglio della mia enciclopedia non era albino, è vero, ma grigio matita, eppure, nonostante due grossi arpioni conficcati nella schiena, riusciva a vibrare colpi di coda così poderosi da rovesciare le scialuppe dei balenieri. Quando poi gli sventurati finivano in acqua, li inghiottiva uno alla volta, mentre i poveretti si sbracciavano tra le onde.

Aveva denti grandi, erano alti come bottiglie di birra e la testa lunga come il mio letto. Negli sfiatatoi ci sarebbe entrato tutto il mio braccio. C'era esasperazione della vita e della morte in quelle pagine. Per la verità non ero nemmeno troppo dispiaciuto per le tragedie umane di quei poveretti. Il capodoglio si difendeva e basta. Non era lui ad attaccare, e tutti hanno il diritto di difendersi.

Non sarebbe bastata l'enciclopedia a segnare la mia vita, ci si mise di mezzo anche mia nonna. Sestilia era una vecchietta curva, sdentata, con lo scialle sulle spalle e lunghi fili di barba. Nonna era esile e un po' gobba, ma mi raccontava delle favole di mare paurose e affascinanti. La ascoltavo con la bocca spalancata. Nelle sue storie affioravano dalle onde onnivori giganti marini. I balenieri pelosi e tatuati erano i bocconi più gustosi. La favola finiva sempre bene: il capodoglio con uno sbadiglio o uno starnuto apriva la bocca e tutti si salvavano. A quel punto, spegnevo la luce e dormivo sereno. È andata così, senza volerlo. Per anni, giorni e giorni in compagnia di mostri del mare. Erano dappertutto: tra le pagine, tra le favole e nei sogni.

Così, a un certo punto, sono andato a ricercare le fantasie della mia infanzia. Non è stato un colpo di fulmine, è successo per gradi. Negli anni Novanta avevo già girato un po' di mondo: erano vent'anni che mi immergevo nei mari lontani per fotografare squali e balene. Il primo squalo non l'ho cercato, mi ha trovato lui. La



storia è lunga, ma la conclusione è che mi ha risparmiato quando ero ferito e sanguinante. Sapevo di aver vissuto un'esperienza particolarmente fortunata, ma mi convinsi che gli squali non erano i feroci mangiatori di carne umana raccontati nei film.

Quando decisi di dedicarmi al capodoglio, avevo già vissuto avventure e disavventure e avevo già rischiato più volte la vita in mare. Mi ero impigliato nelle reti di una tonnara in Sardegna e sarei rimasto senza aria se non fossero venuti a salvarmi con un coltello per tagliare la rete. Durante un'immersione mi avevano perso in Atlantico ed ero rimasto naufrago per nove interminabili ore. Ero stato assalito da gabbiani affamati che mi beccavano il viso. In California uno squalo era entrato dentro la gabbia che serviva a proteggermi. Come stare in una cabina telefonica con un leone. Il mese prima, un varano di tre metri aveva fucato il pollo che avevo a bordo ed era saltato nel mio gommoni. Più inquietante di un cocodrillo e dotato di un morso letale persino per un bufa-

lo, il varano aveva puntato le mie cosce e stava a un metro di distanza. Mi ero preparato al peggio. Per fortuna, alla fine, si accontentò del pollo.

Quando pensai che i tempi fossero maturi per il capodoglio, avevo un obiettivo. Volevo vedere la cosiddetta "margherita". Tutti nel mio ambiente ne parlavano, ma nessuno l'aveva vista. La margherita: quando i capodogli riemergono per respirare dopo immersioni lunghissime nel buio degli abissi, si mettono in cerchio in superficie con le teste verso l'interno e le code verso l'esterno, una disposizione a forma di fiore, di margherita appunto. Io volevo andare lì in mezzo, come un'ape tra i petali. Volevo vederli da vicino e guardare negli occhi i mitici mangiatori di balenieri della mia infanzia. Era pericoloso? Chi lo sa. Potevano stritolarmi, mordermi, soffocarmi oppure semplicemente trascinarli negli abissi per gioco, come mi era capitato con un globicefalo alle Hawaii. E non potevo chiedere consiglio a nessuno, nessuno lo aveva fatto prima. Rischiare o rinunciare. La mia paura era

*Uscita dalla "margherita",
Alberto Luca Recchi, 2014,
Azzorre*

di essere mangiato. D'altronde i capodogli sono parenti delle orche e le orche nell'emisfero sud mangiano i mammiferi, e io sono un mammifero. Per giunta i capodogli hanno denti più grandi di quelli delle orche. I miei moventi erano la curiosità del mare e scoprire i miei limiti. Mi convinsi che non mi avrebbero mangiato, preparai attrezzature fotografiche, pinne da apnea, maschera e boccaglio. Partenza per le Azzorre, dove le possibilità di incontrarli erano alte.

I capodogli non hanno paura come le balenottere. Anzi, avvicinarli è addirittura semplice. Ma non mi bastava avvicinarli, avevo bisogno di stare a un metro da loro, mezzo metro. Con tutti gli animali esiste una distanza di sicurezza che non devi superare. Quale sarà la loro? I predatori della savana possono essere fotografati a distanza con un teleobiettivo che li avvicina. Sott'acqua queste lenti non funzionano, perché l'acqua di mare è piena di particelle che sporcano le foto. Dovevo attendere che fosse il bestione a interessarsi e avvicinarsi a me.

I primi due giorni vedo capodogli lontani quattro o cinque metri, ma non stanno fermi, nuotano e per quanto sembrano lenti, vanno

più veloci di un nuotatore olimpionico. Non bisogna mai inseguire gli animali, neanche provarci. Mi fermo e li guardo passare. Il terzo giorno vedo in lontananza un ribollire di spruzzi obliqui. Sono loro e sono tanti. Sembrano fermi, mi avvicino con il kayak, l'ultimo tratto con un fazzoletto davanti alla bocca per non respirare senza protezioni. Il loro fiato è pieno di batteri e parassiti, può provocare infezioni polmonari. Il mio assistente aveva avuto uno pneumotorace quando cercavamo le balenottere comuni nel Mediterraneo. A una decina di metri da loro, scivolo lentamente in acqua. Mi avvicino piano piano per non farli andare via. Loro sanno che io sono lì. Ora li vedo in superficie. Sono tanti, almeno cinque. Cosa staranno pensando vedendomi vicino? Io non ho mai visto un capodoglio, ma è probabile che neanche loro abbiano mai visto un umano. Sono a tre metri da loro, ora li vedo quasi tutti. Sono in formazione. Si sono disposti a margherita. Devo cercare di andare in mezzo a loro. Mi sembra facile, ma se mi schiacciassero? O non mi facessero uscire? O si irritassero? Sono a un metro dal più vicino.

Sperm Whale, II,
Jonathan Delafield Cook,
2013, carboncino su lino,
dettaglio



È bellissimo, grigio come i disegni della mia enciclopedia, maestoso come lo immaginavo. Cerco il suo occhio, ma non lo trovo. È piccolo, posizionato un paio di metri dietro al muso. D'altronde gli occhi non servono nel buio degli abissi. Un capodoglio non riuscirebbe a vedere nemmeno la sua coda. Lui vede con le orecchie: emette dei click come i delfini e i pipistrelli, e si orienta con i suoni che rimbalzano sul sonar che ha nel capoccione. Mi si avvicina un secondo capodoglio, e poi un terzo e un quarto. Ora non so più quanti sono, l'emozione è più forte della ragione, non so più contare. Mi concentro su uno di loro, il più grande, ma non perdo di vista gli altri. Mi viene in mente mia nonna. Indugio al centro della margherita. Perdono pelle intorno a me. Questi colossi perdono pelle in continuazione per non permettere ai parassiti di attaccarsi al loro corpo ed essere più idrodinamici nelle loro immersioni. È difficile scattare una foto senza pelle davanti all'obiettivo. Questa foto è finalmente bella perché non inquadra lembi di pelle. Nuotando ne perdono grandi come lenzuola.

Voglio andare vicino agli occhi, guardare i giganti. Si stringono intorno a me, sono circon-

dato. Ho i battiti fuori controllo. Ho desiderato per molti anni di stare esattamente dove sto ora, ma in questo momento vorrei anche andarmene via. Un capodoglio si avvicina troppo, quasi urta la mia macchina fotografica. Forse vuole dirmi qualcosa. Entra in gioco la paura. La ascolto. Decido di immergermi e scivolare da sotto, passando più giù delle loro code. Emetto tutta l'aria che ho nei polmoni e scendo a candela nella colonna d'acqua. Non voglio perderli di vista. Due, tre, sei, dieci metri di profondità, mi allontanano lento con dolcezza in una delle più lunghe, piene e consapevoli apnee della mia vita. Spero che non se ne accorgano. Invece tutti si voltano nella mia direzione e mentre me ne vado un cucciolo decide di venirmi incontro e mi saluta affettuosamente con la coda. Forse era una carezza. Pur essendo il più piccolo del gruppo, è lungo sette metri e mi lussa una spalla.

Risalgo sulla canoa dolorante e torno a terra. Rientro in Italia e mi operano. Questa manciata di minuti – che esiste stabile e galleggiante nei miei ricordi – per me vale una vita. L'uomo non è padrone della natura e il mare è una immensa riserva di meraviglie. ■

*È bellissimo, grigio
come i disegni della
mia enciclopedia,
maestoso come
lo immaginavo.
Cerco il suo occhio,
ma non lo trovo.
È piccolo, posizionato
un paio di metri
dietro al muso*





*La guerra dei record,
la competizione tra
Maiorca e Mayol, tra
l'aplomb professionale
e l'avventura, lo yoga
e lo zen, aspettando
Malraux*

*Nanà catching the octopus,
Ferdinando Scianna, 2003,
Rodalquilar, Parco Naturale
Cabo de Gata, Spagna*

STENIO SOLINAS

IN APNEA

I percorsi erano due. Il primo era composto da una fila di materassini da mare, collegati fra loro alla bell'e meglio sino a formare un unico, lungo serpentone di una ventina di metri all'incirca. Il secondo prevedeva sei o sette paia di gambe, posizionate a distanza e a compasso, a mo' di boa umana la cui superficie era rappresentata dalla testa dei suoi possessori, o nel caso dei più alti, anche dalle spalle.

Dopo un lungo periodo che ci ostinavamo a chiamare di iperventilazione, ma che in realtà era tutto un inspirare e un espirare in maniera più o meno disordinata, la gara aveva inizio, con tanto di giudici, nel caso del "serpentone" posizionati a metà e alla fine dello stesso, mentre nell'altro itinerario la "boa umana" assolveva di per sé anche quel compito. Ogni volta che un corpo si immergeva si restava tutti con il fiato sospeso a chiedersi a fianco di quale materassino sarebbe alla fine riemerso, o dietro quale paio di gambe.

Va detto che mentre nel primo caso l'ombra proiettata sul fondale garantiva una certa linearità al procedere sott'acqua, l'orientamento fra una "boa umana" e l'altra si rivelava più complicato del previsto e le teste spesso riemergevano lì dove non sarebbero mai dovute finire, troppo a destra o troppo a sinistra dell'obiettivo, troppo avanti o troppo indietro.

Quel giorno, per uno dei felici casi della vita, azzeccai tutte le gambe, sino alle ultime dietro le quali riemersi stremato, ma felice. Venni portato in trionfo e più tardi sulla spiaggia Francesca si fece generosamente portar via il fazzoletto del ruba-bandiera che ci vedeva avversari, come se con me nessuna gara fosse possibile. Avevo dodici anni.

Ho sempre pensato che ad andare sott'acqua s'impara da bambini. Come a nuotare, del resto. Non che dopo non sia possibile, ma è un'altra cosa. Da bambini si rischia di più, ma lo si fa senza saperlo, e quindi è un gioco, ovvero un'avventura. Io ho imparato a nuotare che avevo cinque o

Ad andare sott'acqua s'impara da bambini. Come a nuotare, del resto. Non che dopo non sia possibile, ma è un'altra cosa. Da bambini si rischia di più, lo si fa senza saperlo, e quindi è un gioco, ovvero un'avventura

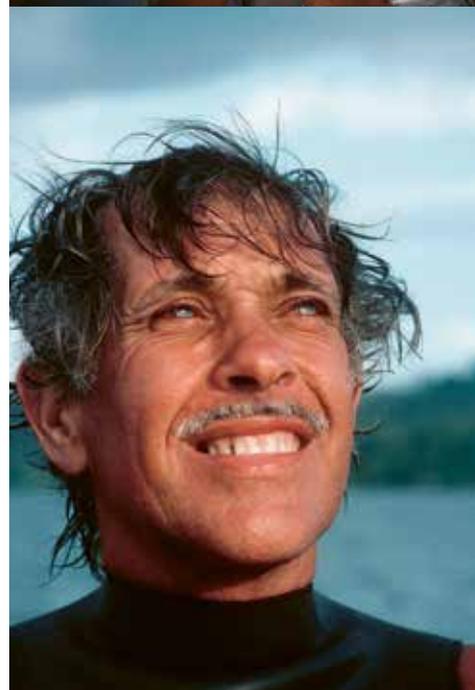
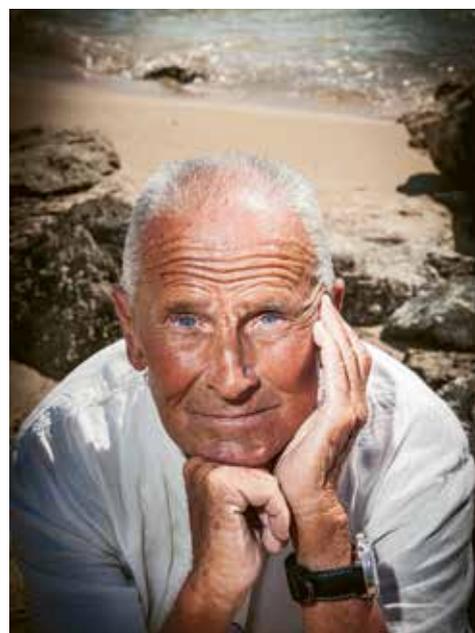
sei anni. Ero su un pattino con un mio cuginetto tredicenne che aveva la sindrome di Down, anche se allora non si chiamava così e mia madre per spiegarmene i lineamenti vagamente orientali e il linguaggio misterioso, mi aveva detto che aveva vissuto a lungo in Giappone. Per farla breve, mi lanciò in acqua, all'improvviso, e poi, per chissà quale impulso, si tuffò anche lui e prese ridendo a nuotarmi intorno. Nuotava meravigliosamente bene, e io lo imitai, semplicemente, felicemente.

Un paio d'anni dopo cominciai a vedere che mio fratello, che aveva quattro anni più di me, andava sott'acqua in cerca di vongole, telline e cannelli. Feci lo stesso. Portavamo entrambi una reticella infilata nel costume e dopo una giornata di pesca tornavamo con un centinaio di frutti di mare io, il doppio lui. Mi aveva insegnato a non prendere né quelle troppo piccole né quelle che io chiamavo le conchiglie tigrate, panciute e dalle striature rosso-marrone e bianche. Non erano buone, mi aveva spiegato, ma la tentazione era egualmente troppo forte.

Un altro divieto era l'uso del boccaglio, come facevano altri pescatori improvvisati della nostra età. «Non è sportivo – mi diceva con tono serio – immergersi solo a colpo sicuro dopo aver individuato il bersaglio perlustrando in superficie. Bisogna andare rasenti sul fondo sabbioso e cercare». La difficoltà maggiore era rappresentata dai cannelli, o cannicchi, di cui si intravedevano solo due minuscoli fori e che andavano pescati immergendo le dita in verticale, per impedire che sprofondassero nella sabbia se cercavi di tirarli su dall'alto. Erano velocissimi e spesso sul più bello ti mancava il fiato e dovevi risalire a mani vuote e velocemente per respirare.

Un altro ulteriore divieto erano le pinne. «I pescatori di perle di Tahiti non le usano», mi aveva detto *tranchant* mio fratello e avevo fatto finta di capire. Messì a spurgare, il giorno dopo mio padre, che era un ufficiale dei paracadutisti, tenente colonello, per la precisione, ci condìva gli spaghetti e come premio ci offriva al bar del molo un Dragone, che era un nome di sua invenzione per un gelato di limone con un gocciolo di spumante per noi, una robusta dose di vodka per lui. Molti anni dopo, in Francia, ho scoperto che quella specialità si chiamava Coupe Colonel, e mi sono sentito come in famiglia.

A Roma, vicino a piazza Barberini, c'era un negozio di articoli di mare che si chiamava Cressi, dal nome di una delle più importanti industrie del settore. La sua concorrente era la Mares che, chissà perché, mi ero fissato fosse roba da "turisti del mare" e non da subacquei come mi compiacevo di definirmi. Alla metà degli anni Sessanta, quando ero intorno ai quattordici, quindici anni, i miei risparmi di ragazzo finivano lì. Nonostante l'ammonimento di mio fratello, crescendo avevo deciso di comprarmi un paio di pinne, nere, naturalmente, non cele-



sti o blu come i sopracitati "turisti del mare" e di quelle non galleggianti, essendo il galleggiamento un altro fattore da me considerato con disprezzo. C'erano maschere bellissime, i primi tipi della Pinocchio, ma io mi ero fissato su un paio di occhialini, neri anch'essi, che nella mia testa mi riconciliavano con i "pescatori di perle di Tahiti" celebrati da mio fratello, e compensavano così l'aiuto artificiale delle pinne. D'altra parte, cominciavo ad andare in apnea a un po' di metri di profondità e la loro spinta si rivelava un aiuto considerevole, se non indispensabile. Mi ero abbonato a "Mondo sommerso", vedevo i documentari di Folco Quilici, mi ero appassionato alla storia raccontata in "Ti-Koyo e il suo pescecane".

Le passioni, si sa, sono irrazionali, e da ragazzi lo sono ancor di più. In quegli anni in cui goffamente cominciavo ad andare sott'acqua e

In alto: Enzo Maiorca, Giuseppe Gerbasi, 2012, Siracusa;

in basso: Jacques Mayol con indosso speciali lenti a contatto per bloccare la pressione dell'acqua durante l'immersione, Jean Gaumy, 1980

trattenere il respiro diveniva uno dei miei esercizi estivi preferiti con sfoggio teatrale di cronometri e tutto un disquisire sulla tecnica più adatta allo scopo, il mio idolo divenne Jacques Mayol. Incarnava tutto ciò che mi sarebbe piaciuto essere: era nato a Shangai, ma era francese di origine, aveva lavorato in un acquario e vissuto in più paesi, aveva un fisico normale e non da superdotato, portava i baffi, come mio padre e come non vedevo l'ora di sfoggiare anch'io, continuando a radermi nella speranza di stimolare una peluria che non si decideva a spuntare. Soprattutto, aveva cominciato a battere tutti i record di immersione in apnea. All'epoca in Italia avevamo Enzo Maiorca e ancor prima Raimondo Bucher, quello di "Sesto continente", due giganti, insomma, ma io ero esterofilo e poi, rispetto alla solidità taciturna e insulare del primo e a – come dire – la professionalità e l'aplomb del secondo, pilota, uomo di mare e fotografo provetto, Mayol aveva dalla sua l'avventura e il mistero dell'Oriente, le pratiche dello yoga e la disciplina zen sotto un'aria guascona e uno spirito mordace, una vena artistica, musica, poesia, pittura. Per un sedicenne come me, venuto su a Salgari e a Dumas, in attesa di approdare a Malraux e alla sua "condizione umana", non c'era alcun dubbio su quale parte scegliere.

È probabile che all'infuori degli addetti ai lavori, il nome di Mayol oggi dica poco o niente. È morto ormai vent'anni fa, settantenne, ed è morto suicida per asfissia, quasi un'ultima sfida a sé stesso e a quella sua capacità di saper trattenere all'infinito il respiro sott'acqua, un delfino più che un essere umano. I suoi ultimi anni non devono essere stati felici, avvelenati anche dal ricordo dell'assassinio della moglie in Florida, durante una rapina in un supermercato in cui anch'egli restò ferito. Su di lui esiste anche un bel film, "Le grand bleu", diretto da Luc Besson. Le sue ceneri sono state sparse davanti all'Isola d'Elba, dove aveva deciso di vivere, e un monumento sottomarino in suo ricordo lo trovate a Capoliveri.

Per il tipo di apnea che pratico io, modesta, da dilettante, non oltre i dieci, dodici metri di profondità, il mare di scogli è naturalmente lo scenario ideale: corrisponde al mio senso estetico e consente quel tanto che basta ad appagare le mie velleità di esploratore. Per quanto ci abbia provato, le bombole non mi hanno mai veramente interessato, pur se ne riconosco l'importanza e il fascino che portano con sé. Il motivo più evidente, il motivo primo, se si vuole, è che io diffido delle macchine, il che – considerata la rivista su cui mi state leggendo – si presta a qualche equivoco che è meglio dissipare subito. Diffido delle macchine perché diffido di me stesso nei loro confronti. Sono distratto, ho scarsa o nessuna manualità, sono superficiale. Ho smesso di fare paracadutismo quando

il passaggio dal cosiddetto lancio vincolato a quello a caduta libera, implicava una cura nella piegatura del paracadute che ricadeva principalmente sul diretto interessato e la cosa invece di responsabilizzarmi mi preoccupava oltre il dovuto. La tecnica è una cosa seria, e io non sono portato, per dirla nel modo più sintetico possibile.

C'è però un secondo motivo, più nascosto, ma più profondo. Lo si potrebbe definire panteistico, ha a che fare con il desiderio di annullare il più possibile ogni elemento estraneo fra te e quelli che sono gli elementi della natura. È consapevole anche di quel senso del limite che è una delle caratteristiche principali del mondo classico per come noi lo conosciamo, quello greco-latino, quello che indicava nella *hybris*, nella tracotanza, nell'oltrepassamento della linea un peccato di superbia, un peccato di cecità intellettuale.

