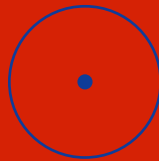


Federico Rondoni



I|U|H Avalon
Habitat Immersivo Sottomarino



*Università degli Studi di Genova
Corso di Laurea Magistrale in
Design Navale e Nautico
A.A. 2017/2018*

Relatore: Prof. Mario Ivan Zignego

Federico Rondoni

I|U|H Avalon

Habitat Immersivo Sottomarino

-

Immersive Underwater Habitat

*Università degli Studi di Genova
Corso di Laurea Magistrale in
Design Navale e Nautico
A.A. 2017/2018*

Relatore: Prof. Mario Ivan Zignego

«Prendete l'iniziativa. Mettetevi al lavoro e, soprattutto, cooperate, non ostacolatevi gli uni con gli altri e non cercate il guadagno a scapito di altri. Qualsiasi successo raggiunto in questa situazione squilibrata sarà sempre più di breve durata. Queste sono le regole sinergetiche che l'evoluzione sta utilizzando e che sta cercando di spiegarci. Non sono leggi umane. Sono le leggi infinitamente compiacenti dell'integrità intellettuale che governa Universo.» - Bucky

Alla mia famiglia,
per aver sempre tenuto accesa la luce.

Sommario

1. Prologo	1
2. Il caso particolare: il mondo sottomarino	9
2.1. Il Mare	9
2.2. Dove nascono i nostri problemi	16
2.3. Soluzioni	28
3. Progettare l'interfaccia Uomo-Ambiente	43
3.1. Interni	43
3.1.1. Considerazioni generali sull'ambiente mare	43
3.1.2. Spazi minimi: cenni	46
3.1.3. Spazi minimi: problematiche e soluzioni	59
3.2. Esterni	68
3.2.1. La variabile inferenziale	68
3.2.2. Appunti di progetto	76
4. Avalon	79
4.1. Come si va sott'acqua oggi	79
4.2. Progetto	109
Appendice: progetto grafico	147
Bibliografia	151
Sitografia	154

1. Prologo

Ogni volta che affondo oltre l'ultimo raggio di luce, le similitudini si riversano su di me. Durante tutto questo racconto ho consapevolmente rigettato il mucchio di "come se" che mi sono venuti in mente. Più strana è la situazione, più sembra imperativo fare dei paragoni con altri luoghi. L'eterno e più apprezzabile, quello che non mi toglierò mai dalla mente è l'unico altro posto comparabile con queste meravigliose regioni profonde: lo Spazio puro, lontano, oltre l'atmosfera, tra le stelle, dove la luce del Sole non cattura la polvere e i rifiuti dell'aria planetaria, dove l'oscurità dello spazio, i pianeti lucenti, le comete, i soli e le stelle devono essere davvero simili al mondo della vita, così come appare agli occhi di un essere umano stupito, in mare aperto, un mezzo miglio verso il basso.

WILLIAM BEEBE

“Adattamento all’ambiente: è la capacità dell’individuo di creare una relazione con l’ambiente che lo circonda, in cui agisce e opera, così da riuscire ad ottenere la soddisfazione dei propri bisogni fisici e sociali”¹. In altre parole è quella peculiarità che ci ha permesso di conquistare le terre emerse, di plasmare il territorio a nostro piacimento e che ci ha portato ad essere l’unica specie in grado di progettare il proprio futuro.

Darwin ci ha insegnato che in natura sopravvive solamente l’essere vivente che sa meglio adattarsi all’ambiente in cui si trova. L’homo sapiens, ovvero la specie a cui apparteniamo, deve la sua fortu-

1. <http://www.treccani.it/vocabolario/adattamento/>

na proprio a questa abilità, che gli ha permesso di risultare vittorioso sulle altre specie di homo, le quali, nel corso di migliaia di anni di evoluzione non sono riuscite a sviluppare uno stesso livello di adattabilità. Questo fatto, apparentemente semplice, ci potrebbe far riflettere sul vero motivo per cui oggi possiamo considerarci la specie dominante del pianeta (anche se tale visione deriva da una concezione homocentrica che scaturisce da una conoscenza ristretta della storia della Terra e dell'Universo). Spesso ci viene ricordato che il nostro successo deriva dall'intelligenza, particolarmente sviluppata rispetto a quella di altri animali; tuttavia i nostri antenati si trovavano a vivere in un mondo che aveva poco spazio per il pensiero astratto e molto per quello concreto. Si potrebbe dunque pensare che il vero successo dell'homo originario sia stato il pollice opponibile, grazie al quale la nostra intelligenza si è sviluppata, allenata dalla fabbricazione di utensili; tuttavia le altre specie di ominidi possedevano le stesse identiche abilità. Qual è stato dunque il vero motivo per cui è sopravvissuto solo un tipo di essere umano ancestrale, che poi ha dato vita a tutta la storia conosciuta?

Stephen Hawking (1942 - 2018) sosteneva che "l'intelligenza è la capacità di adattarsi al cambia-

mento”². Dunque quella che noi identifichiamo come intelligenza, intesa come capacità di trovare soluzioni semplici a problemi complessi, si potrebbe identificare con la nostra dote di adattamento, la quale, tra le altre cose, è stata in grado di farci superare indenni due ere glaciali.

Seguendo questa chiave di lettura, lo studio della storia dell'uomo potrebbe essere assimilato allo studio di come l'essere umano ha saputo adeguarsi alle diverse condizioni che si è trovato ad affrontare. È stato proprio grazie ad una di queste condizioni, in particolare alla necessità di trovare del cibo là dove la terra non ne offriva più, che le prime popolazioni di coltivatori si sono trasformate da nomadi in stanziali. L' "adattamento culturale" che ne è derivato, ovvero quell'insieme di "adattamenti (adjustments) che comprendono un ampio repertorio di conoscenze sulla costruzione delle abitazioni, sugli stili di abbigliamento, sulle economie (o tecnologie) di sussistenza, e sui riti religiosi, oltre a forme di organizzazione sociale ed economica" (Fuciarelli, 2016/2017, p. 10), ha garantito un rapido sviluppo intellettuale delle popolazioni umane. Per renderci conto della portata di quanto accaduto, basti pensare che i primi homo

2. <https://www.ilsole24ore.com/art/tecnologie/2018-03-14/le-frasi-hawking-vera-intelligenza-120633.shtml?uuid=AEV7AIGE>

habilis sono comparsi sulla terra circa 2,4 milioni di anni fa e che per i restanti due milioni e 370.000 anni hanno vissuto raccogliendo il cibo che trovavano e costruendo piccoli utensili. Successivamente, 36.000 anni fa, l'uomo ha cominciato ad assumere la conformazione fisica e mentale che ci è familiare grazie ad un altro tipo di adattamento, quello "fenotipico", per cui "ogni comportamento è una forma di risposta regolatoria-fenotipica che serve sia per mantenere una relazione stabile con l'ambiente che per assicurare le modifiche necessarie in caso di variazioni ambientali" (Fuciarelli, 2016/2017, p. 7). Ma è solamente negli ultimi 6.000 anni che l'essere umano si trasforma da semplice preda degli eventi, a individuo in grado di modificarli. Tutta la nostra cultura è nata e si è sviluppata nell'arco di questo ultimo breve lasso di tempo, grazie ad una semplice variazione di comportamento. L'homo sapiens, che per migliaia di anni era sopravvissuto cacciando e raccogliendo i frutti della Terra, aveva dato inizio alla più grande rivoluzione della storia, cominciando a coltivare la terra modificando così l'ambiente in cui viveva. Da quel momento, civiltà di ogni tipo hanno potuto dare vita ad opere che ad oggi ci lasciano a bocca aperta, siano esse concrete o astratte; la nostra capacità di adeguamento ci ha permesso di esprimere i nostri migliori talenti, portando alla

luce menti geniali.