Il tuo corpo che si immerge nella sua quasi totale nudità, senza alcun sussidio né orpello, con il minimo necessario ad acuirti la vista e a consentirti una maggiore rapidità, nell'arco di tempo che tu sei in grado di stabilire e/o mantenere, ti mette in contatto con il mattino del mondo come è sempre stato, ti riempie della meraviglia e della scoperta che è solo tua ora come allora, nell'immutabilità del tempo, nella sua eternità. Quel muoversi come un pesce fra i pesci, immerso nel silenzio del mare colora i tuoi movimenti di un senso di indipendenza e insieme di rispetto, un aggirarsi nelle profondità marine come nelle sale di un palazzo incantato che si apre per il tempo necessario a una visita che nasconde il suo restare comunque inabitabile, un limite, appunto, oltre il quale non è lecito andare, e in fondo non ha nemmeno senso. Nel ritorno alla superficie, quando la luce del sole torna a brillare intorno a te e il tuo respiro riprende il suo corso regolare, immerso in verticale in un abbraccio liquido, ti senti come il sovrano in incognito e in esilio del regno che resta sotto di te. ■

Aggirarsi nelle profondità marine come nelle sale di un palazzo incantato che si apre per il tempo necessario a una visita che nasconde il suo restare comunque inabitabile

Underwater, Federico Tosi, 2018. Foto di Andrea Rossetti
Courtesy Monica De Cardenas, Milano



*Conversazione con
Piero Gondolo della
Riva, collezionista
di memorabilia e
documenti di e su
Jules Verne, l'inventore
di una letteratura
geografico-scientifica
fondata sullo studio
delle innovazioni
tecniche*

ELISA ALBANESI

NEMO, IL NAUTILUS E ALTRE STORIE

«L ei va a vedere Jules Verne? Ma se Jules Verne non esiste! Non sa che i "Viaggi Straordinari" sono di una società di scrittori che hanno preso uno pseudonimo collettivo?» viene canzonato così Edmondo de Amicis da un suo conoscente quando lo informa della sua prossima visita all'autore francese per il "Corriere della Sera". È il 1896 e Giulio Verne – come lo chiamano in Italia – non ha nemmeno settant'anni (benché de Amicis creda ne abbia quasi ottanta), ma ha già subito la metamorfosi che conviene ai miti, ibridando la propria identità con quella del personaggio che costruirà la sua leggenda. Un decennio prima, un colpo d'arma da fuoco, sparato dall'instabile nipote Gaston, lo aveva lasciato claudicante. Ora è ad Amiens, insieme a sua moglie, lontano da Parigi e soprattutto da Nantes dov'è nato; e dal molo da cui, bambino, spiava le barche ammarate o in partenza, sognando d'aggrapparsi alle sartie o di correre dritto d'un fiato sulle tra-

vi usate per unire i bastimenti tra la banchina e il ponte, raggomitando così il filo di distanza col mare. Lavora in una camera angusta, quasi ignaro della fama universale che pure si era già sfarzosamente manifestata durante un viaggio a Venezia, dove all'arrivo lo accolse il suo nome scritto sulla facciata dell'albergo con dei lumicini. Lo striminzito letto da campo usato come austero giaciglio ricorda la brandina poggiata nella cabina del suo yacht, il Saint-Michel (uno di tre), descritto in una testimonianza riportata da Jules Claretie. Ma l'epoca dei viaggi lungo le coste della Francia è finita, la barca è stata venduta e alla palandrana blu scuro indossata al timone si sostituisce la veste del membro del consiglio comunale di Amiens. È un'immagine dello scrittore – quella descritta da de Amicis – che dà ragione a Roland Barthes, il quale definiva i viaggi di Verne come un'esplorazione della chiusura.

«In "Mythologies" (1957), in particolare nell'articolo "Nautilus et Bateau ivre", Barthes par-



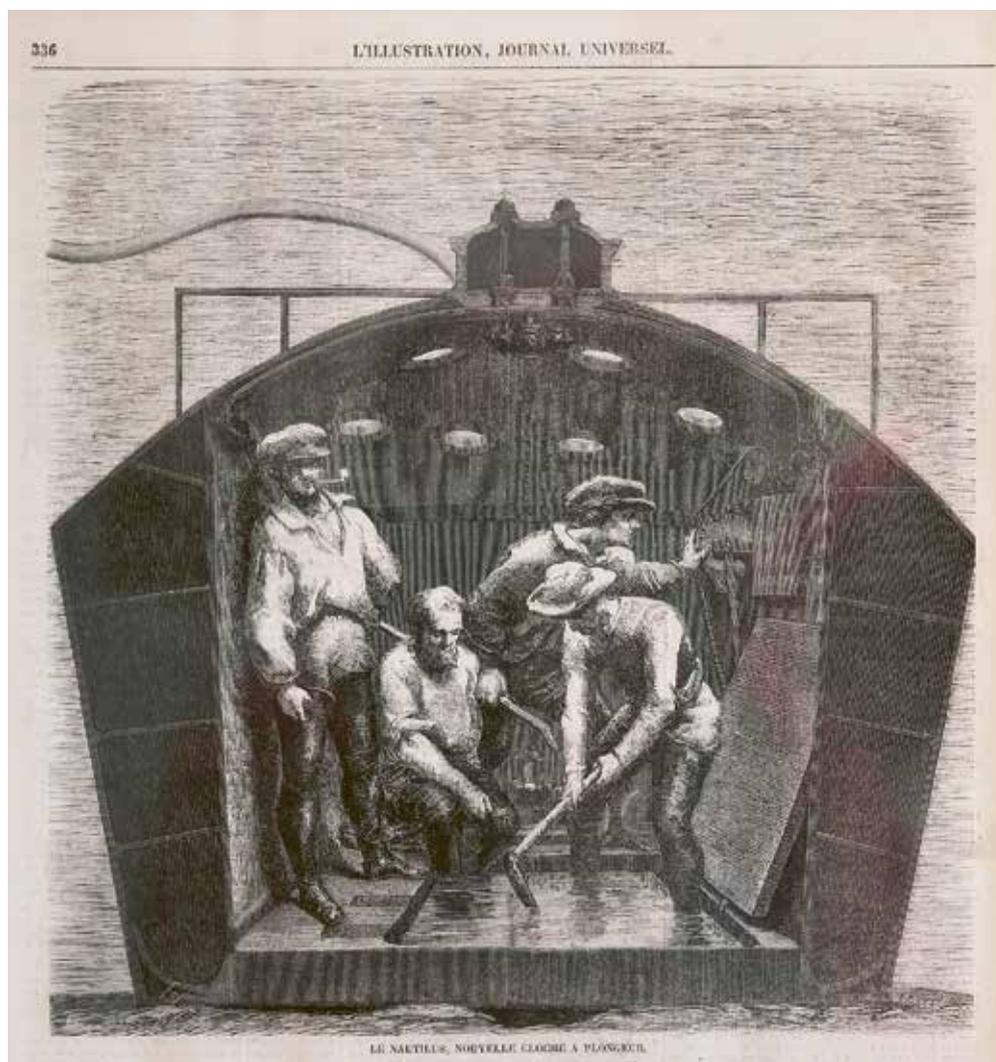
la dello spazio privilegiato. È la cosa più bella che sia stata scritta su Jules Verne, e cioè che egli adorava i luoghi ristretti. Il Nautilus, certo, ne è un esempio, ma anche l'idea dell'isola che ritorna spesso. Fu uno dei pochi, Barthes, a capire davvero Jules Verne». Sono parole di Piero Gondolo della Riva, il più grande collezionista di memorabilia e documenti verniani, curatore nel 1994, per l'editore Hachette, del romanzo ritrovato "Paris au XX^e siècle", organizzatore o collaboratore di oltre cinquanta mostre dedicate allo scrittore francese. Ci accoglie nella sua casa di Torino, in un salotto che riproduce quasi fedelmente quello dello studio dell'editore Pierre-Jules Hetzel, da lui riassembleto e restaurato, e dove, nel 1862, Verne conobbe l'uomo che pubblicherà i suoi libri. I mobili originali del salotto attualmente arredano una sala – Sala Hetzel appunto – della Maison de Jules Verne ad Amiens, in cui è conservata gran parte della collezione Gondolo della Riva, circa 30.000 documenti raccolti, che la Francia gli ha richiesto

e acquistato per esporli sui quattro piani della casa dove Verne visse tra il 1882 e il 1900 e che de Amicis visitò nel 1896.

Nelle stanze al primo piano della casa torinese del collezionista, la mostra di incredibili manoscritti, stampe, giochi da tavola e oggetti che richiamano gli scritti di Jules Verne, rende evidente uno dei più peculiari fenomeni legati allo scrittore, quello dei prodotti derivati, e che interessa principalmente quattro opere di Verne: "Ventimila leghe sotto i mari", "Dalla Terra alla Luna", "Intorno alla Luna" e "Il giro del mondo in ottanta giorni". Gli esempi più curiosi vanno dalla serie di figurine pubblicitarie di una cioccolata catalana dei primi del Novecento intitolata "Las maravillas del fondo del mar" che scimmietta il titolo verniano, di cui non possedevano i diritti per l'uso, a quelle ritagliate da scatole di cerini italiani dedicate, come recita la didascalia, a "Ventimila leghe sotto ai mari". Prima di arrivare alle stanze di nostro interesse, attraversiamo uno stretto corridoio

Opera realizzata per l'edizione di *Ventimila leghe sotto i mari* curata da Europa editrice, 1964, collezione Gondolo della Riva. Foto di Marco Morando

Ad Amiens c'è una casa museo dedicata a Verne che raccoglie migliaia di manoscritti, diari di viaggio, fotografie, oggetti personali e i mobili dello scrittore francese



in cui Piero della Riva ci racconta del viaggio americano di Jules Verne: «Nel 1867, unica volta nella sua vita, Jules Verne, con il fratello, va negli Stati Uniti, imbarcandosi sul più grande transatlantico dell'epoca, il Great Eastern. Prenderà degli appunti che poi trasformerà in un romanzo. Qui ci sono stampe che rappresentano com'era davvero il Great Eastern e come egli lo ha trasfigurato nel suo racconto». È un esempio che illumina la pratica di Verne, che non inventa mai nulla. «La sua fama di inventore ci impedisce di capire che in realtà egli non inventava. Perché era documentatissimo nello scrivere i romanzi ed è interessante sapere che cosa avesse letto e cosa no».

Cosa accadeva attorno a Jules Verne? A quali invenzioni si è ispirato per uno dei suoi romanzi più famosi, "Ventimila leghe sotto i mari"? Partiamo dal Nautilus, la più desiderabile delle caverne come la definì Roland Barthes. «La parola Nautilus, a parte il richiamo al mollusco, che ha la caratteristica di riemergere, deriva da un episodio: tra il 1800 e il 1801 – dice Piero della Riva – Napoleone Bonaparte aveva consultato un ingegnere americano di origine irlandese, Robert Fulton, il quale aveva progettato il primo sottomarino, chiamato pro-

prio Nautilus. Oltre a questo, all'Esposizione Universale di Parigi del 1858, che Verne aveva visitato, era stata chiamata Nautilus una specie di campana sottomarina in grado di ospitare almeno tre persone. Bisogna aggiungere poi un altro elemento che dimostra come la novità del romanzo di Jules Verne non stia nel fatto di aver usato un sottomarino ma di averne immaginato uno elettrico. A partire dall'ottobre del 1867, infatti, Aristide Roger pseudonimo del Dottor Jules Rengade aveva iniziato a pubblicare a puntate sulla rivista "Le Petit Journal" un romanzo con un'ambientazione sottomarina dal titolo "Aventures extraordinaires de Trinitus. Voyage sous les flots". Quello stesso anno, Verne aveva cominciato a scrivere "Ventimila leghe" ma era stato costretto a interrompere perché Hetzel gli aveva chiesto di completare la "Géographie illustrée de la France et de ses colonies", poiché l'autore, Théophile Lavallée, era morto. Accorgendosi però della somiglianza di tematiche con il romanzo di Aristide Roger, e temendo accuse di plagio, Verne decise di inviare una lettera alla rivista dichiarando che anch'egli aveva iniziato un romanzo che all'epoca si intitolava "Voyage sous les eaux" e che sarebbe stato pubblicato a puntate, come la maggior

► *Le Nautilus, nouvelle cloche à plongeur*, in *L'Illustration, Journal universel*, 20 novembre 1858, collezione Gondolo della Riva. Foto di Marco Morando

↔ Gioco da tavolo ispirato alla trasposizione cinematografica di *Ventimila leghe sotto i mari* prodotta dalla Walt Disney, 1955 circa, collezione Gondolo della Riva. Foto di Marco Morando

parte dei romanzi di Verne, sulla rivista "Magasin d'éducation et de récréation".

L'apparizione nella dimensione narrativa del sottomarino coincide con un incremento di studi relativi a macchine in grado di muoversi nello spazio subacqueo: nel febbraio del 1857, per esempio, esce su "Musée des Familles" l'articolo "Locomotives sous-marines" in cui si descrivono i progetti dell'inglese M. Steele, il quale aveva immaginato delle locomotive a vapore in grado di viaggiare su binari poggiati sul fondo del mare; al 1864 risale invece il testo pubblicato sulla rivista "La Science pour tous" di J. F. Conseil (guarda caso, nome di uno dei protagonisti di "Ventimila leghe"), intitolato "Bateau de sauvetage". Ma quelli di Verne e di Rengade sono solo i primi tentativi di integrare un argomento destinato ad alimentare l'immaginario, non solo francese, per decenni: a pochi anni più tardi risalgono due volumi di Paul d'Ivoi dedicati ai sottomarini, inclusi nel ciclo "Voyages excentriques"; "Sous les eaux" (1879) di Henri de la Blanchère; "La guerre sous l'eau" (1892) di Georges Le Faure; "Les sous-marins fantômes" di Georges Gustave-Toudouze. Infine, i romanzi dello scrittore italiano Luigi Motta, famoso imitatore di Verne, che scrisse tra gli altri "Il tunnel sottomarino" (1912), "Il sommergibile fiammeggiante" (1924) e "L'isola di ferro" (1947). Come erano venduti i libri di Jules Verne? «Erano diffusi in tre formati, broccia, la rilegatura editoriale di tela e oro – che adesso è la più rara ma originariamente era quella di livello medio – e poi la mezzapelle editoriale che era la più cara perché era anche la più resistente».

A tutta la produzione scientifica e letteraria contemporanea, va poi affiancato quanto stava accadendo oltreoceano durante la guerra di secessione americana, dove si sperimentarono in battaglia i primi sottomarini, in particolare l'Hunley, una micidiale bomba natante, responsabile dell'affondamento, nel 1864, dell'incrociatore nordista Houseatonic. Verne non era aggiornato solo sugli eventi e sugli studi contemporanei relativi ai sottomarini ma su tutto quanto ruotava intorno al mondo subacqueo. Nell'attraversare la foresta dell'Isola di Crespo, in "Ventimila leghe", Aronnax e i suoi compagni useranno l'apparecchio Rouquayrol-Denayrouze, lo scafandro autonomo per immersioni brevettato nel 1865 che, insieme ai richiami ai manuali ittologici nel riconoscimento delle diverse specie marine, o ai citati studi dell'oceanoografo Matthew Fontaine Maury, mostrano, ancora una volta, la solida armatura scientifica del romanzo.

Perfino sull'aspetto e sui nomi dei protagonisti Verne avrà cura di avere a mente modelli reali, non limitandosi quindi a puri giochi anagrammatici. Continua Piero della Riva: «C'è per esempio il problema dell'aspetto fisico del Capitano Nemo. Pierre-Jules Hetzel lo aveva imma-

ginato somigliante al colonnello Adolphe Chararas, un rivoluzionario dei moti del 1848 spedito in esilio a seguito dell'incoronazione imperiale di Napoleone III. Lo stesso Hetzel era stato un antimonarchico e un rivoluzionario costretto all'esilio in Belgio da dove poté rientrare solo nel 1859. Per capire tale questione dobbiamo far riferimento allo scambio epistolare tra i due. Esistevano infatti circa ottocento lettere di Jules Verne all'editore conservate alla Biblioteca Nazionale di Parigi che gli eredi dell'editore, prima di conoscermi, avevano donato alla biblioteca. Non esistevano tuttavia le lettere di risposta perché o Jules Verne le aveva distrutte o i suoi eredi nei mille traslochi le avevano perdute. Se non fosse che per un periodo ho abitato a casa degli eredi dell'editore, a cui sono legatissimo, e in casa loro, nella biblioteca, ho ritrovato quello che si chiamava il copialettere, un antenato della fotocopiatrice che lasciava su carta velina una copia di ciò che la casa editrice spediva. Sono le "brutte" per così dire. Ora sono conservate nella biblioteca di Amiens; sono più di trecento lettere di risposta a Hetzel, successivamente pubblicate all'interno dei cinque volumi curati da me e da altri studiosi in cui abbiamo raccolto la corrispondenza finora conosciuta tra l'editore e lo scrittore. In una di queste lettere abbiamo la prova che Jules Verne fosse d'accordo con Hetzel sull'aspetto da dare a Nemo, ma non sulla sua identità. Bisogna ricordare che i romanzi sul Nautilus sono due: "Ventimila leghe sotto i mari" e "L'isola misteriosa";

in quest'ultimo si scopre che Nemo era un principe indiano. Originariamente, però, Verne lo aveva immaginato polacco. A questo si oppose Hetzel che era sì un importante editore ma soprattutto un commerciante. Il suo rifiuto derivava dal fatto che la Polonia all'epoca era russa e in Russia Verne era molto letto, non voleva quindi perdere delle vendite. Si decise dunque di renderlo un principe indiano, mettendo così a rischio il rapporto con i clienti inglesi essendo all'epoca l'India una colonia».

Proprio al personaggio di Nemo, Verne affida la definizione dello spazio sottomarino. Tutta la parte iniziale dei presunti avvistamenti del Nautilus – descritto come faremmo oggi con un disco volante – sembra esorcizzare il clima di terrore generato dall'applicazione militare di queste nuove tecnologie. Ma soprattutto si contrappone simbolicamente, in un gioco di pieno e di vuoto, con lo spazio protagonista della narrazione: il subacqueo. Il Capitano Nemo, appunto, si rifugia nello spazio sottomarino perché senza regole e senza domini: «Qui regna pace infinita: il mare non è dei despoti. Alla superficie essi possono abusare ancora di diritti iniqui, combattersi, sbranarsi, portarvi gli orrori terrestri. Ma a pochi metri sott'acqua il loro potere cessa, la loro influenza non conta più, la loro forza si annulla». Lasciamo Piero Gondolo della Riva tra tutte le sue meraviglie, con una sola domanda: come ha fatto a lasciar andare la sua collezione? «Non l'ho lasciata andare, ne ho fatto un museo, il che è una cosa diversa». ■





L'autore dell'autobiografico "Impero del sole", vent'anni prima aveva scritto una tetralogia catastrofista, con un formidabile libro nel filone molto anglosassone della cosiddetta letteratura sottomarina, "The Drowned World"

An-titled 15, Davide D'Elia, 2013, in Antivegetativa, Ex Elettrofonica, Roma. Foto di M3S Studio Roma

LUIGI BENEUCI

RILEGGERE BALLARD

La letteratura sottomarina o *underwater literature* è un filone consolidato nella produzione in lingua anglosassone. Ne abbiamo a disposizione un interessante repertorio, relativo alla cultura statunitense, nel volume "American Sea Literature. Seascapes, Beach Narratives, and Underwater Explorations" del professor Shin Yamashiro, docente all'Università di Okinawa; nella sezione relativa alla letteratura *beneath the sea*, viene catalogata l'esperienza moderna e contemporanea americana del mondo sommerso, in un percorso che parte da "The Maldive Shark" (1888) di Herman Melville e giunge a Peter Benchley con "The Deep" (1976), passando attraverso diari di bordo, testi geografici, cronache sportive, resoconti di immersioni. Si tratta di opere diverse, per concezione ed esiti, ma accomunati dal macrotema della *submarine imagination*. A causa della rigida selezione attuata su base geografica, il saggio è costretto a trascurare, però, uno dei più interessanti risultati europei del genere sottomarino in lingua inglese. Si tratta del romanzo del britannico James Graham Ballard, dal titolo originale "The Drowned World" (1962), tradotto in italiano prima come "Deserto d'acqua" ed ora, più letteralmente, come "Il mondo sommerso".

Ballard, nato a Shangai nel 1930 e scomparso a Londra nel 2009, è un maestro nella deformazione letteraria della realtà, uno scrittore che riesce a distorcere l'apparente normalità della vita sociale fino ai suoi esiti più perturbanti, come accade ne "Il condominio" (1975), dove le tensioni civilmente represses precipitano nel più barbarico caos o, all'inverso, sa come sublimare l'orrore, in un mondo di immaginazione infantile, per perpetuare un'esile scintilla di umanità anche nell'atrocità della guerra, come avviene nel *best seller* di impianto autobiografico "L'impero del sole" (1984), da cui è stato tratto il film di Steven Spielberg del 1987.

La sua potenzialità visionaria, legata a un'immaginazione fantascologica (non a caso le sue prime traduzioni italiane escono nella collana

Lo scrittore britannico mette in moto un plot distruttivo: il mondo è sconvolto da un'inspiegabile attività solare e lungo l'equatore la temperatura degli oceani raggiunge quasi l'ebollizione. Il mondo è sommerso, e l'uomo immerso nel trapassato biologico

Urania di Mondadori), si manifesta fin dagli anni Sessanta, con la tetralogia delle catastrofi: "Vento dal nulla" (1962), "Terra bruciata" (1964), "Foresta di cristallo" (1966) e, appunto, "Il mondo sommerso", in cui la *new wave* britannica assume una profonda pregnanza simbolico-allegorica. L'ultimo testo, in particolare, riveste una significativa importanza come precoce esempio di *climate fiction* (*cli-fi*), oggetto di specifico interesse dell'ecocritica letteraria,² che analizza i testi incentrati sul rapporto tra uomo e ambiente (*environmental literature*) per sostenere l'educazione alle problematiche ecologiche di più stringente attualità.

"Il mondo sommerso" di Ballard si mette in moto grazie a un catastrofico avviamento del *plot*: il mondo è sconvolto da un'inspiegabile e accresciuta attività solare e – siamo ben prima che venisse elaborata la attuale nozione di riscaldamento globale – lungo l'equatore la temperatura degli oceani raggiunge quasi l'ebollizione. Sotto un sole che si deforma e pulsa, le zone temperate si sono trasformate in fasce tropicali e i residui membri di un'umanità migrante si sono dovuti trasferire verso le ultime zone vivibili, i circoli polari. Dai poli partono spedizioni per studiare la nuova morfologia di un mondo in preda a convulsioni geologiche e climatiche. Il calore ha sciolto le calotte polari, il *permafrost* e i ghiacciai, producendo movimenti di sedimenti e tempeste sempre più violente. Il livello dei mari si è innalzato, inabissando il mondo conosciuto e trasformando le grandi metropoli in un sistema di canali e lagune da cui si elevano solo i più alti edifici, ricoperti da uno strato di piante e invasi da animali. Sui giganteschi catini d'acqua, resi incandescenti dal sole in espansione, sotto cui giacciono le costruzioni sommerse, si specchia una giungla impenetrabile e una flora mutante, animata da rettili e insetti di enormi proporzioni, un brulicare che segna il ritorno a un'epoca preistorica.

In quella che una volta era Londra appaiono i protagonisti del racconto: Ballard fa sprofondare il lettore nel suo universo distopico insieme al dottor Kerans, al suo assistente dottor Bodkin e alla bella e giovane ereditiera Beatrice Dahl. Tutti e tre soggiacciono al fascino di quel paesaggio senza tempo, che li attrae con una sottile malia, attirandoli verso l'annullamento. Quello che, infatti, può sembrare un romanzo di avventura, è in effetti uno scavo psicologico, una discesa verso l'*inner space*, lo spazio interiore, la matrice psichica dei personaggi che si attiva reagendo al contatto con il paesaggio apocalittico, in un'immersione fetale e fatale.

Se, infatti il mondo si involge verso le sue origini primitive e le piante e gli animali regrediscono in un'età primordiale, cosa accade all'uomo? Bodkin è il primo ad accorgersi che nell'inconscio dei suoi compagni si è riattivata tutta la memoria ancestrale della filogenesi: nei

momenti di ottundimento della coscienza, nel sogno, nell'immobilità della calura, i ricordi organici degli antenati, mammiferi, rettili, anfibi, fino alle prime cellule, tornano dagli strati profondi del sistema nervoso e a loro volta costringono l'individuo a reimmergersi nell'elemento acquatico da cui è nata la vita. Allucinazioni indistinguibili dalla realtà costringono a sprofondare e a disciogliersi, con sollievo e orrore, nelle stesse calde acque da cui è partita l'evoluzione e di cui l'uomo conserva memoria, inscritta nel citoplasma di ogni sua cellula. È presente in questo libro una straordinaria rappresentazione simbolica: si riflette sull'appartenenza dell'essere umano più a un immemore flusso esistenziale che alle convenzioni di una società governata dalla ragione e dalla logica, dalle abitudini meccanicamente acquisite, dall'alienazione e dalla reificazione.

L'episodio di più alto valore metaforico si trova nel capitolo centrale, in cui si racconta la discesa nelle profondità della laguna da parte di Kerans, equipaggiato con uno scafandro e connesso a pompe di superficie attraverso cavi respiratori. Nella storia, infatti, fanno la loro comparsa una ciurma di razziatori di tesori, un'umanità tribale, selvaggia e violenta, irragionevole e superstiziosa, che sopravvive in quell'inferno sottraendo risorse alle rovine grazie ad attrezzature da immersione. Il loro capo, l'inquietante Strangman, consente al biologo di discendere nelle acque della città sommersa, per raggiungere il planetario di Londra, in cerca della cassaforte. Kerans è però intenzionato a realizzare ben altro viaggio, quello allucinatorio verso l'Inconscio, come un astronauta diretto nella dimensione onirica dello «spazio... *neurónico*».³ La forma a volta del planetario e la circolarità della sala centrale, osservata tra il ritmico pompare dell'aria e del sangue, in un'acqua calda e viscosa, trasfigura quel *sancta sanctorum* delle profondità in un'«immagine uterina».⁴ In quello stesso momento, la sovrapposizione tra memoria fossile e percezione trasforma il soffitto in un cielo mai visto da alcun essere umano: «...le fenditure della Cupola scintillavano simili a distanti punti di luce, come i profili galattici di qualche lontano universo», come se «in una vasta, convulsa recessione degli equinozi, un miliardo di giorni siderali si erano ripartoriti, riallineando le nebulose e le galassie nella loro prospettiva originale».⁵

L'immersione si trasforma in un *regressus ad uterum* dell'uomo e della specie; la tecnologia e l'attrezzatura subacquea consentono di riabbracciare gli archetipi collettivi junghiani – il liquido amniotico della vita – ma anche l'inconscio freudiano, con il suo distruttivo, e liberatorio, desiderio di morte – "La pozza di Thanatos" è il titolo del capitolo. L'abbandono alla «discesa involutiva», insomma, non può che concludersi nello «zero archeopsichico».⁶ Kerens, infatti, o per errore o

Il paese sommerso,
Silvia Camporesi, 2020

perché spinto da un desiderio che ormai l'ha inconsapevolmente soggiogato, fa strozzare il cordone ombelicale della tuta intorno a un ostacolo e, in apnea, inizia a scivolare in un sonno senza sogni: «poteva vedere le antiche galassie e nebulose scintillare nella notte uterina, ma alla fine anche la loro luce venne offuscata».⁷

La storia di Kerens e degli altri personaggi prosegue, ma la forza archetipica dell'immaginario sottomarino, la potenza disvelante e deformante della discesa negli abissi acquatici raggiunge qui il suo culmine. E diventa un monito. Ballard inscena la forza degli istinti autodistruttivi: in una spietata trama, mostra cosa accade all'umanità quando perde il controllo del supposto dominio sulle forze della natura. Allorché l'uomo è costretto a misurare la vacuità di

un antropocentrismo ideologico e cieco, quando non è più capace di offrire un senso umano alla prospettiva della vita sulla terra, l'unico esito possibile è lasciarsi riconquistare da antichi e terribili orrori, che lo inducono a un mistico *cupio dissolvi*. Non vi sono, quindi, messaggi consolanti: il romanzo si sviluppa ed evolve lungo un percorso di straniamento montante, fino alla sospesa conclusione. La marcia insensata di Kerens verso sud, bruciato e devastato dal sole, senza speranza di salvezza, incontro a morte certa, per riunirsi alle sue origini archeozoiche, abbandonando le false speranze di una civiltà in agonia ma incapace di comprendere e correggere i propri errori, è in fondo l'estremo atto d'accusa verso un'umanità ancora più disennata di lui. ■

¹ S. Yamashiro, *American Sea Literature. Seascapes, Beach Narratives, and Underwater Explorations*, Palgrave Pivot, New York 2014.

² Sull'*ecocriticism* come filone di studi si leggano almeno N. Scaffai, *Letteratura e ecologia. Forme e temi di una relazione narrativa*, Carocci, Roma 2017; S. Iovino, *Ecologia letteraria. Una strategia di sopravvivenza*, Edizioni Ambiente, Milano 2006; C. Salabè (a cura di), *Ecocritica. La letteratura e la crisi del pianeta*, Donzelli, Roma 2013; e il saggio militante di C. Benedetti, *La letteratura ci salverà dall'estinzione*, Einaudi, Torino 2021.

³ J. G. Ballard, *Il mondo sommerso*, Feltrinelli, Milano 2005, p. 119.

⁴ *Ivi*, p. 125.

⁵ *Ivi*, pp. 125-26.

⁶ *Ivi*, p. 129.

⁷ *Ivi*, p. 126.



La soprintendente nazionale per il patrimonio culturale subacqueo descrive le dimensioni dei giacimenti archeologici sommersi e spiega l'importanza che rivestono per la cultura mondiale

Fontana della Villa con ingresso a protiro, Parco sommerso di Baia, Napoli. La villa si estende su una superficie di oltre 5000 m² a 5-6 m di profondità e presenta arredi architettonici sontuosi, tra i quali spiccano importanti tessellati musivi e *sectilia pavimenta*
© Soprintendenza Nazionale per il patrimonio culturale subacqueo. Rilievo realizzato da Naumacos Journal of Science

BARBARA DAVIDDE

TRE MILIONI DI RELITTI

L'archeologia subacquea è la disciplina che studia le testimonianze della storia dell'umanità che nei millenni sono state disperse nelle sterminate distese del territorio sommerso del nostro pianeta. Negli oceani, nei mari, nelle lagune, nei laghi e nei fiumi giacciono i resti di imbarcazioni con o senza il loro carico, o manufatti isolati, o i resti di insediamenti, porti, infrastrutture costiere, ville marittime. Perché si trovano sott'acqua? Molti sono i motivi. Il cambiamento climatico, l'innalzamento del livello del mare, fenomeni geologici come il bradisismo e la subsidenza hanno causato e causano il lento inabissamento degli antichi insediamenti costieri. Avvenimenti drammatici, quali naufragi originati da tempeste o eventi bellici sono spesso la ragione dell'affondamento di imbarcazioni da trasporto o di navi militari. Questi siti subacquei rappresentano un patrimonio culturale di inestimabile valore che l'archeologo subacqueo studia con metodi scientifici e in team multidisciplinari.

È possibile così ricostruire gli antichi paesaggi costieri e le opere realizzate dall'uomo che fin dalle età più antiche ha plasmato per vari usi il territorio in cui abitava. I resti di un naufragio, invece, conservano, protetti dal sedimento e dall'ambiente acquatico, le testimonianze di quel preciso istante della storia dell'uomo, congelato per sempre: una fonte unica di informazioni e dati. Attraverso l'analisi dei naufragi e delle rotte marittime conosciamo sia lo sviluppo degli scambi commerciali o l'evoluzione delle tecniche di costruzione navale, sia la circolazione delle idee, della cultura e delle tradizioni

dei popoli. Attraverso le vie d'acqua viaggiavano non solo le merci ma anche le varie credenze religiose, le diverse espressioni artistiche, le conoscenze e le competenze tecnologiche quali, per esempio per citarne alcune, le tecniche della coltivazione o la lavorazione dei metalli.

«Quanti sono i relitti antichi ritrovati in mare?». Non è una domanda a cui si può rispondere facilmente. Si stima che i mari, gli oceani del nostro pianeta conservino i resti di almeno tre milioni di relitti antichi. Solo del 10% di questi conosciamo la posizione precisa (UNESCO). Si tratta di un grande patrimonio ancora da scoprire, da tutelare e da valorizzare, anche *in situ* ove possibile, così come indicato dalla Convenzione UNESCO 2001 per la protezione del patrimonio culturale subacqueo che l'Italia ha ratificato nel 2009.

Alla Soprintendenza Nazionale per il patrimonio culturale subacqueo è demandata la cura del patrimonio culturale subacqueo nazionale perché possa essere tramandato nella sua integrità alle generazioni future. Per fare questo sperimenta le nuove tecnologie come l'*internet of underwater things* per monitorare e aprire al pubblico dei subacquei e dei non subacquei gli itinerari e i parchi archeologici sommersi. La nuova frontiera dell'archeologia subacquea è rappresentata dall'esplorazione degli alti fondali dove i relitti antichi giacciono ancora ben conservati. Anche in questo settore la Soprintendenza Nazionale sta avviando programmi di ricerca. In autunno avrà inizio, grazie a un finanziamento del ministero della Cultura, il recupero del carico del relitto alto arcaico rinvenuto a 780 m di profondità nel Canale d'Otranto. ■



Le indagini stratigrafiche realizzate nell'ambito del progetto Amphitrite, a giugno 2022, hanno portato alla scoperta nell'atrium di una delle sfarzose ville marittime dell'antica Baia, località ora sommersa per bradisismo, una monumentale fontana rettangolare. Giochi e zampilli d'acqua erano garantiti da un sistema idrico complesso, ancora in situ, realizzato con l'impiego di tubature plumbee con innesti e raccordi molto ingegnosi. Le indagini a Baia sommersa continueranno anche nel 2023 con il completamento dello scavo e del restauro dell'apodytherium con scene agonistiche delle Terme dei Lottatori

Storia di un ritrovamento, al largo di Melendugno. Un preziosissimo carico di vasellame corinzio del VII secolo a.C. trasportato da una nave naufragata nel Canale d'Otranto

Monitor della sala gestione ROV a bordo della nave
© Soprintendenza Nazionale per il patrimonio culturale subacqueo

GIORGIA LEPORE

DA CORINTO

«Ma se della navigazione pericolosa il desiderio ti prende, sappi che quando le Pleiadi, d'Orione la forza terribile fuggendo, si gettano nel mare nebbioso, allora infuriano i soffi di ogni specie di venti. E non è più il tempo d'avere la nave sul fosco mare, ma, ricorda, lavora la terra, così ti consiglio; tira in secco la nave e di pietre rinalzala intorno, che regga l'umida forza dei venti che soffiano, e toglì il cavicchio dal fondo perché la pioggia di Zeus non la faccia marcire».

Esiodo, *Le opere e i giorni*, vv. 618-26

All'alba, quando il cielo è limpido e spirano i venti dai quadranti settentrionali, c'è un punto della costa adriatica, a Otranto e poco più a nord, in cui improvvisamente compaiono al di là del mare montagne altissime, tanto vicine da sembrare un'apparizione irreali. Sono i monti Cerauni dell'Albania, e in quel punto, nel canale che da Otranto prende il nome, le due sponde dell'Adriatico distano appena 70 km. Questo canale, proprio per la distanza facilmente attraversabile anche con piccole imbarcazioni, è stato da sempre una via di collegamento tra l'oriente e l'occidente del Mediterraneo. Già in tempi lontanissimi era il punto in cui più facilmente i greci passavano l'Adriatico, risalendolo lungo le Isole Ionie, l'Epiro, la Macedonia, l'Albania, con una navigazione di cabotaggio che permetteva di rifornirsi di acqua e non spingersi troppo in mare aperto. E poi da là, da uno degli ultimi tratti della costa albanese, finalmente si avventuravano verso l'Italia: risalivano le coste adriatiche, oppure scendevano a sud, girando il capo di Leuca e puntando sul Mar Ionio. Un'avventura ripercorsa chissà quante volte, già dal tempo dei micenei, e poi sempre con maggiore disinvoltura, per colonizzare nell'VIII secolo a.C. tutta la parte peninsulare del sud Italia.

Eppure, per quanto facile, non era rotta priva di insidie, ed era proprio quel tratto, quel pezzo di mare aperto nel Canale d'Otranto, uno dei più pericolosi, come ancora fanno coloro che lo hanno sperimentato nelle violente tempeste di maestrale, o che semplicemente guardano dalla riva le onde che si infrangono sulle scogliere. Molte navi non arrivavano mai a terra, e di quel destino i greci erano ben consapevoli, tanto che il primo poeta arcaico, Esiodo, tra la fine dell'VIII e gli inizi del VII secolo a.C. dedicava una parte de "Le opere e i giorni" ai pericoli della navigazione. Negli stessi anni in cui scriveva Esiodo, una nave proveniente da Corinto si inabissò nel Canale d'Otranto, seguendo il destino di innumerevoli compagne prima e dopo di lei. Per noi quella nave è preziosissima. Nel 2018, durante i lavori di bonifica che precede sempre i grandi lavori pubblici – relativi al percorso del TAP (Trans Adriatic Pipeline, il gasdotto che trasporta il gas dall'Azerbaigian fino al basso Adriatico), nel tratto del Canale d'Otranto corrispondente al Comune di Melendugno furono individuati sul fondale dei materiali archeologici. Le indagini successive, sviluppatesi nel 2019, hanno messo in evidenza circa 200 esemplari ceramici di varie forme, una quantità tale da permettere la localizzazio-



ne di un relitto, anche se dello scafo finora non è stata trovata alcuna traccia.

Non è la prima volta che accade sulle coste pugliesi, ma in questo caso si tratta di un ritrovamento di eccezionale portata, sia per la profondità inusuale – 780 m – sia per le caratteristiche dei materiali. L'analisi della ceramica rinvenuta ha permesso di datare il relitto ai primi decenni del VII secolo a.C.: si tratta quindi di uno dei più antichi individuati in tutto il Mediterraneo, dove infatti tra VIII e VII secolo a.C. se ne contano soltanto altri sette. La profondità notevole, a 22 miglia dalla costa, di fronte a quelle meraviglie del mare che sono Torre dell'Orso e Roca, ha reso il recupero dei resti particolarmente complesso e delicato, ma allo stesso tempo ha permesso una migliore conservazione dei reperti, ritrovati in buona parte intatti, sebbene sparsi in un'area senz'altro più vasta del punto di naufragio originario, anche a causa delle attività di pesca a strascico che sono state rilevate. Grazie all'uso del ROV (Remotely Operated Vehicle), un robot che permette di indagare gli abissi comandato da imbarcazioni in superficie, operando così in totale sicurezza, è stato possibile recuperare una parte del carico: tre anfore corinzie, dieci *skyphoi* (coppe a due manici) e cinque *hydriai* (contenitori per l'acqua), tre *oinochoai* trilobate (brocche per contenere vino) e una brocca, tutti di produzione corinzia, e un *pitthos*, vale a dire un contenitore di grandi dimensioni, con all'interno 25 *skyphoi* integri impilati, e frammenti di altre coppe.

Questa operazione di recupero – eccezionale per profondità, per datazione dei reperti, per quantità di materiali e dati raccolti – per una fortunata coincidenza è avvenuta qualche mese

prima che a Taranto si insediassero la nuova Soprintendenza Nazionale per il patrimonio culturale subacqueo, nata nel 2020 per coordinare le attività nazionali di ricerca e tutela nel campo dell'archeologia subacquea sotto la direzione di Barbara Davide. Nei depositi della Soprintendenza abbiamo incontrato Angelo Raguso, l'archeologo che nel 2019 ha coordinato il recupero dei materiali dal fondale, che ci ha raccontato i dettagli dell'operazione. Dieci giorni di lavoro ininterrotto, in cui il ROV, dotato di 15 telecamere e 20 fari, ha scandagliato il fondale con la nave immobile in superficie, nel silenzio più totale. Il ROV è comunemente impiegato per sondaggi e lavori subacquei in acque profonde, ed è stato qui utilizzato per la prima volta in un recupero archeologico, guidato dalla superficie da tecnici scozzesi. Non ci sono precedenti di recuperi su fondali così alti, sia per la difficoltà di individuazione, sia per i costi di recupero. Attraverso il ROV è stata calata una sorbona: un grande aspiratore in grado di rimuovere la sabbia, e di indirizzare un potente getto d'acqua per spazzare via residui e sedimenti. La sorbona in questo caso ha aspirato anche i reperti, come una enorme ventosa, per poi inserirli – grazie sempre al ROV – in appositi cestelli. Un lavoro di una lentezza esasperante. Per calare i cestelli a quella profondità sono necessarie circa tre ore, e lo stesso tempo è quello di risalita, ogni volta che un reperto viene caricato nel cestello. Le tre ore della discesa erano il tempo del riposo dell'equipaggio sulla nave. La fase del recupero era di grande tensione, in cui ogni movimento doveva essere calcolato al centimetro, seguita poi da un lungo "parto" – così lo definisce Raguso – in cui il pezzo risaleva in superficie, per essere finalmen-



↑ Uno degli *skyphoi* che erano parte del carico
© Soprintendenza Nazionale per il patrimonio culturale subacqueo

↓ Immagini delle operazioni di recupero dei reperti e dei successivi restauri (da sinistra verso destra): *skyphos*; fasi di recupero dell'*hydria* con il ROV; *skyphos* in corso di restauro
© Soprintendenza Nazionale per il patrimonio culturale subacqueo



te svelato agli occhi impazienti di chi attendeva sulla nave. Il momento più delicato non è il recupero dal fondale, ma quello dell'emersione: lo shock termico è molto forte, e il passaggio da un ambiente a cui i reperti si sono abituati per 2700 anni, coperti di depositi salini e incrostazioni, costituisce un rischio elevato di danneggiamento. In questo modo è stato possibile recuperare in tutto 50 manufatti, su un totale di 207 pezzi componenti l'intero deposito, tra cui un *pithos* contenente a sua volta 22 coppe impilate, fresche di fabbrica. Barbara Davidde ha avviato lo studio del ritrovamento e dei materiali archeologici e grazie alla donazione di TAP è stato possibile restaurare i reperti e progettare una mostra che sarà inaugurata prossimamente.

Nei depositi tarantini, questi oggetti hanno continuato la loro nuova vita, puliti dalle incrostazioni, restaurati e studiati. I vasi presentano caratteristiche note agli archeologi, e sono ascrivibili a produzioni corinzie del VII secolo a.C., già identificate sul territorio pugliese, per esempio in scavi su terraferma nell'area di Brindisi, Roca, Otranto ecc. La nave proveniva quindi da Corinto: città che più di tutte in quel periodo esportava oggetti, soprattutto ceramiche, verso le colonie italiche, e che si stava imponendo anche in madrepatria come produttrice privilegiata di vasellame di altissima qualità. Oltre allo studio di forme e decorazioni, in fase di restauro si sono aggiunte nuove preziose informazioni. I vasi, indisturbati per secoli, hanno mantenuto al loro interno tracce di contenuto: olive in salamoia e pece di cui erano rivestiti i grandi vasi che contenevano il vino per il trasporto. Erano questi i principali beni oggetto di commercio marittimo nell'antichità: vino e olio;

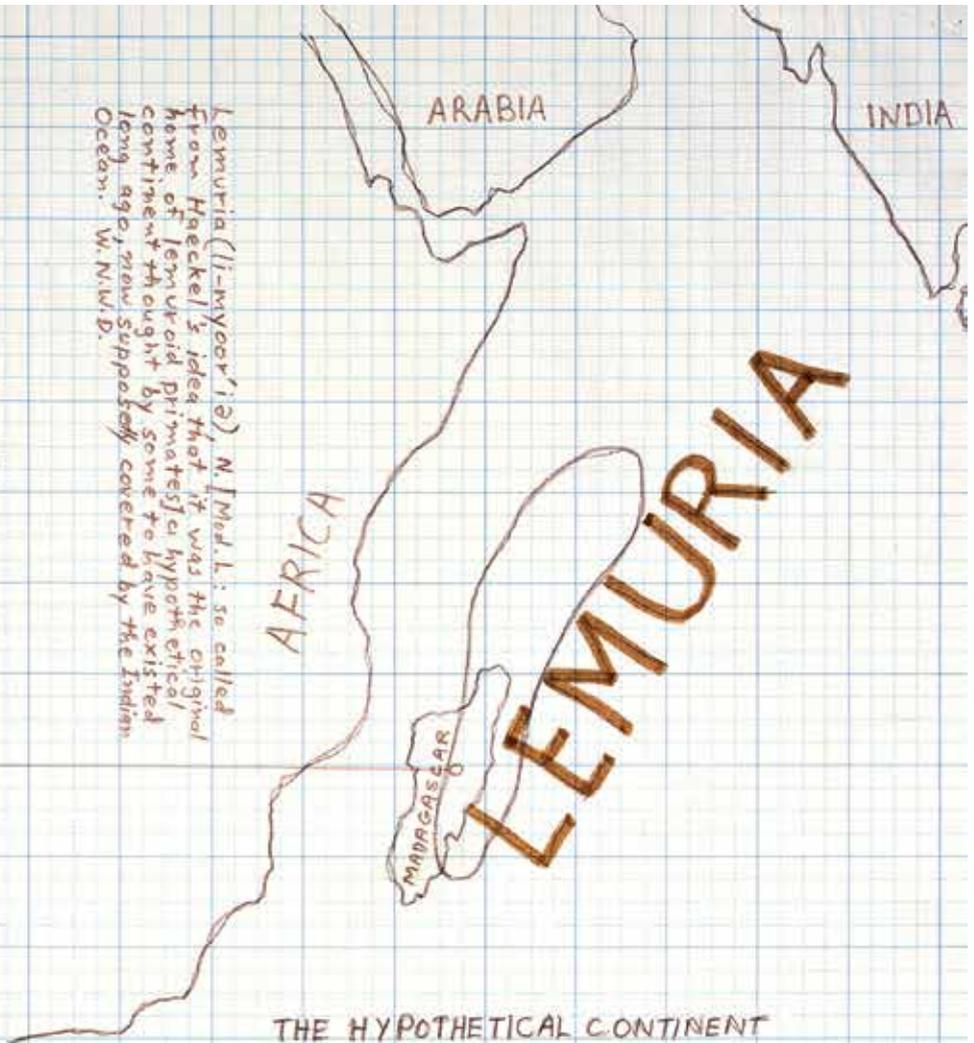
ma, come in questo caso è stato possibile dimostrare, anche olive conservate in salamoia, e soprattutto lo stesso vasellame – le 22 coppe contenute nel *pithos* – che godeva di grande fama ed era molto ricercato in Italia, dove a quel tempo non vi erano ancora le competenze tecniche per produzioni altrettanto raffinate.