Se quanto sostenuto sino a qui è corretto, allora l'intelligenza di cui siamo dotati deriva dalla capacità di modificare le nostre abitudini, che a loro volta ci consentono di modificare l'ambiente che ci circonda, rendendolo più confortevole. Questa catena, sorretta dalla capacità di adattamento, rappresenta la spina dorsale della "civiltà" ed è la catena che ci ha permesso di variare la nostra conformazione fisica fino a creare tutte le varianti di noi stessi che possiamo incontrare per strada. Alla luce di questo fatto, pare evidente che la forza del genere umano sta proprio nell'abilità di spostarsi e creare nuove condizioni favorevoli alla vita. Questo ci ha permesso di raggiungere ogni angolo delle terre emerse garantendo la sopravvivenza dei nostri antenati e la nostra.

Tuttavia la scarsa comprensione di questa abilità ha causato dei danni, a volte irreparabili, al nostro pianeta fino ad arrivare al punto in cui siamo noi stessi l'origine dei pericoli che minacciano oggi la nostra sopravvivenza. La sfida che dobbiamo cogliere dunque, è quella di comprendere a pieno le nostre potenzialità e sfruttarle per rendere la nostra Casa sempre più sicura, evitando le scorciatoie che spesso a lungo termine hanno portato a situazioni che hanno richiesto, o richiederanno, decine di anni per essere risolte.

Partendo da questi presupposti, si è cercato di sviluppare un lavoro di tesi che, trattando aspetti generali, possa portare a soluzioni particolari finalizzate alla parziale, o più auspicabilmente completa, soluzione di alcuni dei problemi che oggi ci affliggono.

2. Il caso particolare: il mondo sottomarino

L'acqua che ci circonda non è dissimile da quella che anima le nostre cellule, dove la chimica della vita si rigenera e si annienta. Persino i nostri pensieri nuotano da un neurone all'altro, attraverso gli elettroliti sciolti nell'acqua in cui sono immersi. Il liquido amniotico dove nuotiamo nell'oscurità dei primi mesi del nostro viaggio terreno altro non è che un nostro personissimo mare, di cui ricordiamo per sempre il respiro, il battito, il calore. Il mare scorre nelle nostre vene, il nostro cuore batte al ritmo delle sue onde. Siamo venuti qui, nel mare, ma dal mare non siamo mai andati via.

Luca Parmitano

2.1. Il Mare

Le grandi avventure ci colpiscono da sempre, siano esse frutto della fantasia di qualche personaggio, oppure fatti realmente accaduti. A volte queste ultime ci sembrano talmente impossibili da indurci a credere di non essere mai state portate a termine. Entrambi i tipi tuttavia hanno qualcosa in comune, ovvero la capacità di ispirare le nuove generazioni nell'affrontare le sfide del futuro. Un tempo tali storie potevano solamente essere raccontate a voce o attraverso i libri e questo rappresentava un ostacolo non indifferente alla sopracitata ispirazione generazionale. Con l'avvento della comunicazione di massa si è avuto accesso illimitato a tutte le storie di avventure presenti e

passate, oltre ad aver ottenuto la possibilità di interagire direttamente con chi le vive, pur trovandosi dall'altra parte del mondo. Certamente sarebbe stato bello parlare con Colombo quel giorno di ottobre in cui mise piede per la prima volta in America; chissà quanti bambini avrebbero sognato di fare i navigatori se la sua missione fosse stata trasmessa in diretta. Purtroppo oggi non ci rimangono molte testimonianze di quel mitico viaggio, se non poche pagine di qualche diario. Tuttavia, anche se il lato romantico di quell'avventura non venne subito colto dalle masse, sicuramente quello che accadde in seguito, ovvero la colonizzazione di un intero continente, ha indirizzato la storia dell'uomo verso direzioni precise. Lo stesso destino è toccato a molte altre avventure, di cui magari non si è subito capita la portata, ma che in un modo o nell'altro hanno influenzato le scelte fatte successivamente.