Il carico del relitto alto arcaico del Canale d'Otranto è la conferma del traffico intenso di oggetti e beni di consumo tra Corinto e l'Italia, di cui ci sono pregevoli testimonianze proprio al MARTA, il magnifico Museo Archeologico Nazionale di Taranto. Nella maggior parte dei casi, però, questi oggetti sono relativi a un periodo più tardo, al VI e al V secolo a.C., quando la produzione corinzia raggiunge livelli di grande perfezione; mentre del periodo alto arcaico si avevano finora resti per lo più frammentari. Adesso sappiamo che il traffico era già strutturato fin dall'inizio del VII secolo: questa era una delle tante navi che, salpate dal porto di Corinto, risalivano l'Adriatico lungo la costa orientale, e prendevano il largo probabilmente all'altezza di Valona, per poi attraversare il canale e giungere dall'altra parte, dove un approdo possibile, in tempi così antichi, doveva essere il sito archeologico di Roca Vecchia, centro abitato già florido fin dall'età del bronzo, e ancora molto attivo in età arcaica. Di questa nave, per ora, non abbiamo che il suo contenuto: ma nel 2023 riprenderanno gli scavi, grazie a finanziamenti stanziati dal ministero della Cultura per la Soprintendenza Nazionale, e si spera che oltre ai materiali già individuati sul fondale ma ancora da recuperare, il relitto possa serbare altre sorprese, compreso lo scafo, di cui ancora non vi è traccia. ■

La profondità notevole, a 22 miglia dalla costa, ha reso il recupero dei resti particolarmente complesso e delicato, ma allo stesso tempo ha permesso una migliore conservazione dei reperti



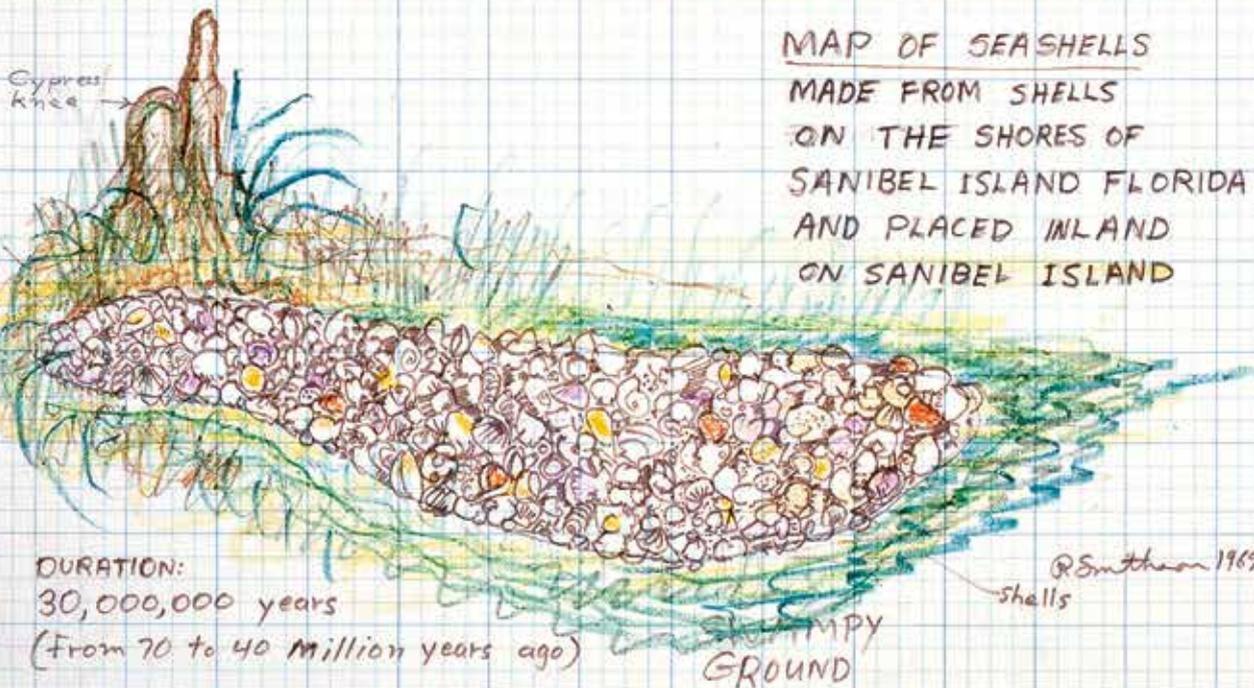
Lemuria (11-myoor'ia), N. [M.S.L.]: so called from Haeckel's idea that it was the original home of Lemurid primates; a hypothetical continent thought by some to have existed long ago, now supposedly covered by the Indian Ocean. W.N.W.D.



SITE OF MAP OF SEASHHELLS

THE HYPOTHETICAL CONTINENT OF LEMURIA
THE GEOGRAPHY OF THE EOCENE PERIOD

MAP OF SEASHHELLS
MADE FROM SHELLS ON THE SHORES OF SANIBEL ISLAND FLORIDA AND PLACED INLAND ON SANIBEL ISLAND



DURATION:
30,000,000 years
(From 70 to 40 million years ago)

SWAMPY GROUND

© Smithsonian 1969
shells

Atlantide, Lemuria e ancora di più il continente perduto di Mu hanno al loro interno qualcosa di oscuro che li avvicina quasi a quell'oceano pensante protagonista del meraviglioso romanzo di Stanislaw Lem, "Solaris"

The Hypothetical Continent of Lemuria, Robert Smithson, 1969, inchiostro marrone, pastello, grafite e collage su carta, 56,5×43,8 cm, Weatherspoon Art Museum at the University of North Carolina, Greensboro © Holt/Smithson Foundation / SIAE, Italy

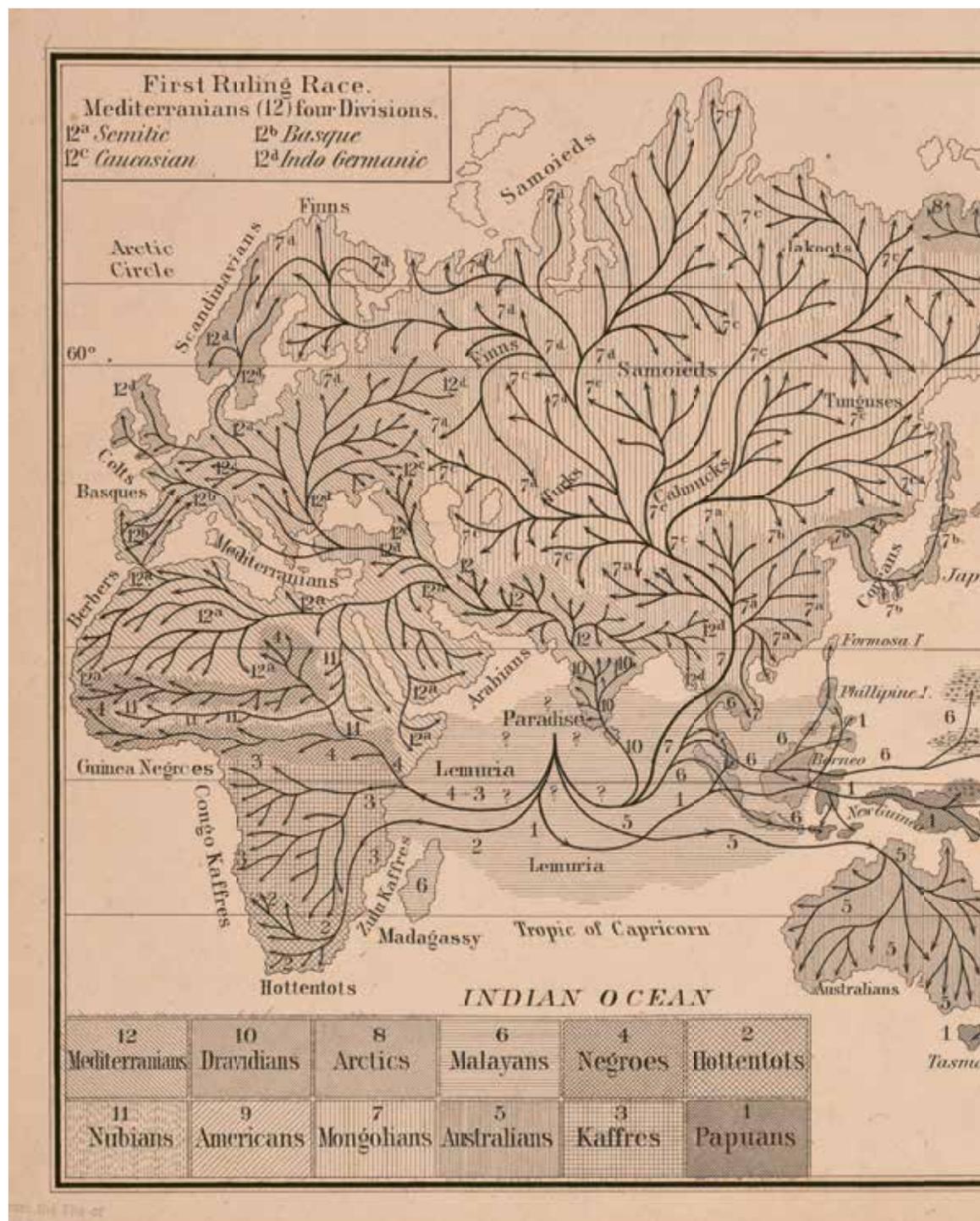
GOTTARDO PALLASTRELLI

LEMURIA CONTINENTE PERDUTO

Nel 1905 una certa Mary Elizabeth Manley-Oliver diede alle stampe il manoscritto che per suo figlio Frederick era stato una vera e propria ossessione: "A Dweller on Two Planets or The Dividing on the Way". A dire la verità Frederick, che era morto sei anni prima, dichiarava di essere stato soltanto un mero trascrittore poiché il testo gli sarebbe stato dettato da uno spirito del passato attraverso una comunicazione paranormale e lui, quindi, si sarebbe limitato a scriverlo materialmente in una sorta di stato di *trance*, grazie a quella tecnica di canalizzazione spirituale che viene definita "scrittura automatica".

Nel libro si parla di reincarnazione, di karma, di storie di civiltà mai esistite e di scoperte tecnologiche che inspiegabilmente sembrano prefigurare quelle future, ma soprattutto si parla di Atlantide e di un altro continente sommerso: Lemuria, luogo mitico che sarebbe stato la culla di una civiltà ormai perduta, i cui ultimi sopravvissuti avrebbero trovato da nascondersi alle pendici o addirittura all'interno del Monte Shasta, nel nord della California, che Frederick Oliver descrive con dovizia inquietante di particolari. Non stupisce quindi che il Monte Shasta, da sempre venerato anche dai nativi del luogo, sia divenuto l'origine di numerosi racconti del movimento New age e, ancor prima, punto di riferimento di quella propaggine teosofica che fu il gruppo di adepti che agli inizi degli anni Trenta del Novecento si riunì intorno alle figure misteriose e cupe di Guy Ballard e di sua moglie Edna. Precursore quasi diretto delle prime dottrine New age, il movimento da loro fondato arrivò ad avere circa un milione di seguaci ed è ancora esistente, sebbene molto ridotto in quanto a numeri e a popolarità, perduto fra quei ricordi di spiritualità confusa e sognante che tuttora si mescolano nella modernità abbagliata dal sole di una California perennemente in cerca di radici mistiche e spirituali.

Nel 1864 Philip Lutley Sclater, ornitologo di grandissima fama e direttore della Zoological Society di Londra per oltre quarant'anni, formulò la teoria dell'antica esistenza di un continente sconosciuto per spiegare le coincidenze zoologiche esistenti fra Madagascar e India



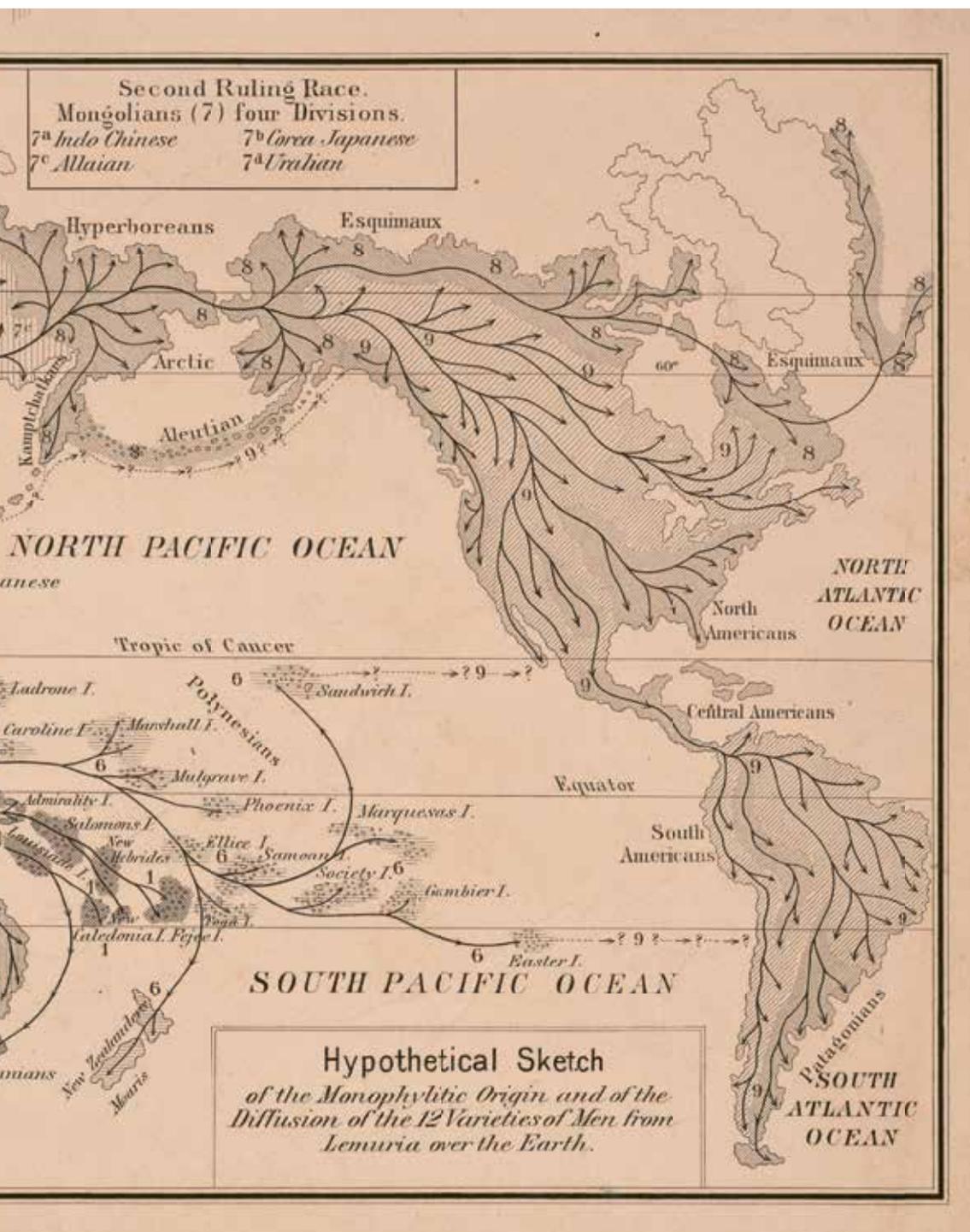
Senza addentrarci in un'analisi anche solo superficiale della teoria della deriva dei continenti, secondo la quale questi sarebbero migrati come delle zattere galleggianti sullo strato inferiore della crosta terrestre, bisogna ricordare che prima della divulgazione di tale tesi c'era chi affermava l'esistenza di continenti scomparsi, ormai sommersi dalle acque degli oceani. Questo giustificava, fra l'altro, l'esistenza di animali terrestri appartenenti a una medesima specie, ma separati da barriere geografiche insormontabili.

Fu così che nel 1864 Philip Lutley Sclater, ornitologo di grandissima fama e direttore della Zoological Society di Londra per oltre qua-

rant'anni, formulò la teoria dell'antica esistenza del continente di Lemuria per spiegare le coincidenze zoologiche esistenti fra Madagascar e India. Come era possibile infatti che Pakistan e Malaysia fossero pieni di fossili di lemuri quando questi si trovavano soltanto in Madagascar e nelle isole vicine? C'è da dire che tale spiegazione dei fatti, per quanto infondata possa essere considerata ora, prima di essere spazzata via da quella della deriva dei continenti e dalla successiva e attuale teoria della tettonica delle placche, iniziò a guadagnare non solo credibilità, ma anche un vero e proprio rispetto nella comunità scientifica, e soprattutto, per quanto ci riguarda in questa sede, entrò velocemente nel

Hypothetical Sketch of the Monophylitic Origin and of the Diffusion of the 12 Varieties of Men from Lemuria over the Earth, James Fuller Queen, 1876 ca., litografia, Library of Congress Prints and Photographs Division Washington.

Si ipotizza che la mappa sia stata realizzata per l'edizione inglese di *The History of Creation* di Ernst Haeckel. Quest'ultimo unì il darwinismo alla leggenda di Lemuria, indicando il continente come culla originaria dell'evoluzione



lessico dell'occulto tramite le opere di Helena Blavatsky, prendendo così tutta un'altra strada.

Madame Blavatsky, secondo quanto ricavabile dalla sua biografia, vera, falsa o presunta, attraversò l'Ottocento e la sua cultura come un fiume sommerso, riapparendo qua e là dalla natia Russia agli Stati Uniti, da Parigi al Medio Oriente fino al Giappone con una breve parentesi anche in Italia, dove ebbe modo di partecipare con Garibaldi alla battaglia di Mentana e, dopo aver continuato a girovagare per il mondo, morì a 59 anni a Londra per una banale influenza.

Cofondatrice nel 1875 a New York, insieme a Henry Steel Olcott e William Judge, della controversa Società Teosofica che ebbe rami-

ficazioni e aderenze inattese in tutto il mondo, dall'India all'Occidente, Helena fu una *medium* accolta ovunque come una guru illuminata e una personalità di rilievo, ma anche derisa come una ciarlatana e una plagiatrice. La sua figura meriterebbe probabilmente uno studio approfondito e senza pregiudizi per aiutarci a comprendere qualcosa di più di quel lato oscuro dell'Ottocento che non era fatto solo di fede nel progresso e nelle ricerche scientifiche, ma anche di sedute spiritiche, fantasmi, esoterismo, occultismo e, in generale, di tante teorie che si muovevano al di là della scienza prima che questa avesse gli strumenti adatti per formarli.

Lemuria, la cui esistenza sarebbe stata rivelata a madame Blavatsky dalla lettura del "Libro di Dzyan", un presunto manoscritto tibetano che la *medium* avrebbe avuto occasione di leggere e porre alla base di uno dei suoi scritti più famosi, "La dottrina segreta", non fu però l'unico continente scomparso che intorno alla metà dell'Ottocento stava riemergendo dai misteriosi abissi del passato, perché una nuova terra stava letteralmente venendo a galla grazie a una traduzione del 1864 di un antico codice maya che, è inutile dire, si rivelò poi del tutto fuorviante.

Servendosi infatti della traduzione di un antico manoscritto da parte dell'abate fiammingo Charles-Étienne Brasseur de Bourbourg e di successivi studi archeologici e storici al limite del fantastico, lo scrittore inglese James Churchward suffragò, almeno secondo lui e i suoi seguaci, l'ipotesi dell'esistenza nell'Oceano Pacifico dell'antico continente di Mu.

Fra antichi vescovi spagnoli che nel Cinquecento avevano fatto bruciare i testi maya perché specchi del maligno, abati che scoprivano volumi miracolosamente sopravvissuti, viaggi in Estremo Oriente e tavolette in terracotta recanti simboli misteriosi, mostri marini e abissi inesplorati, il successo era assicurato e di fatto il mito di Mu trovò facile seguito fino quasi ad arrivare ai giorni nostri quando gli spettatori della televisione in bianco e nero degli anni Settanta ne seguirono le vicende indissolubilmente legate a quelle degli UFO e della base Luna, in un tripudio di mondi misteriosi che emergevano dal passato o, a seconda dei casi, arrivavano dal futuro a distogliere i pensieri dall'allora incerto presente.

Ma il mito dei continenti sommersi ha una sua precisa peculiarità e rappresenta qualcosa di diverso rispetto per esempio a "L'isola del tesoro" di Stevenson che ripropone l'archetipo di un luogo leggendario da cercare, di una mappa per ritrovare una fantastica fortuna nascosta. Atlantide, Lemuria e ancora di più il continente perduto di Mu hanno infatti al loro interno qualcosa di oscuro che li avvicina quasi a quell'oceano pensante protagonista del meraviglioso romanzo di Stanislaw Lem, "Solaris", che in qualche modo può esserne considerato l'erede novecentesco; si ha la sensazione della presenza di qualcosa di stagnante da affrontare o da rimuovere per sempre, qualcosa che emerge dal passato, un mondo popolato da mostri o da bizzarre contropartite degli umani che torna a galla dalle profondità più intime di noi stessi, sovvertendo certezze fragilmente acquisite o portando nuove speranze di cambiamento. Non è un caso se proprio in quegli anni stava emergendo un altro e altrettanto misterioso continente nascosto, l'inconscio che Sigmund Freud, suscitando perplessità e avversioni, stava iniziando a scandagliare nelle sue più oscure profondità. ■

Per Freud l'acqua è luogo della nascita, stagno amniotico in cui transitiamo, e dal cui richiamo siamo attratti per il resto dei nostri giorni. Per Jung, nell'abisso si consuma la lotta per liberare l'Io cosciente dalla stretta mortale dell'inconscio

The Theater of Disappearance, Adrián Villar Rojas, 2017.
The Geffen Contemporary at MOCA, Los Angeles.
Foto di Michel Zabé studio
Courtesy l'artista,
kurimanzutto e Marian Goodman Gallery

GUIDO VITIELLO

ANALISI THALASSALE

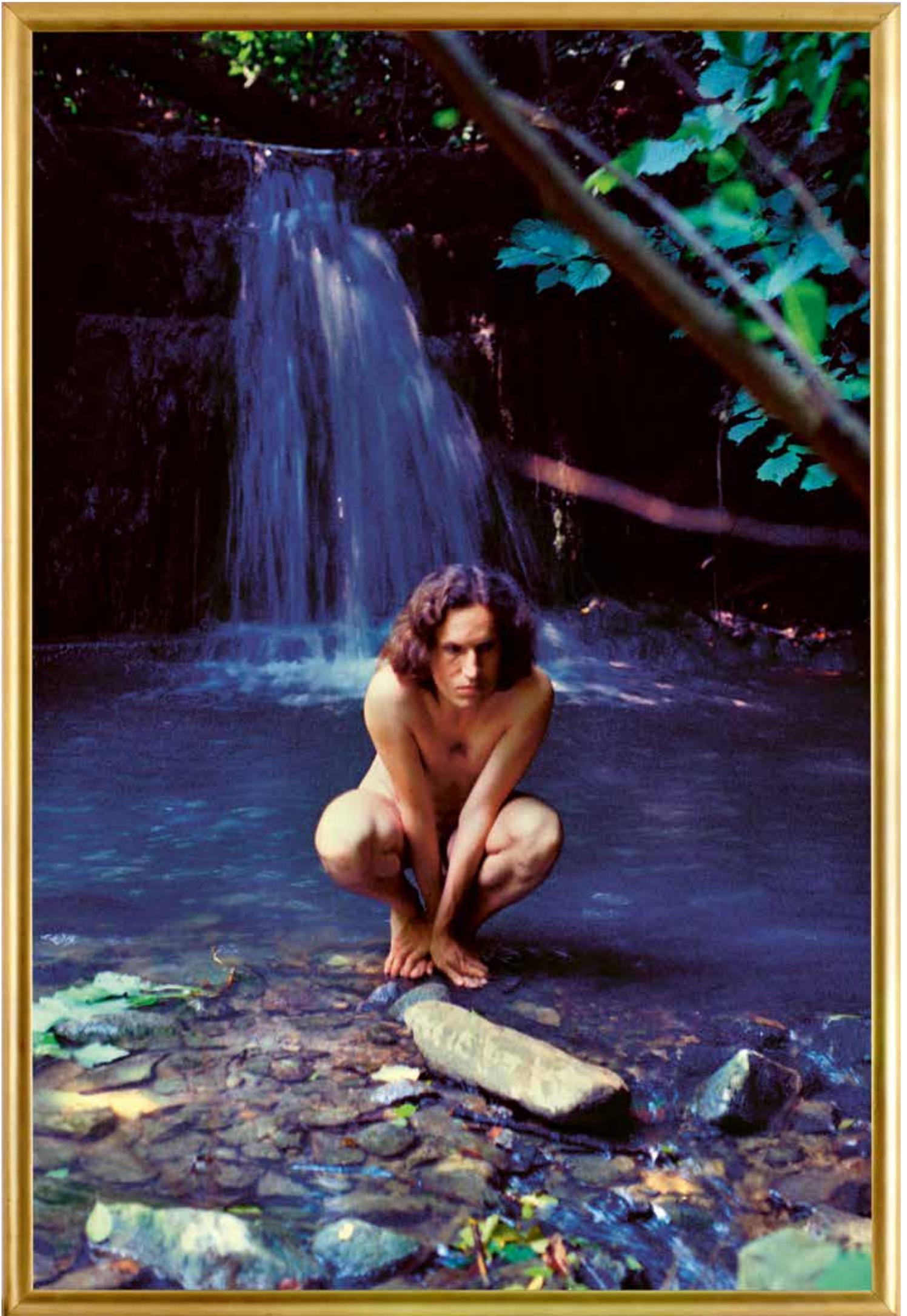
Due fiabe meravigliose che non troverete in nessun repertorio folclorico. La prima ha un incipit dei più comuni: c'era una volta il figlioletto di un conte, che abitava in un grande castello. Voleva sapere com'è che nascono i bambini. Gli raccontarono che li porta la cicogna, ma al signor contino questa risposta non bastava, voleva sapere anche dov'è che il grande uccello bianco va a prendere i suoi fagottini. Li pesca dai pozzi e dagli stagni, gli spiegarono, credendo così di aver placato la sua curiosità. Ma il figlio del conte, udita la risposta, si allontanò di corsa, e per tutto il pomeriggio, con grande apprensione dei castellani, non ci fu verso di rintracciarlo. Venne trovato, infine, «disteso sulla riva dello stagno del castello, col faccino curvo sullo specchio dell'acqua, a spiare attentamente nella speranza di scorgere i bambini nel fondo». La fiaba in verità non è una fiaba, è il racconto d'infanzia di un paziente aristocratico di Sigmund Freud: la storia di questo tenero Narciso che scruta al di là della propria immagine riflessa per cercare, negli abissi, altri bambini suoi simili in attesa di venire alla luce si trova in una delle lezioni dell'"Introduzione alla psicoanalisi", tenute negli anni della prima guerra mondiale e confluite nella raccolta degli scritti di Freud nel 1924.

Nell'estate di quello stesso anno vide la luce la nostra seconda fiaba, che inizia anch'essa in

modo piuttosto ordinario. C'era una volta una giovane donna di nome Flyda, a cui il padre aveva imposto un matrimonio combinato. Flyda per fortuna conosce il vero amore, ma l'amato fugge via. Sprofonda allora nel regno polimorfo delle sirene e dei tritoni, e sotto i mari si abbandona a voluttà sensuali di ogni sorta. Finché non incontra un uomo che sembrerebbe pronto ad amarla davvero, ma che la respinge quando scopre il suo passato promiscuo. A Flyda, disperata, non resta che gettarsi negli abissi. Mentre «la superficie del mare rideva sotto la luce dell'aurora», vediamo una piccola barca colare a picco. Anche questa fiaba non è una fiaba, è il travestimento immaginoso ma puntuale di un'autobiografia; e a raccontarla stavolta non è il figlio di un conte, ma addirittura una principessa: Marie Bonaparte, la grande amica di Freud che si fece ambasciatrice della psicoanalisi in Francia attraverso opere ingiustamente dimenticate. Il suo racconto sottomarino, "Les glauques aventures de Flyda des mers", fu sospinto a riva sui banchi delle librerie nel 1950, quasi trent'anni dopo la sua stesura.

Guardando con attenzione sul fondo di queste due fiabe apocriefe si può esplorare la fauna di significati che la psicoanalisi freudiana ha associato all'elemento acquatico. C'è anzitutto l'acqua come luogo della nascita, lo stagno amniotico in cui tutti transitiamo, e dal cui richiamo siamo attratti per il resto dei nostri giorni





all'asciutto. Otto Rank, nel "Trauma della nascita" (anch'esso del 1924, guarda il caso), interpretava tutte le prodezze materiali e intellettuali della civiltà come tentativi disperati di riconquistare il quieto abisso intrauterino, a partire dal primo filosofo, Talete, che vedeva nell'acqua il principio di tutte le cose. C'è poi l'acqua come luogo della dissoluzione, della perdita estatica dei confini dell'Io, quel "sentimento oceanico" che Freud mutuò dallo scrittore francese Romain Rolland, e che può prendere la via tanto dell'erotismo quanto della mistica. Infine, c'è l'acqua come ultima tomba verso cui ci indirizza la pulsione di morte, l'abisso dove annegare una volta per tutte le tensioni e i conflitti della nostra psiche infelice.

A ben vedere, tutti questi aspetti sono tenuti insieme in un'altra fiaba ancora, così vasta che dovremmo piuttosto definirla mito. Si chiama "Thalassa", la parola greca per mare, e per un'altra coincidenza insolente risale allo stesso anno, il fatale 1924. È opera dell'ungherese Sándor Ferenczi, che non era un affabulatore o un mitografo ma uno psichiatra allievo di Freud. Ferenczi, lungi dall'aspirare alla fama letteraria, voleva lanciare un'ipotesi immaginosa sui concetti biologici della filogenesi e dell'ontogenesi, ossia la vita della specie e la vita dell'individuo. E se l'esistenza intrauterina dei mammiferi superiori, si chiedeva, non fosse che la ripetizione di un'antica forma di esistenza acquatica? E se la nascita non fosse che una ricapitolazione individuale della grande catastrofe che, con il prosciugarsi degli oceani, ha costretto tante specie animali, inclusi i nostri antenati, a adattarsi alla vita sulla terraferma? La congettura era vertiginosa: proveniamo, come individui e come specie, dall'acqua, e all'acqua ci ostiniamo a voler tornare. Tutta la vita erotica non è che un tentativo fallito di ritorno all'origine oceanica. Ferenczi adombrava perfino l'ipotesi evolutiva che alcune specie, tra cui la nostra, avessero sviluppato un organo, il pene, esattamente per questo fine: per avere una navicella piccola a sufficienza che potesse tornare nell'oceano del grembo materno, e lì naufragare. La "regressione thalassale" rendeva indistinguibili *eros* e *thanatos*, perché a muovere entrambi era la nostalgia della vita sottomarina. "Thalassa" era un grande mito tragico, l'espressione più poetica e compiuta di quel cupo rimbombo schopenhaueriano che si avverte sotto la crosta della psicoanalisi di Freud e dei freudiani, perlomeno nelle loro formulazioni più radicali, dove sembra che la vita umana sia una stradina sterrata senza uscita imboccata per errore, senza possibilità di retromarcia.

Se "Thalassa" appartiene al genere tragico, la psicoanalisi ha anche coltivato un lato epico, dove non si tratta di tornare alla vita acquatica ma, al contrario, di combattere le terrificanti creature degli abissi che si trovano laggiù, per conquistare la corazza di una personalità in-

tegrata. È la versione di Carl Gustav Jung. In "Simboli della trasformazione", l'opera del 1912 che segnò il suo allontanamento da Freud, Jung cercava di interpretare il mito, diffuso in molte civiltà, dell'eroe che viaggia su una nave e viene ingoiato da un mostro marino, per venirne infine risputato: «è la lotta per liberare l'Io cosciente dalla stretta mortale dell'inconscio», un inconscio personificato dall'immagine della madre, «il demone che sfida l'eroe a compiere le sue imprese». Il più brillante discepolo di Jung, Erich Neumann, ricapitolò questa variante epico-eroica nel suo classico "La grande madre", scritto nei primi anni Cinquanta. Nell'immaginario occidentale «dello spaventoso femminile – notte, abisso, mare, profondità dell'acqua, serpente, drago, balena –, tutti i simboli sono reciprocamente contaminati e slittano l'uno dentro l'altro. Acqua che inghiotte, grembo della terra che si squarcia, abisso della morte, notte ostile e serpente della morte, balena, mare e balena nel mare; sono tutti aspetti dell'inconscio negativo che è vivo come "acqua delle profondità" nella terra sotto il mondo umano nell'oscurità notturna e che, come pericolo delle acque irrompenti, minaccia di riempire il mondo di acqua». Altro che regressione thalassale: siamo catapultati in un *fantasy* dei più appassionanti, pronti a calarci negli abissi per combattere la madre-balena e gli altri esseri mostruosi che vi si celano, così da emergere liberi e individuati.

La tragedia, l'epica, manca qualcosa? La maledizione della "Poetica" di Aristotele si ripete: manca, anche stavolta, la parte dedicata alla commedia. Non si ha notizia di una psicoanalisi umoristica delle acque e degli abissi, se si eccettua qualche caso di comicità involontaria. È difficile non sghignazzare, per esempio, leggendo le pagine di Géza Róheim, l'antropologo ungherese seguace di Freud, sull'origine dei miti del diluvio presenti in tutte le civiltà, dalle religioni del Vicino Oriente alle storie sacre dei nativi americani. Ebbene, dice Róheim che il mito del diluvio ha origine nei sogni, e in un tipo di sogno in particolare: quello in cui trasformiamo in immagini oniriche il nostro bisogno fisiologico di alzarci dal letto per andare a far pipì. Chi l'avrebbe mai detto? Ferenczi ci aveva dato a intendere che la nostra disgrazia era stata il prosciugarsi degli oceani e l'emersione dei continenti. Ora ci viene il dubbio che gli stessi oceani siano solo un sogno mattutino degli incontinenti.

In ogni caso, non si scappa: che sia una tragedia, un poema epico o una commedia, siamo chiamati ad articolare in una storia il nostro rapporto con l'elemento acquatico. Lo sapeva bene Freud, che volle far proprie le parole di Pompeo davanti ai suoi soldati timorosi durante una tempesta, poi divenute il motto della Lega anseatica: *Navigare necesse est, vivere non necesse*. Non è detto che sopravviveremo, l'unica cosa certa è che ci tocca navigare. ■

Proveniamo, come individui e come specie, dall'acqua, e all'acqua ci ostiniamo a voler tornare. Tutta la vita erotica non è che un tentativo fallito di ritorno all'origine oceanica



GIUSEPPE BERUTTI BERGOTTO

Why we need a national authority for underwater traffic

The underwater environment is a new frontier. Despite being still largely unknown, it guards over a considerable amount of resources. Modern exploration of the seabed dates back less than two hundred years, and this means that most of it remains unexplored to this day. Only 20% of the seabed has been mapped using advanced technology, mainly aimed at the safety of navigation. In terms of its protection, therefore, the seabed remains shrouded in the same darkness that has always enveloped mythological figures in the collective imagination.

Exploration of the underwater world is also the new frontier of the visual culture. Digital images have the ability to capture underwater creatures and volcanic eruptions that would otherwise have remained unobserved. In terms of being seen by the masses, the ocean depths remain strongly separated from any other social or cultural context, being fragmented by descriptive documentary observation rather than an analytical view – an aspect that works against any kind of critical awareness.

Diving is first and foremost a physical experience. After a few dozen metres the surrounding environment changes radically, as do the conditions for life. As the pressure increases, the ability to breathe also chang-

es; sounds are muffled but can be heard at much greater distances, while colours fade until they become fixed in shades of red and yellow. Below this lies only darkness. Beyond a few hundred metres in depth humans are no longer able to function, and the ability to access and benefit from the wealth that lies on the seabed and in the masses of water depends on technologies that, until a few decades ago, could hardly have been imagined. Marine and underwater research has made enormous strides since the first explorations of the ocean depths. The development of new techniques has made it and will continue to make it increasingly possible to explore the seabed in detail, enabling its use for anthropic purposes. This development opens up extraordinary opportunities in terms of access to the enormous mineral, energy and protein resources stored in the seabed, as well as in regard to scientific progress and the ramification of ever-more efficient underwater infrastructures that are essential for energy distribution and telecommunications. These opportunities also come with challenges, however, starting with a collective effort to safeguard the free, safe and sustainable use of the sea and seabed. Added to these are also a number of consequences, the effects of which are relevant to international relations, security and the progress of capacitative development. We will be focusing on three of these consequences.

The first directly relates to the Mediterranean and the phenomenon of so-called territorialisation. The first legal and regulatory tools for underwater exploration were defined during the third session of the UNCLOS Commission that developed the United Nations Convention on the Law of the Sea. This was signed in Montego Bay in 1982 and is still the regulatory framework that governs activities carried out at sea, defining the rights and responsibilities of States in their use of maritime spaces. These include the institution of the Exclusive Economic Zone (EEZ), a decisive blow to the separation of the land from the sea, which provides for control by States over economic activities on the seabed and in the water column up to 200 nautical miles from the baseline: an unprecedented expansion of State jurisdiction which means that the land and the sea can no longer be seen as separate and mutually contrasting orders.

From this specific point of view, however, our own sea was not historically subject to the direct effects of territorialisation. Being a semi-enclosed basin, this was related both to a lack of interest in the seabed itself – inaccessible at that time – and also to an inherent difficulty in the division of overlapping areas and consequent demarcation through diplomatic channels between bordering States, with Mediterranean coastlines never being more than 400 nautical miles apart.

Instead, States mainly showed an interest in opportunities for fishing or in protecting the marine environment, defining areas of limited jurisdiction (within the terms permitted) to safeguard these areas. The modern capability that has now been developed to access massive mineral resources has changed this perspective. The discovery of gas fields in the eastern Mediterranean has triggered a domino effect, generating an overall picture that is yet to become clear, with large and unresolved areas of potential friction and competition between nations, even those that have traditionally been friendly.

The second aspect regards the possibility of technologies for accessing the underwater environment, now increasingly available, being used by State or non-State players for malevolent purposes. This comes with the risk of endangering infrastructures of vital national and European interest, thus affecting our system for energy supply, in other words the telematic dimension that characterises our social and economic system. And this is not all. The improper use of predatory seabed exploitation technologies could damage the ecosystem or impoverish fish stocks and ma-

rine biodiversity, while also causing geologically degenerative phenomena on the seabed and repercussions on the coasts overlooking the water spaces affected. All of this calls for safeguarding and monitoring activities to protect both national interests and the overall underwater heritage, a necessity that receives attention in the recently approved International Agreement on the Conservation and Sustainable Use of Marine Biodiversity (BBNJ Agreement), produced at the UN as the third implementing agreement of the Montego Bay Convention.

The third consequence regards the renewed and widespread development of maritime power by nations possessing the social, cultural, geographical, industrial and economic requisites to do so. From the Mediterranean to the Baltic; from the Atlantic to the Indo-Pacific; from the Persian Gulf to the Gulf of Guinea, an ever-growing number of States are also regarding the seabed as a frontier for their own exclusive exploration and use, and are consequently developing the policies and technological tools useful for that purpose. The risk is that, by facilitating access to the seabed, modern technological capabilities may fuel a race in its improper or unregulated exploitation, or lead to illegal activities and deliberately hostile actions to the detriment of States or private individuals. There thus exist, closely related to the underwater world, an array of challenges and opportunities that must be managed and regulated to ensure that this leads to benefits and possibilities for development, not competition. These factors must be regarded as interconnected and as existing in a geopolitical scenario where the sea is becoming increasingly important, particularly in the Mediterranean – in other words in its broader sense. The conflict in Ukraine has refocused attention on conventional threats – particularly underwater threats, now immanent – and their impact on the sea, but it has also raised awareness of the need to safeguard and protect critical underwater infrastructure. The Nord Stream incidents have provided glaring evidence of the risks to critical underwater infrastructures and the difficulty of protecting them. Like lines of communication at sea, they are vital for individual nations and the international community. New, increasingly effective and persistent capabilities must be developed in terms of surveillance and protection, above and below the surface. Only by achieving total underwater situational awareness will it be possible to ensure the full monitoring of activities taking place below the surface, de-

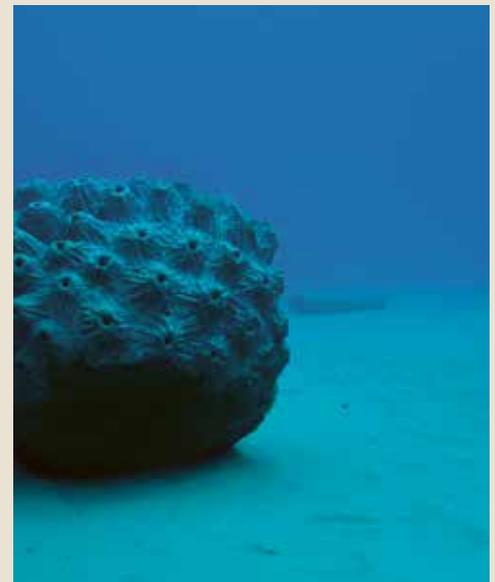
tecting abnormal events due to positioning errors, failures or even deliberate sabotage of underwater infrastructure or resources.

The underwater environment is therefore a new, fully-fledged physical and operational domain insofar as it is distinguished by some completely unique physical features, procedures and technological complexities. Until now, the main aims of underwater activities have been to defend against the threat of submarines, mines or other underwater devices, to provide covert reconnaissance, to map and characterise the seabed from the hydro-oceanographic and cartographic point of view, and, to a lesser extent, to exploit underwater resources. In addition to these aims, there is now the need to monitor the seabed at increasingly deeper levels. This is where vital infrastructure lies and where maritime activities of national importance may be carried out, all of which must be protected and watched over. Perseverance is needed on the seabed, using autonomous tools with the ability to operate for long periods and according to the logics of teaming (cooperation) and swarming (swarm operations with distributed artificial intelligence). These tools need to be remotely controllable and to be able to communicate with each other and with the control station in an environment that is impervious to electromagnetic waves. Systems that can map the seabed with increasing precision and detail are needed, also to develop an instrumental knowledge of its conformation. It is to map out this pathway of technological innovation that the Polo Nazionale della dimensione Subacquea (National Underwater Dimension Centre) has been established in La Spezia. This is a hub set up to promote and develop collaboration between experts from the underwater defence, industry and research sectors, small and medium-sized enterprises and the world of academia, thus encouraging innovation and development.