Per molti anni, se non secoli, la maggior parte di queste storie ha avuto un personaggio comune: il mare.

Fino all'avvento della macchina a vapore, l'unico modo che conoscevamo per percorrere grandi distanze in breve tempo era l'andar per mare. Gran parte delle scoperte scientifiche e soprattutto tecnologiche, che ci hanno permesso di espandere le nostre conoscenze oltre i confini delle

piccole nazioni, sono scaturite dalla necessità di trovare nuove e migliori soluzioni ai problemi che incontravamo navigando. La voglia di scoprire nuove terre ha portato generazioni di naviganti e navigatori ad affrontare le sfide più impervie, le divinità marine, a dare la vita per aprire nuove rotte in nome delle più disparate cause (Dio, il Re, la Patria). E mentre inizialmente si andava per mare per necessità, ad un certo punto (almeno secondo i racconti che ci sono giunti) si è cominciato a navigare per piacere. Alcune delle persone che decidevano di spendere la propria vita su una nave, in un ambiente angusto, sporco e spesso pericoloso, non lo facevano solamente perché attratti da un guadagno sicuro ma per il gusto di scivolare sull'acqua. Il senso di libertà derivante dall'idea di non avere confini, di poter andare in ogni direzione ha spinto l'uomo verso nuovi orizzonti.

Da sempre dunque il mare rappresenta un luogo di sfida e di opportunità, un luogo temuto e rispettato, che può significare la vita, ma anche la morte per molte persone. Nel corso dello sviluppo della civiltà umana gli abbiamo attribuito i più svariati ruoli: fonte di cibo, via di comunicazione veloce, campo di battaglia, climatizzatore naturale, fonte di energia, discarica. Analizzare il nostro rapporto con questo ambiente naturale rappresenta un arduo compito, poiché ci si deve

avvicinarsi a un qualcosa estremamente distante dalla nostra sfera di sicurezza.

Il primo passo che si potrebbe fare in questa direzione, è cercare di capire le ragioni che ci spingono a considerare il mare con tutte le sfumature che gli attribuiamo. Quella che ricorre più spesso è l'interpretazione secondo cui sarebbe uno spazio immenso e sconosciuto, bello ma allo stesso tempo spaventoso perché popolato da una moltitudine di esseri viventi di cui ignoriamo tutto o quasi. Alcuni ne hanno timore, altri invece provano una specie di riverenza nei suoi confronti; per Paracelso (1493 - 1541) è addirittura "il luogo dove vi è più energia al mondo è quello dove l'elemento acqua si unisce all'elemento terra"³. Sicuramente la visione che ne abbiamo risale molto indietro nel tempo, probabilmente a molto prima che i nostri più lontani antenati iniziassero a camminare su due zampe. È dato ormai per certo che le prime forme di vita sul nostro pianeta si siano formate in profondità, nelle fredde acque oceaniche in un ambiente fortemente alcalino. Il legame con questo ambiente potrebbe dunque essere insito all'interno del nostro DNA, poiché rappresenta uno degli elementi primordiali che hanno contribuito

3. <https://paginesparsesite.wordpress.com/2017/02/12/la-teoria-cosmologica-degli-elementi-da-lao-tze-a-paracelso/>

a farci venire al mondo. Sicuramente una volta che le prime forme di vita sono uscite dall'acqua alla conquista delle terre emerse, questo legame primordiale si è allungato, tant'è che la successiva speciazione ha portato ad una moltitudine di esseri viventi che oggi non sarebbero in grado di resistere nell'ambiente da cui siamo venuti. Oltre all'origine biologica, c'è anche un'altro aspetto che ci colpisce ogni volta che guardiamo questa enorme distesa blu: la voglia di tuffarcisi dentro. In qualche modo tale comportamento potrebbe essere assimilato ad un voler ritornare all'origine, un voler accorciare nuovamente quel legame che si è allungato milioni di anni fa, oppure potrebbe derivare dal nostro innato senso di avventura, dalla nostra curiosità e dal desiderio di conoscere quello che alla vista ci viene negato. In questo il desiderio di immergersi nel mare potrebbe essere paragonato al desiderio di esplorare nuovi mondi, in giro per l'universo. Forzando un parallelismo, ricordato anche da William Beebe nel suo "Mezzo Miglio Sotto" del 1934, si potrebbe dire che lo spazio oltre l'atmosfera si rispecchia nel mondo sottomarino poiché entrambi sono infiniti e assolutamente sconosciuti. Entrambi ci chiamano e ci dicono allo stesso tempo di stare attenti, perché non sono fatti per noi, o meglio noi non siamo fatti per loro.