Technology is essential in driving access to the underwater dimension, but it is not enough on its own to ensure orderly, safe and sustainable access to underwater spaces. An updating of national and international regulations is also needed to ensure that monitoring capabilities and coordination functions are maintained. For this purpose, the establishment of a national authority for the monitoring of underwater traffic, operationally based on an existing technological platform at the Centrale operativa multidominio Marina di Santa Rosa (Multi-Domain Operations Centre), Rome, would enable full awareness of underwater activities of national interest in

maritime spaces and could be linked up with the monitoring activities of other States, also spearheading the establishment of a more extensive and structured organisation for control and coordination. An authority of this type, acting as a single point of reference, would simplify authorisation processes for underwater operations. At the same time, by having a complete picture of all authorised activities and by resolving any overlaps or interferences in advance, the authority for underwater traffic would considerably improve the safety of activities and infrastructures of national strategic interest within the underwater domain.

Driven by technology, therefore, a totally new dimension – the underwater one – is being revealed to humanity; one rich in opportunities and resources, but also full of challenges. Italy, due to its geographical position, capabilities and skills, can take the initiative by moving early and playing a leading role in the new race to the depths of the sea. ■



MATTEO MARCONI

PAOLO SELLARI

The postmodern geopolitical order

The underwater environment has grown in importance due to the geopolitical context within which the 21st century is taking shape. Technological development has led to a notable acceleration of all areas of human activity, and the tangible manifestations of power are no exception. Of these, geopolitical environments are of significant importance. From the simple dichotomy between land and sea, other environments have developed as a result of technological progress, in which power assumes peculiar forms and has an impact on

all players involved. The other environments in which power proves to possess specific peculiarities are the air, outer space and cyberspace. The air characterised the second half of the 20th century and was developed by the US, which built its primacy upon it. The outer-space environment is expanding, but slowly due to the huge technological difficulties presented by its exploration and occupation. The latest arrival, cyberspace, has seen exponential growth since the 1990s and now occupies an increasingly important place in the global balance of power.

It is precisely thanks to technological innovations that a new underwater dimension has recently become established, a context that until a few years ago was still the object of exploration and only minimally exploited. The sea, an environment in which human activity has been developing for millennia, has always been contemplated horizontally, in other words as a maritime surface. The difficulty, if not impossibility, of taking possession of a water column, including the seabed, has meant that this aspect of the maritime dimension had never been specifically considered. The development of submarines brought about a radical change of perspective, both strategically and geopolitically.

The politically important characteristics of the underwater space, i.e. those leading to dynamics of power that are as significant for the interests involved as they are for the peculiarities of the environment in question, can only be explained in terms of the scenarios characterising the overall geopolitical environments in this early part of the 21st century. The modern era began its inexorable break-up with the First World War, and is slowly giving way to a postmodern world that is not easy to define. This transitional phase, the nature of which is as yet undefined, is what we call the postmodern geopolitical order.

The equilibrium between land and sea that prevailed in the modern era, in which the order on land was radically separate from that at sea – with the latter regarded as free of national regulatory constraints and the former as a place of order, with stable State laws and powers – has been slow to die. This does not mean that no kind of order existed at sea, but that it was different to the State order that dominated on land, so that even if we only regarded international law as the law of the sea, it was still fundamentally important to guarantee maritime freedom.

The modern distinction between land and sea is losing its clarity due to a fundamental change in the tangible localisation of the geo-

political order. Consider the homogenising effect on the tangible orders of land and sea resulting from the formation of new geopolitical environments. The air – like outer space and cyberspace – has functional approaches that ignore the distinction between land and sea: an aircraft can criss-cross the sky and strike targets regardless of the element on which they are located; a satellite can detect points of interest or a cyber-attack and can strike the infrastructures of both.

Factual changes are accompanied by regulatory changes that are paradigms of the geopolitical shift taking place. This is where the authority of States erodes free areas of the sea near to coasts, in the name of the right to control the economic and military activities taking place there. This has led to a progressive expansion of States' authority over coastal sea areas from 3 to 12 nautical miles. This might seem a small change were it not for the fact that a considerable part of States' economic and maritime security interests relate precisely to this zone.

In addition to this, a major boost to the hybridisation of land and sea came from the establishment of an exclusive economic zone in Montego Bay. This legislates for State control over economic activities relating to the water column and seabed up to 200 nautical miles from the baseline. This is an unprecedented spatial expansion of the State's jurisdiction for some specific functions of its order, while on the other hand it makes the freedom of the seas ever more diluted.

Unlike in the modern era, there no longer exists a life and order of the sea that is separate from that of the land. This has been replaced by an amphibious hybridisation, leading one to think that true power lies in the ability to interact between different environments given their fundamental mutual intersection. If the relationship between land and sea is becoming hybridised, giving rise to the territorialisation of maritime spaces, then it follows that this dynamic must also extend to all that goes on below the water's surface. This can be shown by the fact that the territorialisation of the sea takes place through the progressive appropriation, division and production of maritime spaces. The sea is appropriated in the sense that the current tools for controlling (maritime) territory make it possible to exercise security at sea – previously only possible on land – in a much more stable way. The very fact that the sea can be appropriated means that it can also be divided, i.e. it can be subjected to agreements that are not simply formal, filling nautical charts

with imaginary dividing lines, but also effective, identifying the interests to be protected belonging to this or that power. Certainty of appropriation, however, leads to production, i.e. the ability to identify and put into production specific economic interests that can lead to complex activities. The increase in economic interests that have focused on the sea in recent years naturally come to mind.

These observations regarding the sea in general also apply specifically to the underwater dimension. In relation to the water column and the seabed, the process of appropriation, as well as that of control, appears complex and is inevitably slower and less advanced than on the surface. It is nonetheless inevitable. The pressure at which mechanical components have to work, together with the difficulty of identifying objects and components under the sea, means that the underwater environment is particularly challenging. This resistance to human access makes the ocean depths comparable to outer space and explains their lack of anthropisation, i.e. the low level of activity affecting them from a geopolitical point of view. It is possible that there will be structural limits to human appropriation, in other words to the establishment of a geopolitical order that is autonomous from other environments. This does not, however, preclude the underwater environment from having its own peculiarities that are able to influence other environments of power.

The concealed nature of the activities carried out under the sea, which are by their very nature confidential (i.e. hidden from normal ability of humans to see and hear), makes this a particularly sensitive environment for the purposes of power. It is no coincidence that one of the most effective military activities relating to the depths is that of submarines. Their use is always connected with the secretive nature of power, for the purposes of intelligence gathering, strategic deterrence or other objectives.

The economic activities that can be carried out underwater are firstly related to the passage of cables and pipelines, both for the transmission of information over the internet and for the distribution of hydrocarbons and electricity. This means that the security of the underwater environment is particularly important since it enables the proliferation, physically speaking at least, of another environment of power: cyberspace. If you think about it, no other geopolitical environment is so essential in its interconnectedness with others, and at the same time so exposed to security dangers, as the underwater domain.

Being at sea, it is always possible to attack an underwater target with relative ease due to the freedom of manoeuvre of any vessel in this environment.

The underwater environment is vulnerable to danger because it is not yet possible to define with certainty the limits to a State's jurisdiction over a section of the seabed, but also because the interests in need of protection, whether a pipeline or a cable, stretch well beyond those boundaries of State sovereignty. Just like at the surface, underwater relations are subject to geography, particularly where bottlenecks are created that lead to a concentration of activities of all kinds: this substantially reproduces an underwater geopolitics of access that is similar in every way to that existing at the surface.

Finally, economic interest in exploiting polymetallic nodules on the seabed is one of the potential production possibilities of an underwater geopolitical order. In order to exploit mineral resources, however, the temptation for States to territorialise the sea is at odds with the multilateral management approach desired by the United Nations. A clash between special and general interests that we will continue to face in the foreseeable future. ■



GEMMA ANDREONE

A multilateral environment

On 5 March 2023, newspapers across the world reported news of the historic signing, at the UN headquarters in New York, of an agreement for the protection of marine biodiversity in areas beyond national jurisdiction. It was an emotional moment for all those attending the last session of this negotiation. For nearly ten years they had been discussing and working on an agreement that would succeed in bringing the majority of the world's States (about 150 delegations were

involved) to the same conclusion: that there was a need to protect the high seas, that vast area of our planet that remains substantially unknown.

Their enthusiasm was particularly meaningful in light of the fact that the agreement was reached during one of the deepest crises of multilateralism, with the Russian-Ukrainian conflict, and, therefore, in an atmosphere of mistrust with regard to international law and the role of the United Nations. In this context, approval by consensus – i.e. without putting the text of the agreement to a vote – was achieved perhaps as a result of the enormity of the issues at stake. The protection of the marine environment and its resources is directly connected with the fight against climate change and the loss of biodiversity which, today, constitute the greatest challenges and the greatest dangers to mankind's survival on Earth.

The agreement's ultimate objective is to enact ways of protecting and sustainably managing the oceans that are harmonised and agreed between all the relevant players in certain marine areas of the planet. This is a delicate matter that could present problems of both interpretation and application, but that is also the best possible compromise to be able to set down in writing, in black and white, the fact that areas beyond national jurisdiction – currently regarded as areas that can be freely accessed and exploited – should be managed and protected in the interests of current and future generations.

With the introduction of detailed rules regarding marine genetic resources and the assessment of environmental impacts, the agreement aims to guarantee that anthropogenic activities in the high seas are carried out sustainably and that they balance economic needs with the protection of fragile marine ecosystems lying beyond national jurisdictions. The use of marine genetic resources – comprising those present in the water column and the seabed beyond national jurisdictions – through biotechnology and Digital Sequence Information on genetic resources are issues pertaining to scientific research, but also to industrial applications currently being initiated in many industrialised countries. Such activities consist of research and development on the genetic and/or biochemical composition of all living resources not covered by fishing activities, such as various types of algae including diatoms and sponges.

It is therefore important to remember that Part II of the agreement, which deals with the

use of marine genetic resources found beyond national jurisdictions and the sharing of the relevant monetary and non-monetary benefits with developing and geographically disadvantaged States, rules out the applicability of these regulations to fishing activities on the high seas.

One of the primary and most controversial matters contained in the recently approved text is the creation of a complex decision-making system aimed at creating marine areas earmarked for sustainable management or even solely for protection in seas lying beyond national jurisdiction. Whatever the case, this decision-making mechanism will have to consider and respect the management and protection measures already provided for by other international, regional or sector-based organisations in the areas being discussed; organisations active in seas all around the world, from the Atlantic and Pacific oceans to those of the Arctic and Antarctic, and even semi-enclosed seas like the Mediterranean.

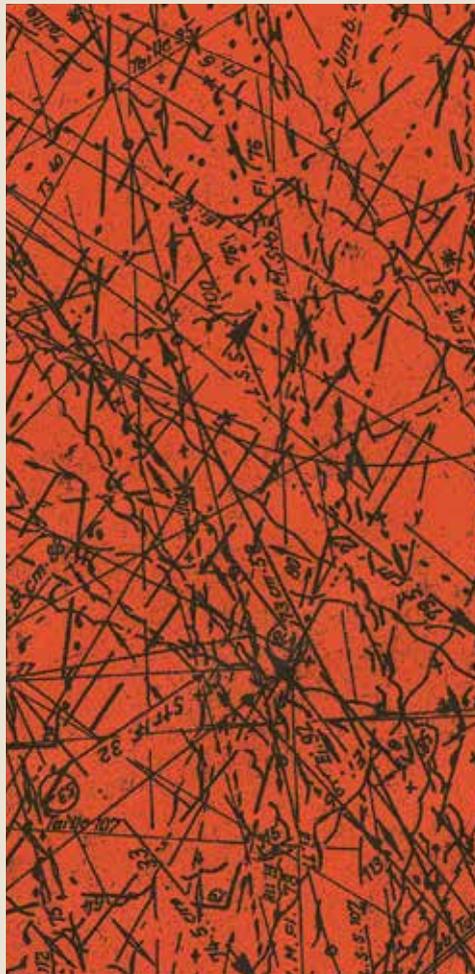
When the agreement comes into force, the Conference of the Parties (COP) envisioned therein will be able to apply management measures in the high seas, regulating and limiting economic activities, including fishing and the exploitation of abiotic resources, to preventively care for and protect the marine environment and its biodiversity. These measures will nonetheless have to be agreed in advance with the institutions and coastal States directly affected by activities in the protected areas. Close coordination will certainly be needed, for example, with the International Seabed Authority (set up by UNCLOS), which has the task of regulating – in application of the principle of the common heritage of humanity – the exploitation of abiotic resources of the seabed and sub-seabed beyond national jurisdiction.

During the negotiation of the agreement, the role of a consensus constructed through the formation of informal groups proved decisive. The main experiment with a consensus-based procedure and with the role of informal groups was the UNCLOS negotiation process, which unfolded across nearly a decade between 1973 and 1982. Already back in the UNCLOS era, informal compromise groups (also known as *informal informals*) proved to be much more flexible than the official groups in the plenary assembly, helping advanced and developing countries to work in close contact. The BBNJ negotiating process introduced an additional variant to the concept of informal groups. *Small groups*

– very informal meetings held in English – were used to facilitate discussions on the drafting of specific and more controversial provisions. On the one hand, this type of group enabled a more direct and frank exchange of opinions and the evaluation of potential compromises. On the other hand, during the negotiations, the main objection raised against the use of small groups in building a consensus on specific provisions was that this approach to discussion involved an unequal sharing of the work involved. In the small groups, in fact, the working language was English, and simultaneous translation into the official language was not available. This factor inevitably favoured the English-speaking delegations and those with more human resources and funding that enabled them to send large delegations and participate in several parallel groups. Moreover, since discussions on the drafting of individual provisions or chapters took place simultaneously, smaller delegations – most of which were from developing or emerging countries – were at a disadvantage.

Finally, a key element of the negotiation just concluded was the active involvement of non-governmental organisations, which had a right to intervene during the first sessions of the negotiation and then in the final stages, having also been constantly present at the plenary meetings to essentially monitor and lobby by all the dynamics of the discussion. NGOs played a crucial role as mediators in putting government delegations in contact with legal and technical experts. As well as NGOs, representatives of the relevant industries were also present in the negotiating hall, interested in the evolution of the treaty and specific regulations such as those regarding the fishing industries or biotechnological applications.

Until a few years ago, the oceans – or rather the high seas – were perceived as a free space that did not belong to any State. This is because they were, in effect, regarded as devoid of any major resources that might be the subject of competition and distribution between States. Today, however, thanks to technological developments and a greater knowledge of marine resources, both living and abiotic, and thanks to the emergence of modern satellite monitoring technology, interests and prospects have been transformed. In the light of these changes and also due to this treaty, the ocean resources and spaces lying far from the coast are increasingly deemed as belonging to humanity as a whole, in the present but also in the future, and therefore as deserving of respect and protection by all States. ■



VINCENZO PISANI

A treaty for the rules

Biodiversity, genetic resources, rare raw metals, climate change, decarbonization. Whatever the order in which we want to address these issues, they are all intertwined and directly or indirectly related to the oceans. In March 2023, a High Seas Treaty was signed for the protection and sustainable management of about two-thirds of the oceans in an agreement reached at the UN within the Intergovernmental Conference on Marine Biodiversity of Areas Beyond National Jurisdiction: the so-called BBNJ Treaty. We discuss this with David Leary, Professor of Law in the Faculty of Law at the University of Technology Sydney, one of the most respected international legal experts in matters relating to deep sea regulations.

Professor Leary, what is your opinion on the BBNJ Treaty?

It is an important treaty. There was agreement early last March on the text of the Treaty and the diplomatic conference is currently at work to finally adopt it. It is now just a matter of being formally signed by States and then ratified. I think it is a very positive development in

international law. The areas beyond national jurisdiction, especially the conservation and sustainable use of biodiversity, are among the big gaps existing in the law of the sea and the law relating to the international marine environment, which has been around for many years. In fact, the history of the negotiations for this Treaty goes back more than twenty years. It has been a long time since the issues were first identified in early 1990s and there has been a series of processes leading up to the convening of the formal diplomatic conference. It now covers a range of different issues in relation to the high seas.

What, in your opinion, are the main outcomes of this agreement?

I think the two most important aspects are the extension of the requirements for environmental impact assessment for activities in areas beyond national jurisdiction. The second quite revolutionary concept is the creation of mechanisms for area-based management tools, which primarily consist of marine protected areas in the high seas. Until this Treaty had been signed, mechanisms and tools of this kind did not actually exist in the High Seas. Marine protected areas were an effective tool of environmental governance that functioned within the context of national jurisdictions. In the period leading up to the Treaty, therefore, there had been discussions about how to extend this mechanism to the high seas.

Besides this, the Treaty deals with providing a mechanism for regulating access to and sharing the benefits of marine genetic resources in areas beyond national jurisdiction.

Personally, I have been a little bit sceptical about whether there is a need for that part of the Treaty. Primarily because in my research I have been unable to identify many activities that involve bioprospecting or the commercialization of biotechnology in areas beyond national jurisdiction. And, in fact, the debate on the high seas has actually become a little bit confused with what was happening within national jurisdictions. As a matter of fact, there is bioprospecting that occurs in areas within national jurisdiction. Norway, for example, has its own regulatory regime governing the activities of industry and scientific research institutions in its territorial waters. Having said that, I have not really been able to identify the vast commercial interests that seem to be what many people argue are the reason for needing more regulation. Nonetheless, very early on in the diplomatic Treaty negotiation process it was identified that agreement would not be possible unless all

those issues were addressed. In other words, unless there was an environmental impact assessment, marine protected areas and marine genetic resources. And, in fact, the resolution of the UN General Assembly that authorized the Treaty negotiation process tied those three things together and said we had to have an agreement on all three. So I can see this is really part of a package deal that was needed to achieve the Treaty.

Scientific reports often warn about the fragile environmental situation in the Arctic and Antarctic. Could you tell us more about the goals and challenges relating to this matter?

Starting with Antarctica, this is governed by the Antarctic Treaty and the Madrid Protocol of the Antarctic Treaty, which deals with the environmental regulation. One of the great achievements in this and other treaties that we call the Antarctic Treaty System is the high prominence given to scientific research, which now represents the key legitimate activity in the area. Our understanding of climate change comes from much of the science that has been done there. Our understanding of the growth of the hole in the ozone layer came from scientific discoveries of pure research conducted in the area. Think of revolutions in science like the plate tectonic theory: this insight was developed from basic geological research conducted in Antarctica. Moreover, scientific research in this area has been truly important in terms of informing good environmental policies.

Nonetheless, Antarctica represents a geopolitical playground too.

Exactly. Now, the genius of the Antarctic Treaty is that it has effectively defused many of the potential territorial conflicts that could have risen in Antarctica. There are a number of States, including Australia, that claim parts of Antarctica as their own sovereign territory. What the Treaty did was to freeze those territorial claims. As long we use this Treaty to bring together the international community, one advantage is that nothing done in those parts of Antarctica by States in those claimed territories can be used as evidence in favour or evidence against such claims, thus making States feel comfortable about collaborating. We are at present witnessing tensions resulting from the Russian-Ukrainian war. But even without that conflict in the background, the system is still working. Another major thing that this Treaty has done is to put in place a ban on the mining of minerals. We now have this really deep, comprehensive environmental regulatory regime and environmental impact assessment. So we have a really good

system of governance for States to manage and operate in the Antarctica while working in the common interest.

Does the Antarctica Treaty system include regulations concerning fishery activities?

Yes. The spirit of cooperation of the Antarctic Treaty System has spilled over into the regulation of fishery. The Convention for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources was established 1982 and, to some extent, has been quite innovative in its approach to fishery management in the Southern Ocean and the waters around Antarctica: satellite tracking of vessels, documenting fish catches etc. In other words, Antarctica has been a great model and has worked really well.

What about the Arctic?

In the Arctic we don't have a similar treaty regime at present. In fact, much of this area is actually subject to the sovereignty of the Arctic States: Canada, United States, Russia etc. They all have their own defined territory. There are small parts that are not subject to national jurisdiction. So there have been no major issues outside the obvious strategic military issues that have played out since the Cold War and beyond. There is a more informal cooperative mechanism, primarily through the Arctic Council, which is an interesting body. States come together to discuss and agree on particular issues, including environmental ones. Importantly, there is recognition of the indigenous communities of the Arctic, a number of which are represented in the Council. In comparison with Antarctica, however, this area is not regulated by a formal treaty.

What is the main challenge in this area?

Certainly, climate change and the melting of the Arctic ice. A lot of shipping routes are opening up, and this is potentially a problem in terms of new vessels going there to fish in the waters of the Arctic. But it is also a potential issue in terms of vessels sinking if there are accidents in the region. This is problematic for two reasons. Firstly because it is such a vast area of ocean and a very hostile environment in which to operate. If something were to happen in the Arctic, it would be very difficult to clean it up. Secondly, given the scarcity of people living in most parts of the Arctic, search and rescue operations are truly challenging. International law has partially responded to this through the International Maritime Organization. Something called the Polar Code has been developed, which establishes safety regulations and standards for vessels sailing in the Arctic and in the Southern Ocean around Antarctica

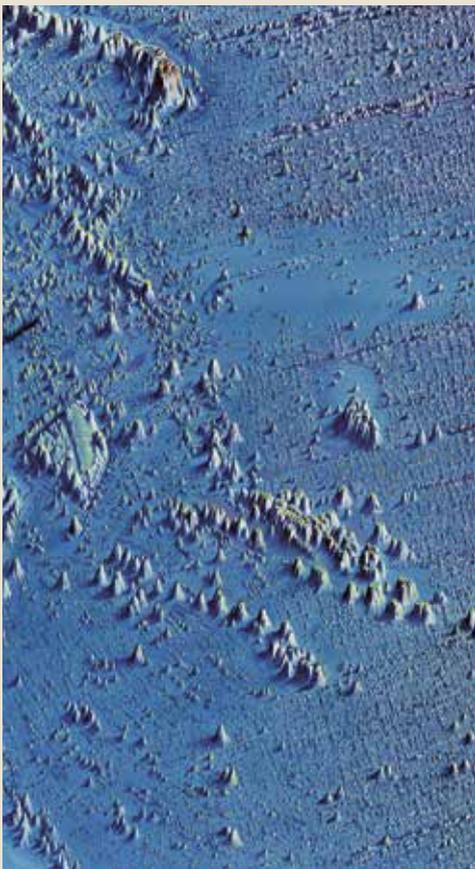
From your Australian perspective, what is China's current role in terms of the international maritime dimension, the potential exploitation of maritime resources or environmental issues?

Well, looking at the BBNJ Treaty, like all States China has adopted positions on various issues in-line with what it perceives as its national interest. Certainly, China has always been part of the G77 non-aligned countries, and I am sure that in the course of the negotiations they did work very closely. As a matter of fact, many of the positions adopted by China were consistent with the positions of some other States. In the past, however, the context has obviously been slightly different. For example, in the South China Sea China's actions have been highly controversial. An international arbitration court effectively ruled that what China has been doing in extending its claims to ocean space in this area has been contrary to international law. Other countries in the region – not just the Philippines but also Vietnam, Indonesia, and others – certainly do have concerns about Beijing's assertiveness. On the other hand, in the Antarctic context, there has been debate regarding China's motivations in the region. But, again, what the country is doing in Antarctica is largely consistent with the activities allowed by the Antarctic Treaty. States are allowed to conduct scientific research. The question is what this research is for? Are they interested in the mineral resources in Antarctica? Some people argue that this is the case. But as far as we can see, China's approach to Antarctica does not seem to differ from that of any other State.

What suggestions would you convey to international political decision makers in terms of the most urgent actions needed to support the conservation of ocean biodiversity and scientific research in this field?

The first thing is to implement the many treaties we already have. There is a lot of law that has been made, there are thousands of treaties. Not all of them have been implemented as well as they should have been. The second thing relates specifically to science. In regulating, we need to be very careful. Science has special benefits. We should never forget that it gives us a really important insight into some of the basic challenges we are facing. If we are going to regulate science-related activities, therefore, we have to avoid making it difficult or impossible to carry out scientific research. My third suggestion refers to climate change, which is the number one issue affecting the oceans along with biodiversity loss. For example, there is now a big divide in

the International Seabed Authority, the UN organization for regulating mining in ocean areas beyond national jurisdiction. This Authority is facing a really challenging time at present as it finalizes environmental regulations on deep sea mining. There are commercial interests that want to proceed with mining fairly soon, yet we do not fully understand the potential environmental impact. One of the problems is that climate change is indirectly connected with a demand for mining since we need the minerals, such as certain rare earth metals (e.g., lithium), and cobalt etc. Industry is arguing that we need to mine the deep sea because we do not have enough of these resources on land. Renewable energy, battery technology and all the technological solutions needed to respond to climate change and to decarbonize our economies are reinforcing the drive towards deep sea mining. But we need to fully understand the environmental impact of such activity. This is a very difficult problem in international law, while the need for decisions and solutions is ever more urgent. ■



FABIO TRINCARDI
And yet it moves

On 5 September 394, close to the river Frigidus on the present-day border between Slo-

venia and Italy, Theodosius – Emperor of the Eastern Roman Empire – launched a fierce battle to reconquer the West. At first the enemy troops, commanded by Arbogast and Flavian, managed to inflict heavy losses on Theodosius, who was forced to retreat. The next morning, while the hard-pressed Theodosius attempted to fight back, the Bora wind began to blow in his favour, driving against the western troops, who suddenly found themselves covered with sand whipped up by the impetuous gusts of wind, their shields jammed against each other and their javelins hurled back by the wind. Indeed, it was the wind, blowing at over 100 km per hour, that decided the outcome of the battle.

It is rarely reflected upon that this same wind, which cools the waters of the northern Adriatic to temperatures of a few degrees above 0°C, can also influence the deep-sea circulation of the Mediterranean. The cooling effect of the Bora makes the waters at the surface denser, and thus heavier, to the point that they sink, generating currents that reach the bottom and flow south, like fully-fledged rivers, to the deepest parts of the Ionian Sea. While on this trajectory, the dense waters carry oxygen and organic matter, enabling the life of true oases of biodiversity, dominated by white corals and sponges, in complete darkness up to a thousand metres below the water's surface. As well as its influence on biodiversity, the same process also has a lasting effect on the seabed, which it sculpts by creating erosive furrows, dunes of sediment and barchans in every way similar to those created by the wind in deserts around the world.

In January and February 2012, the Venetian Lagoon froze over, perhaps for the last time given the current rate of global warming, and on that occasion temperatures throughout northern Italy remained below -10°C for many days. The thin blade of water in the northern Adriatic, less than 40 m deep, cooled considerably (to 4°C), forming dense waters that began their journey along the western side of the basin until they "fell", like a waterfall, down the Apulian continental slope. Monitoring systems installed on the seabed by the CNR reported that these currents reached speeds of 80 cm per second down to a depth of 1200 m.

The same oceanographic weather regime characterises all of the northern Mediterranean's continental shelves, from the Gulf of Lion to the Sporades Basin in Greece, under the impact of cold northern winds. The climate, oceans and the atmosphere are all

closely interconnected; but our whole attention is focused on atmospheric circulation and its related extreme events, the effects of which are immediately felt: floods, hailstorms, droughts, heat waves. Although invisible to most of us, oceanic circulation is actually equally important and similarly capable of causing extreme events, but we still have an anthropocentric view of the climate system, which interests us almost exclusively in relation to human activities and settlements.

On 28 December 1908, an earthquake recording 7.1 on the Richter scale struck Messina, killing more than 60,000 people through the combined effect of its massive tremor and a resulting tsunami with waves of over 10 m in height. The consequences of the earthquake included a series of landslides from the Sicilian and Calabrian continental slopes that flowed together in a current of turbid water, something similar to an avalanche in which – instead of snow – the flow carried sand and mud with it; it is estimated that the thickness of this turbid current rose to 150 m above the seabed. The speed and density of the flow broke a telegraph cable laid between Malta and the Greek island of Zakynthos in several places. Around fifty years after this earthquake, Bill Ryan and Bruce Heezen, pioneers of modern marine geology, used the time differences between the earthquake and the breaks in the cable to estimate a flow velocity of about 6.3 m per second (over 20 km an hour). Today, owing to the fact that the seabed has not been modified by any subsequent catastrophic events of the same gravity, modern bathymetric surveys – together with samplings of the seabed – enable us to accurately trace the routes followed by the flow of turbidity and to reconstruct seabed formations such as dunes, sediment waves, and large erosional troughs similar to those formed on the riverbed by rivers in flood. Such information is important in understanding this type of flow and comprehending the danger it poses to any structures on the seabed or to any exploitation activities there or in the sub-seabed.

These two types of processes, the former set off by a meteorological event and the latter by landslides of sediment down a slope, are highly energetic, dynamic events with the ability to shape the ocean floor and to generate serious consequences for the planning of economic or geostrategic activities at great depths. Deep-sea bottom currents caused by meteorological or gravitational transport events are able to sever cables and pipelines

or erode the sediments underneath pipelines which remain suspended between distant support points (free spans) and can undergo a degree of stress compromising their strength and durability.

We have long regarded the seabed as an enormous domain devoid of life and dynamics, a place of darkness and immobility. Indeed, in our everyday lives we do not even think of the seabed despite the fact that it is one of the most extensive “common goods” available to humanity. The implicit assumptions directing the studies and activities of the few people engaged with this huge environment, which constitutes over 70% of the world’s surface, are that it contains unlimited and renewable resources and that mankind’s impact is insignificant given the vastness of the areas involved. This, unfortunately, is not the case. The seabed is increasingly the object of a new “gold rush”: the so-called Great Acceleration, characterised by the exponential economic growth of the past seventy years, is creating an ever-greater demand for energy and resources, but as biological and abiotic resources are scarce on the world’s continents, the economy overall is starting to look to the ocean to provide more. Resources are being sought out in the water column, in the seabed and in the sub-seabed, and efforts are being made to build a framework for “maritime spatial planning” to ensure the sustainable use of resources and the non-conflictual management of potential uses of the sea. Underlying this set of activities is the need for the knowledge of bathymetry, that is, the study of the ocean’s depth at each point and the structure of its morphology. In particular, we must identify and know the makeup of its most dynamic areas, those that are in continual transformation due to the processes reshaping the seabed (for example, dune fields that migrate due to the action of bottom currents) – as in the case of the waters of the Adriatic’s “cold engine” – or due to landslides and gravitational flows like those caused by the Messina earthquake of 1908.

These natural transformative processes are unfortunately supplemented by increasing anthropic impacts: trawling, which grinds down the micro-reliefs of the seabed, destroying its biodiversity; river floods, which release ever-greater quantities of pollutants, like plastic that sinks to the seabed hidden from human sight; illegal dumps of chemicals or legal dumps of unused war explosives. As if what is invisible to the eye won’t have serious consequences for the ecosystem and for ourselves. ■



JACQUES ROUGERIE

Inhabiting the sea

As far back as I can remember, I have always been drawn to the blue horizon of the ocean. I spent part of my childhood along the shores of Africa, which left me with an unwavering love for the sea and a lifelong need to stay in close contact with the marine environment. After travelling the world and studying seafaring civilisations in America, Japan, China, and Australia to learn about the profound relationships with the ocean that humans have nurtured since the dawn of time, I found myself wanting to inhabit the sea. This led me to focus my work on the implementation of bionic architecture: a form of architecture, pioneered by Leonardo da Vinci, that would allow humans to tune into the beauty, fragility, and fundamental role of the sea in the great history of humanity.

Outer space and the ocean: conquering extreme frontiers

Our presence in space and under the sea

is part of the history of human evolution. These advancements are far more than mere trends: their premises were first laid by visionaries such as Leonardo da Vinci and Jules Verne. Scientists, engineers and science fiction writers in the late 19th and early 20th centuries built on these foundations, exploring the universe and the depths of the ocean to push the boundaries of our understanding of man’s presence on Earth. They responded to our most fundamental questions by proposing utopias and new inventions, from Le Prieur’s first autonomous diving suit and Auguste Piccard’s deep-sea bathyscape to Arthur Clarke’s “Blue Prairies” and various architectural visions of cities that floated in the air or lay suspended underwater.

In 1945, after the war, reconstruction took precedence. These great human designs were set aside until the 1960s, when we once again found the courage and the will to take on humanity’s most Promethean challenges. Seizing the technical means of the time, architects like Frei Otto, Ozerman, Kikutake, Kenzō Tange and Paul Maymont soon began designing cities in space and under the sea. The space race took off, and astronauts became modern-day heroes. The first experimental underwater habitats were created in 1961, and by the end of the decade they had multiplied and become crucial astronaut training centres. Jacques-Yves Cousteau’s oceanographic campaigns built on Piccard’s research and sparked renewed interest in the ocean. The bubble burst in the 1980s, when it was decided that robotics would replace man. This shift put an end to underwater habitat projects. Only recently, at the dawn of the Third millennium, did our ability to inhabit such extreme conditions return to the forefront of scientific research: this time accompanied by robotic instrumentation. New advancements allow us to send people to the International Space Station and explore Mars with the help of robots.

Our epic journeys into space and the ocean developed simultaneously and advanced alongside each other, refining our understanding of our planet. Space research teaches us about the effects of weightlessness; it allows us to observe the atmosphere of other planets in the solar system and to monitor the Earth – observing its deforestation, volcanic activity, and pollution – as well as to develop advanced telecommunications. Meanwhile, marine research allows us to analyse the impact of interactions between the ocean and the atmosphere on climatology, as well as to study biology and investigate the effects of

extreme environments on our physiology and psychology.

Reconnecting humanity with its aquatic origins

As an architect of underwater worlds, I have been designing and experimenting with underwater houses and futuristic vessels for more than fifty years. Building under the sea calls for an ancestral approach, which adapts the terrestrial logic of soil and foundations to a moving liquid made of mass and pressure. On the water's surface, it is naval architecture, that of boats, which prevails. The architect must maintain a state of perfect osmosis between the environment, the structure, and the person who will inhabit it. After all, developing underwater homes is not just about finding solutions to the technological challenges posed by the sub-aquatic environment – it is also about creating a quality living space that supports the full range of human behaviour.

In addition to my innate sensitivity for the preservation of the natural environment, not to mention the influence of the great explorers who opened up these unknown worlds, my work is guided by a new vision for human civilisation: one that is fully integrated into the underwater environment. The preservation of the ocean's biological diversity will be a core value for these aquatic humans and form the basis for their lifestyle. I have been on this journey for over fifty years. Since my first "Underwater Village" in the Virgin Islands (1973), designed for living and working under the sea, and "Galathée", my first underwater house (1977), I have continued to forge my philosophy of inhabiting the sea by bringing numerous other projects to fruition: "Hippocampe" (underwater habitat), "Aquabulles" (submerged air stations), "Aquascopes" (semi-submersible underwater observation vessels), "Aqualab" (underwater habitat-laboratory), and "Aquaspace" (trimaran with transparent central hull).

Furthermore, I have always sought to fully experience my creations by inhabiting them myself: in 1985, I crossed the Atlantic aboard the transparent, underwater "Aquaspace" capsule; I celebrated my first underwater Christmas in 1981 aboard "Hippocampe", in the company of children. Moreover, in 1992 I participated in the world record of 70 days underwater and, from 2003 to 2004, I joined NASA's Neemo programme, testing an underwater habitat which simulated a space module to allow astronauts to train under the sea. All of these experiences have enriched my understanding of underwater life and strengthened my conviction that knowledge of the marine environment is crucial for building

future societies. As part of my commitment to educational values and pedagogical tools, I have created land-based and underwater cultural and scientific centres in France and abroad. Each time, my distinctive approach has combined an ability to project into the immediate future with an attitude that embraces tradition and native cultures. I have managed soft wooden architecture projects (Banda Sea coastal development, Indonesia), as well as white concrete coverings and curved mirrors evoking a space-launch platform ("Nausicaa National Sea Centre", France), rounded bionic shapes ("Oceanopolis Sea Centre", France), and main lines for a boat prow that mix past and future ("Sea Centre Project", Thailand), and all with equal passion and interest. The start of the Third millennium has allowed me to synthesise all of my years of research with the development of "SeaOrbiter", the first semi-submersible international station dedicated to studying the ocean and its ecosystem. Much like the International Space Station, this multidisciplinary research platform will deploy an ambitious scientific and educational programme and act as a sentinel of the seas. This semi-submersible silver vessel, whose form is inspired by the seahorse, will explore the future by reconnecting us with the pioneering spirit of great expeditions of the past.

I believe it is essential for all contemporary architectural projects to be accompanied by an in-depth, wide-ranging emphasis on sustainability and responsibility towards future generations. This philosophy, which I know is of growing concern to today's youth, inspired me to create my foundation at the Academy of Fine Arts, to which I have had the honour of being elected. This foundation raises awareness and encourages people around the world to take action to preserve our natural heritage, with a view towards the long term. It supports architects, designers, engineers and artists as they envision and build a future that respects our environment, with the understanding that, if we are to preserve it, this must be integrated into our living spaces. New generations are witnessing a never-before-seen confluence of changes: new developments in computing, real-time, virtual worlds, globalisation, issues of sustainable development, and a focus on nature, along with a renewed interest in space and the ocean. This exceptional moment in time is a wonderful opportunity to integrate human structures into their natural and cultural surroundings, and to create a new paradigm for the future. ■



ALBERTO LUCA RECCHI

Sperm whales in the marguerite formation

When I first read the story of the sperm whale Moby Dick, I didn't like it. The animals in the encyclopaedia I was given as a child, "Vita Meravigliosa" (Wonderful Life), were much more beautiful. Its colourful drawings projected me between the waves, the sea spray and the foam. I felt like I was there. I was there. The sperm whale in my encyclopaedia wasn't white, it's true, but pencil lead grey, and yet, despite two large harpoons piercing its back, it was able to flick such powerful strokes of its tail that it capsized the whalers' boats. When the unlucky sailors ended up in the water, it swallowed them one by one, as the poor men beat their arms in the waves.

It had big teeth the length of beer bottles, and its head was as long as my bed. My whole arm would have fit into its blowhole. There was the exasperation of life and death on those pages. To tell the truth, I wasn't even particularly sad about the human tragedies of those poor men. The sperm whale was just defending itself. It wasn't the one on the attack, and everyone has the right to defend themselves.

That encyclopaedia wasn't the only thing to influence my life: my grandmother played her part as well. Sestilia was a crooked, toothless old woman with a shawl over her shoulders and long strands of facial hair. Slender and slightly hunched, she used to tell me scary and captivating tales of the sea. I used to listen to her open-mouthed. In her stories, omnivorous sea giants emerged from the waves. And for them, the hairy, tattooed whalers were the tastiest morsels. Each tale always had a happy ending: the sperm

whale would open its mouth with a yawn or a sneeze and they would all be saved. At that point, I'd turn off the light and sleep happily. This is how things continued, without particularly thinking about it, for years; one day after another in the company of sea monsters. They were everywhere: between the pages, in the fairy tales, in my dreams.

And so, at a certain point, I went in search of my childhood fantasies. It wasn't a bolt out of the blue, it happened gradually. By the 1990s I'd already done some travelling around the world: I'd been diving in distant seas for twenty years, photographing sharks and whales. I didn't seek out my first shark: it found me. It's a long story, but the ending was that the shark spared me when I was wounded and bleeding. I knew I'd had a particularly lucky experience, but it convinced me that sharks are not the voracious eaters of human flesh portrayed in the movies.

By the time I decided to go looking for sperm whales, I'd already been through many adventures and misadventures and had risked my life at sea on a number of occasions. I got myself caught in some tuna nets in Sardinia and would have run out of air if someone hadn't come to my rescue and cut the nets with a knife. During a dive, I'd once got lost in the Atlantic and was shipwrecked for nine endless hours. I was attacked by hungry seagulls pecking at my face. In California, a shark once got inside a cage that was there to protect me. Like sharing a phone box with a lion. A month earlier, a three-metre monitor lizard smelled the chicken I had on board my dingy and jumped in. More alarming than a crocodile and armed with a bite that could kill a buffalo, the monitor lizard had set its sights my thighs and was only a metre away. I steeled myself for the worst. Luckily, in the end it settled for the chicken.

When I thought the time was ripe to see a sperm whale, I had one particular objective. I wanted to see the so-called "marguerite" formation. Everyone in my circle of friends talked about it, but no one had ever seen it. The marguerite, or daisy: when sperm whales come up to breathe after very long dives in the darkest depths, they position themselves in a circle on the surface with their heads on the inside and their tails pointing outwards, a flower-like arrangement that – in fact – looks like a daisy. I wanted to be there in the middle, like a bee among the petals. I wanted to see them up close and look into the eyes of the mythical whaler eaters of my childhood. Was it dangerous? Who knows. They could have crushed me, bitten me, suffocated me, or just

dragged me down into the depths for fun, as a pilot whale had done to me in Hawaii. And I couldn't ask anyone for advice – no one had done it before. I had to risk it or let the dream go. What I was afraid of was being eaten. Sperm whales, after all, are relatives of killer whales, and in the southern hemisphere killer whales eat mammals – and I am a mammal. To cap it all, sperm whales have bigger teeth than killer whales. My motivation was my curiosity for the sea and my desire to test my limits. I convinced myself that they wouldn't eat me and prepared my camera equipment and my flippers, mask and snorkel. I set off for the Azores, where the chances of meeting them are high.

Sperm whales are not as fearful as minke whales. Quite the contrary, approaching them is easy. But getting close wasn't enough for me, I needed to be within a metre or even half a metre of them. With all animals there is a safe distance that you mustn't exceed. I wondered what theirs could be. The predators of the savannah can be photographed at a distance, using a telephoto lens to bring them closer. But these lenses don't work under water because seawater is full of particles that mess up the photos. I had to wait for the beast to take an interest and come close to me.

For the first two days I could see sperm whales that were four or five metres away, but these animals never keep still. They swim and, however slow they may look, they travel faster than an olympic swimmer. You should never chase animals – you shouldn't even try. I stayed still and watched them pass by. On the third day I saw a simmering of slanting spray in the distance. It was them, and there were lots. They seemed to be stationary, and I approached them in the kayak, the last few metres with a handkerchief over my mouth to avoid breathing unprotected: their breath is full of bacteria and parasites that can cause lung infections. My assistant had suffered from pneumothorax when we were searching for minke whales in the Mediterranean. When I was about ten metres away, I slipped into the water. I approached slowly to avoid scaring them away. They knew I was there. I could see them on the surface. There were lots, at least five. What could they have been thinking when they saw me so close? I'd never seen a sperm whale, and they'd probably never seen a human either. I was now three metres away, I could almost see them all. They were in formation. They had arranged themselves in the daisy shape. I had to try to go between them. It seemed easy, but what if I got crushed? Or if they wouldn't let me out? Or if they became

irritated? I was just a metre away from the nearest one.

It was beautiful, as grey as in the drawings in my encyclopaedia and as majestic as I had always imagined. I looked for its eye but couldn't find it. Their eyes are small, positioned a couple of metres behind the snout. After all, eyes are of no use in the darkest depths. Sperm whales wouldn't even be able to see their own tails. They see with their ears: they emit clicks like dolphins and bats and orient themselves using the sounds that bounce off the sonar on their heads. A second sperm whale approached me, then a third and a fourth. I no longer knew how many there were – my excitement was stronger than my ability to reason, I could no longer count. I focused on one of them, the biggest, but didn't lose sight of the others. My grandmother came into my mind. I lingered in the centre of the formation. They were shedding skin around me. These giant creatures continuously shed their skin to prevent parasites from latching on to their bodies and to be more hydrodynamic when diving. It was difficult to take a photo that didn't have skin in front of the lens. At last, one photo came out well because it didn't have flaps of skin in it. As they swam they were losing pieces of skin as large as bed sheets.

I wanted to get close to these giants, to look them in the eyes. They closed in around me, I was surrounded. My pulse was racing. I'd wished for many years to be exactly where I was then, but at that point I wanted to leave. A whale came too close, almost colliding with my camera. Perhaps it wanted to tell me something. My fear began to rise. I had to react. I decided to dive and slide underneath, going beneath their tails. I expelled all the air from my lungs and descended vertically into the column of water. I didn't want to lose sight of them. At two, three, six, ten metres down, I gently moved away in one of the longest, fullest and most conscious breath-holds of my life. I was hoping they hadn't realised. Instead, they all turned towards me and, as I moved further away, a young whale came towards me and greeted me affectionately with its tail. Perhaps it was a caress. Despite being the smallest in the group, it was about seven metres in length and dislocated my shoulder.

I climbed painfully back into the kayak and returned to land. I returned to Italy and underwent surgery. This handful of minutes – which are fixed and floating in my memory – was worth a lifetime to me. Man is not the master of nature and the sea is an immense realm of wonders. ■

EMANUELE GARBIN

È architetto e professore all'Università luav di Venezia. Negli ultimi anni si è occupato di questioni relative alle immagini e all'immaginario scientifico e sul tema ha pubblicato per Quodlibet: "Palæontographica. Il disegno e l'immaginario della vita antica" (2016); "Bathygraphica. Disegni e visioni degli abissi marini" (2018); "Selenographica. L'immagine e il disegno della Luna nascosta" (2021).

GIUSEPPE BERUTTI BERGOTTO

Ammiraglio di squadra, Sottocapo di Stato Maggiore della Marina Militare (dal dicembre 2021), ha frequentato l'Accademia Navale di Livorno laureandosi in Scienze marittime e navali. Ha frequentato lo US Naval War College di Newport e conseguito titoli accademici e di alta formazione in materie attinenti la strategia, la difesa e la sicurezza. È stato Comandante del Cacciatorpediniere Doria e ha ricoperto numerosi altri incarichi di comando tra cui quello di Comandante della Seconda Divisione Navale e *Force Commander* dell'Operazione europea Sophia, di Comandante Marittimo della Capitale e Capo Ufficio Affari Generali dello Stato Maggiore Marina. Prima di assumere l'incarico di Sottocapo di Stato Maggiore, è stato anche Direttore per l'impiego del personale militare della Marina.

MATTEO MARCONI

Docente di Geopolitica del mare presso la Sapienza Università di Roma, è curatore della raccolta "Geopolitica e spazi marittimi" (con P. Sellari, Nuova Cultura, 2021). Recentemente ha pubblicato un testo di natura teorica: "Geopolitica, dal pensiero all'azione: spazio e politica in età contemporanea" (con E. Boria, Argos, 2022).

PAOLO SELLARI

Insegna Geografia politica ed economica e Geopolitica e sicurezza delle infrastrutture al dipartimento di Scienze politiche della Sapienza Università di Roma. Direttore del master di II livello in Geopolitica e sicurezza globale nello stesso ateneo, è autore per Laterza di "Geopolitica dei trasporti" (2013) e "Spazi e poteri: geografia politica, geografia economica, geopolitica" (con C. Cerreti e M. Marconi, 2019).

FRANCESCO PONTORNO

È Director of Growth di Opinio Italia. Si occupa di programmi di innovazione aperta e intrapreneurship per le grandi aziende. Studia il post-umano e l'impatto della tecnologia sulla società.

GEMMA ANDREONE

È direttore dell'Istituto di Studi Giuridici Internazionali (ISGI) del CNR e dirigente di ricerca di diritto internazionale presso lo stesso istituto. Avvocato e consulente per il MISE e altri enti italiani e stranieri, è membro della delegazione italiana nel negoziato per la conclusione di un Accordo internazionale sulla protezione della biodiversità marina nelle aree al di fuori della giurisdizione nazionale. Responsabile e membro di progetti internazionali e nazionali (tra i quali NBFC-PNRR) e autore di numerose pubblicazioni, in particolare in materia di diritto internazionale del mare e dell'ambiente e di governance del Mediterraneo, ha insegnato all'Università L'Orientale di Napoli dal 2001 al 2013. Editor in chief del "Maritime Safety and Security Law Journal", è membro del Consiglio scientifico dell'Indemer (Principato di Monaco).

DAVID LEARY

Professore di Diritto presso la Facoltà di Giurisprudenza della University of Technology di Sydney, è conosciuto a livello internazionale per il suo lavoro di ricerca sullo status giuridico di ambienti estremi come il mare profondo. I risultati dei suoi studi hanno contribuito al dibattito su questi temi presso le Nazioni Unite, l'OCSE e in Australia. Ha lavorato a numerosi progetti di ricerca, inclusi quelli sulla regolamentazione della navigazione di Artico e Antartide, sull'uso dei droni nella ricerca scientifica in Antartide e sul patrimonio culturale sottomarino.

VINCENZO PISANI

Specializzato in relazioni internazionali, coordina i progetti di ricerca della Fondazione Leonardo – Civiltà delle Macchine.

MARZIA ROVERE

È primo ricercatore del CNR, si occupa di esplorazione e mappatura dei fondali marini e di pericolosità geologiche marine in relazione all'economia blu. È vicepresidente del Comitato direttivo di GEBCO e guida crociere oceanografiche. Coordina il progetto EMODnet Bathymetry per il Mediterraneo centrale. È stata membro della Commissione Tecnico-Legale dell'Autorità internazionale per i fondali marini ed è vicecapo delegazione dell'Italia.

KIRA COLEY

Scrittrice e editor scientifica freelance, è responsabile delle comunicazioni per "Seabed 2030". Per quasi un decennio, ha raccontato storie sul rapporto dell'umanità con l'oceano, includendo temi che spaziano dall'innovazione sottomarina all'esplorazione subacquea. È consulente per le comunicazioni del Center of Blue Governance ed è membro del Marine Measurement Forum Steering Committee e del UN Ocean Decade Strategic Communications Group. È stata recentemente selezionata per l'Editor of the Year 2022 dall'Association of British Science Writers e nominata per l'Inspirational Women of Portsmouth Awards (2022).

FABIO TRINCARDI

Direttore del dipartimento di Scienze del sistema Terra e Tecnologie per l'ambiente del CNR, geologo marino, studia l'evoluzione dei margini continentali e degli impatti antropici su di essi. Ha condotto crociere di ricerca nel Mediterraneo, in Antartide e nell'Oceano Pacifico, ha scritto oltre 200 articoli, coordinato i progetti europei Eurodelta e Bluemed, il progetto bandiera RITMARE e numerosi progetti con l'industria. Ha insegnato Geologia marina all'Università di Bologna.

GIACOMO PAOLI

Nato a Livorno nel 1983, si è laureato con lode in Ingegneria delle telecomunicazioni all'Università di Pisa e ha conseguito un master in System Engineering for Maritime Technology all'Università di Genova e DLTM. In Leonardo dal 2008 come progettista nel settore subacqueo, dove ha avuto modo di guidare tecnicamente numerosi progetti di ricerca a respiro internazionale. Oggi rappresenta un punto di riferimento in Leonardo nel campo dei veicoli autonomi subacquei e delle tecnologie associate.

ANDREA MORINI

Toscano, classe 1974, laureato in Ingegneria elettronica all'Università di Pisa, inizia la sua carriera occupandosi di compatibilità elettromagnetica, prima come ufficiale MMI al CISAM di San Piero a Grado e poi alla OTE Marconi di Firenze. Impiegato dal 2004 alla WASS di Livorno, si occupa di integrazione e validazione di sistemi subacquei fino a diventare responsabile della R&D. Oggi ricopre il ruolo di Head of Underwater Engineering Core Competencies nella BU Sistemi di Difesa di Leonardo.

ALFONSO FARINA

È uno dei massimi esperti mondiali di sistemi radar. Poliedrico ingegnere elettronico, scienziato e professore universitario, figura tra i 2% world top scientists. Dal 1973 al 2014 ha lavorato in Selex ES fino a diventare Senior Vice President e Chief Technology Officer. Presidente della Radar & Sensors Academy di Leonardo Electronic Div. e Fellow di IEEE, IET, European Academy of Science, Real Academia de Ingeniería de España e United States National Academy of Engineering.

ISAAC TESHAYE

Giornalista, lavora a "DiMartedì" (La7). Per dieci anni nelle agenzie di stampa radiofoniche, ha collaborato per Rete G2. È autore di "Campioni d'Italia? Le seconde generazioni e lo sport" (Sinno, 2014).

GINEVRA LEGANZA

Ha studiato Filosofia all'Università di Padova. Scrive per "Il Foglio" e per civiltàdellemacchine.it.

JACQUES ROUGERIE

Architetto visionario e accademico francese di fama mondiale, è specializzato in habitat marini e zone costiere.

Appassionato di mare e spazio, basa il suo lavoro e le sue innovazioni sull'architettura biomimetica, bioispirata, resiliente e sostenibile. Ha ideato la "SeaOrbiter" che, come l'ISS nello spazio, è una stazione oceanica internazionale dedicata alla ricerca scientifica, all'esplorazione, allo studio del clima e all'istruzione. Nel 2009 ha creato la Fondation Jacques Rougerie, ospitata dall'Académie des Beaux-Arts dell'Institut de France, per sostenere e aiutare giovani architetti, ingegneri e designer a realizzare progetti architettonici lungimiranti.

EMANUELA FANELLI

Insegna Ecologia e Biologia della pesca all'Università Politecnica delle Marche (Ancona) ed è presidente del corso di laurea magistrale in Biologia marina. Si occupa di biodiversità e funzionamento degli ecosistemi marini con particolare attenzione agli aspetti trofici delle comunità di ambienti marini profondi.

GIAN MARCO LUNA

È direttore (dal 2020) e dirigente di ricerca dell'Istituto per le Risorse Biologiche e le Biotecnologie Marine del Consiglio Nazionale delle Ricerche. I suoi studi indagano l'ecosistema marino e come i suoi microrganismi ne influenzano il funzionamento, dalla fascia costiera sino alle profondità abissali.

As Close As We Get,
Superflex, 2021.

Foto di Robert Damisch

ALBERTO LUCA RECCHI

Nato a Roma, si è laureato in Giurisprudenza. Lascia il mondo della finanza per diventare esploratore del mare. Unico italiano ad aver realizzato un libro fotografico per il National Geographic, "Requins" (2002), e ad aver tenuto una conferenza all'Explorers Club di New York, ha realizzato sei podcast dal titolo "Un Mare di Storie" e insieme a Piero Angela ha scritto cinque libri. Nel 1998 e nel 1999 ha organizzato le prime spedizioni nel Mediterraneo per la ricerca di balene e di squali. Alla sua storia sono ispirati due libri: "Il quoziente umano" (di S. Perotti, Mondadori, 2023) e "Le voci segrete del mare" (di M. Caporale, Garzanti, 2023).

STENIO SOLINAS

Nato a Roma, vive e lavora a Milano. Giornalista, tra i suoi ultimi libri si ricordano: "Supervagomondo" (Sette colori, 2022), "Compagni di solitudine" (Bietti, 2022), "Acquatica" (Gog, 2022). Per Neri Pozza ha scritto "Il corsaro nero. Henry de Monfreid, l'ultimo avventuriero" (2015), "Genio ribelle. Arte e vita di Wyndham Lewis" (2018) e "Saint-Just. La vertigine della rivoluzione" (2020).

PIERO GONDOLO DELLA RIVA

Nato a Torino nel 1948, dal 1962 è studioso e collezionista di Jules Verne, al quale ha dedicato importanti saggi e articoli oltre che mostre in tutto il mondo. Al collezionismo verniano affianca le raccolte di materiali sulla storia di Cuneo, città d'origine della sua famiglia, e sul tema del futuro immaginario.

ELISA ALBANESI

Storica dell'arte, è redattrice della rivista "Civiltà delle Macchine".

LUIGI BENEUCI

È dottore di ricerca in Italianistica. Critico e docente, dirige la Fondazione Leonardo Sinisgalli. Ha pubblicato il volume "Bestiario sinisgalliano" (Aracne, 2011) e, in rivista, saggi sulla letteratura di Otto-Novecento ("Diacritica", "Leukanikà", "Poesia"). Scrive recensioni per "L'indice dei libri del mese".

BARBARA DAVIDDE

Soprintendente della Soprintendenza Nazionale per il patrimonio culturale subacqueo, con sede a Taranto, da dicembre 2020. Dal 2019 è membro dello STAB – Scientific and Technical Advisory Body della Convenzione UNESCO 2001 per la protezione del patrimonio culturale subacqueo, di cui è stata presidente (maggio 2021-maggio 2022). È professore a contratto di Archeologia subacquea presso l'Università degli Studi Roma Tre dal 2010.

GIORGIA LEPORE

Archeologa medievista, docente di Storia dell'arte e scrittrice. Ha esordito nel 2009 con "L'abitudine al sangue" (Fazi). L'ultimo romanzo tratto dal ciclo dell'ispettore Gerri Esposito è "Il compimento è la pioggia" (Edizioni E/O, 2018).

GOTTARDO PALLASTRELLI

Avvocato e storico dell'arte, è specializzato in legislazione dei beni culturali. Ha pubblicato tra l'altro un saggio sul fedecommesso e le collezioni romane del Seicento. "Ritratto di signora in viaggio", uscito per Donzelli nel 2018, è la biografia di Caroline Fitzgerald, viaggiatrice e poetessa americana vissuta in Italia tra Ottocento e Novecento, basata su alcune lettere inedite dello scrittore Henry James.

GUIDO VITIELLO

Nato a Napoli nel 1975, è docente alla Sapienza Università di Roma, dove insegna materie cinematografiche. I suoi ultimi libri sono "Una visita al Bates Motel" (Adelphi, 2019) e "Il lettore sul lettino. Tic, manie e stravaganze di chi ama i libri" (Einaudi, 2021). Collabora regolarmente con "Il Foglio", "Internazionale" e altre testate.



CIVILTÀ DELLE MACCHINE

RIVISTA TRIMESTRALE
2 2023
GIUGNO 2023

Iscrizione al Registro degli Operatori
di Comunicazione con numero 32893
ISSN 2612-4416

Numero chiuso in redazione
il 16 maggio 2023

SEDE LEGALE
Via del Plebiscito 102
00186 ROMA (RM)
TELEFONO
+39 06 32473182
E-MAIL
info@fondazioneleonardo-cdm.com
press.office@fondazioneleonardo-cdm.com

Direttore responsabile
Marco Ferrante

*Art director e
coordinatore di redazione*
Virginia Cavaliere

Redazione
Elisa Albanesi
Vincenzo Pisani

Ricerca iconografica
Elisa Albanesi
Impaginazione
Gianfranco Casula

Progetto grafico
Vertigo Design

Traduzioni
Acolod Group

Stampa
CTS Grafica, Città di Castello



**FONDAZIONE
LEONARDO**
Civiltà delle Macchine

Presidente onorario
Stefano Pontecorvo

Presidente
Luciano Violante

Consiglio di amministrazione
Lucio Valerio Cioffi, Alessandra Genco,
Antonio Liotti, Franco Ongaro,
Alessandro Palanza, Andrea Parrella,
Luisa Torsi

Comitato scientifico
Patrizia Asproni, Maria Chiara Carrozza,
Alberto Castelvechchi, Monica Centanni,
Pietro Curzio, Luciano Floridi,
Alessandro Giuli, Marco Magnani,
Maria Cristina Messa, Maurizio Morra Greco,
Alessandro Pajno, Mariarosaria Taddeo,
Marco Tavani, Roberto Vittori

CREDITS

copertina, pag. 1

Courtesy Loris Cecchini e GALLERIA
CONTINUA / Foto di Ela Bialkowska,
OKNO Studio

pag. 4

Artokoloro / Alamy Stock Photo /
Penta Springs

pag. 6

Courtesy Galleria Lia Rumma, Milano-Napoli /
Foto di Danilo Donzelli

pagg. 7, 22-25

Commissioned by TBA21-Academy.
Foto di Moira Ricci © Joan Jonas

pagg. 10, 15

Courtesy Ilaria Abbiento

pag. 12

Courtesy Ettore Favini

pagg. 16-17, 95

Courtesy Elena Mazzi e Fondazione Elpis /
Foto di Susanna Manuele

pagg. 18-19

Courtesy © Archivio Maria Lai by SIAE 2023

pag. 21

© Kay Sage, by SIAE 2023

pagg. 25, 97

Courtesy The Archimede Seguso's Museum
Foundation

pagg. 27, 29

Courtesy Claudia Losi / Courtesy Monica
De Cardenas, Milano

pag. 31

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale
de France

pagg. 32-33

Courtesy Francesco Arena e Studio Trisorio /
Foto di Francesco Squeglia

pag. 36

© NIWA, National Institute of Water
and Atmospheric Research

pagg. 37, 105

Courtesy Superflex / Foto di Robert Damisch

pagg. 38-39, 100

Courtesy Fiona Yacopino / Library of Congress,
Geography and Map Division

pag. 42

© Veneranda Biblioteca Ambrosiana /
Metis e Mida Informatica / Mondadori Portfolio
Codice Atlantico

pagg. 44-45

Courtesy Fondazione Pino Pascali /
Courtesy Galleria d'Arte moderna G. Carandente,
Palazzo Collicola, Spoleto / Photo © Christie's
Images / Bridgeman Images

pag. 46

© The Trustees of the British Museum

pag. 49

Courtesy Vincenzo Simone

pag. 51

Courtesy Jacopo Benassi e Francesca
Minini, Milano

pag. 52

Fonte: Marina Militare

pagg. 54, 56-57, 101

Courtesy Jacques Rougerie

pag. 60

© National Maritime Museum, Greenwich,
Londra

pag. 63

Courtesy Federico Alvarez de Toledo

pag. 65

Courtesy Alberto Luca Recchi

pagg. 66-67

Courtesy Jonathan Delafield Cook /
Courtesy Purdy Hicks Gallery

pag. 68

Magnum Photos / Ferdinando Scianna

pag. 70

Giuseppe Gerbasi / Contrasto Magnum Photos /
Jean Gaumy

pag. 71

Courtesy Monica De Cardenas, Milano /
Foto di Andrea Rossetti

pagg. 75-75

Courtesy Piero Gondolo della Riva /
Foto di Marco Morando

pagg. 76-77

Courtesy Davide D'Elia / Foto di M3S Studio Roma

pag. 79

Courtesy Silvia Camporesi

pagg. 81, 83-85

© Soprintendenza Nazionale per il patrimonio
culturale subacqueo

pag. 86

© Holt / Smithsonian Foundation /
SIAE, Italy

pag. 91

Courtesy Adrián Villar Rojas, kurimanzutto
and Marian Goodman Gallery /
Foto di Michel Zabé studio

pag. 92

Courtesy Luigi Ontani

pag. 94

Courtesy Silvia Codignola

pag. 98

Courtesy Elena Mazzi e MADRE -
Museo d'arte contemporanea Donnaregina

pag. 102

Courtesy Galleria dello Scudo

pag. 107

Courtesy collezione Claudio Libero Pisano,
Roma

Nessuntempo, Antonio Rovaldi,
2012, ceramica smaltata oro
Courtesy Collezione Claudio
Libero Pisano, Roma



GRAZIE AL PREZIOSO CONTRIBUTO DI

Jade Vlietstra, Studio Loris Cecchini // Phoebe Owston, Galleria Continua // Francesco Valli, Galleria Lia Rumma // Marco Arrigoni, Galleria Raffaella Cortese // Emanuele Garbin // Giulia Brandinelli, Archivio Maria Lai // The Archimede Seguso's Museum Foundation // Giada Fiorindi, Beatrice Pesenti, galleria Monica De Cardenas // Laura Trisorio // Valeria Cacciapuoti, Studio Trisorio // Diletta Ceccarelli, Superflex // Fiona Yacopino // Marian V. Mellin, Columbia Climate School // Antonio Frugis, Fondazione Pino Pascali // Antonella Proietti, dipartimento Valorizzazione delle Culture, della Qualità e della Bellezza della Città e del Territorio Città di Spoleto // Francesca Fattori, Francesco Scalas, galleria Francesca Minini // Magali Lancien, Fondation Jacques Rougerie // Federico Alvarez de Toledo // Siena Hicks, Purdy Hicks Gallery // Patrizia Maiorca // Mufant – MuseoLab del Fantastico e della Fantascienza // Piero Gondolo della Riva // Marco Morando // Angelica Gatto, z2o Sara Zanin // Catherine Belloy, Marian Goodman Gallery // Luigi Ontani // Patrizia Gambari, Museo Ontani // Massimo Di Carlo, Elena Dalla Costa, Galleria dello Scudo // Antonio Rovaldi // Luigi Ficacci // Caterina Volpi // Stefano Amoroso // Loris Cecchini

Un ringraziamento allo Stato Maggiore della Marina per la collaborazione e a Gian Paolo Manzella per i documenti su Altiero Spinelli e le sue dichiarazioni sui materiali rari di profondità in un intervento del 1975, al tempo in cui Spinelli era commissario europeo per la politica industriale e tecnologica

ILARIA ABBIENTO ELISA ALBANESI GEMMA ANDREONE FRANCESCO
ARENA JACOPO BENASSI LUIGI BENEDUCI GIUSEPPE BERUTTI
BERGOTTO SILVIA CAMPORESI LORIS CECCHINI EDWIN CERIO
SILVIA CODIGNOLA KIRA COLEY BARBARA DAVIDDE JONATHAN
DELAFIELD COOK DAVIDE D'ELIA EMANUELA FANELLI ALFONSO
FARINA ETTORE FAVINI MARCO FERRANTE GIOVANNI FRANGI
EMANUELE GARBIN JEAN GAUMY GIUSEPPE GERBASI PIERO
GONDOLO DELLA RIVA JOAN JONAS MARIA LAI DAVID LEARY
GINEVRA LEGANZA GIORGIA LEPORE CLAUDIA LOSI GIAN MARCO
LUNA MATTEO MARCONI ELENA MAZZI MARZIA MIGLIORA ANDREA
MORINI LUIGI ONTANI GOTTARDO PALLASTRELLI GIACOMO
PAOLI PINO PASCALI VINCENZO PISANI FRANCESCO PONTORNO
ALBERTO LUCA RECCHI JACQUES ROUGERIE ANTONIO ROVALDI
MARZIA ROVERE KAY SAGE FERDINANDO SCIANNA ARCHIMEDE
SEGUSO PAOLO SELLARI VINCENZO SIMONE ROBERT SMITHSON
STENIO SOLINAS SUPERFLEX ISAAC TEFAYE FEDERICO TOSI
FABIO TRINCARDI ADRIÁN VILLAR ROJAS GUIDO VITIELLO



FONDAZIONE
LEONARDO
Civiltà delle Macchine

70
1953 - 2023

ISSN 2612-4416



9 772612 441007