La vita così come la conosciamo oggi è un complicatissimo meccanismo estremamente fragile. L'Universo nella sua interezza, al contrario, è un sistema estremamente semplice ma molto resistente. L'evoluzione in tutta la sua complessità, è stata per milioni di anni ferma al punto di partenza, concentrandosi solamente nella sua prima creazione: la cellula. In quel minuscolo spazio ha concentrato tutte le sue capacità, rendendo la cellula la forma di vita più resistente che esiste. Al contrario, nell'arco dei successivi miliardi di anni che hanno portato fino ad oggi, la vita è mutata drasticamente raggiungendo un livello di complessità tale che un ammasso di milioni di cellule è in grado di avere pensieri astratti⁴. Mentre gli organismi unicellulari hanno saputo adattarsi agli ambienti più impervi, come le alte temperature dei camini vulcanici sottomarini o i ghiacci dell'Artico, gli esseri pluricellulari hanno dovuto sviluppare delle specificità per sopravvivere. Divenendo sempre più complessi, gli esseri viventi hanno perso la capacità di affrontare i cambiamenti drastici, come quelli derivanti dalle rapide mutazioni climatiche. La vita sul nostro pianeta esiste dunque grazie a delle specifiche condizioni, che se variate rischiano di portare all'estensione esseri viventi specia-

4. Schatzing, 2006.

lizzati.

Se la vita umana si fosse dunque basata solamente sulla specializzazione, probabilmente oggi non saremo qui, ma magari verremo studiati come fossili. L'essere in grado di creare ripari sicuri, per noi e i nostri simili, ci ha preservato nel corso dei millenni e ci ha permesso di evolvere fino al punto in cui siamo oggi. Questo è stato possibile perché siamo abili nell'utilizzare le risorse che troviamo sparse sulla Terra, trasformandole a nostro piacimento.

Tuttavia, la consapevolezza odierna di essere in grado di fronteggiare le avversità, non deve cullarci rendendoci ciechi di fronte a quello che potrebbe accadere. Spesso l'idea predominante è quella che l'uomo sia il massimo esempio dell'evoluzione, perfetto nel suo insieme e che con l'intelletto sia in grado di dominare il pianeta.

Va ricordato che anche i dinosauri per i loro tempi erano perfetti: dominavano il pianeta non con l'intelletto ma con la stazza e la forza. Dominarono questo pianeta per più di 100 milioni di anni, ovvero un lasso di tempo molto più lungo rispetto al nostro, occupando ogni ambiente: terra, mare e cielo. L'estrema specializzazione però fu anche la causa che li portò all'estinzione, poiché non furono in grado di contrastare i cambiamenti che scaturirono dall'impatto di un meteorite con

la Terra.

Da qui potrebbe essere tratta una morale: che nulla è scontato, la vita è incontrollabile e tutto può mutare, facendo crollare convinzioni che sembrano scolpite nel marmo, come se fossero un castello di carte.

2.2. Dove nascono i nostri problemi

Oggi, al di là di ogni considerazione, l'uomo ricopre un ruolo di primaria importanza all'intero del nostro ambiente. Con l'ausilio dell'intelletto è la specie che ha impresso maggiormente la sua impronta sulla Terra. Non sempre però tali cambiamenti sono risultati vincenti e spesso ci siamo resi conto troppo tardi, che abitudini che credevamo avrebbero migliorato la nostra vita, in realtà la stanno mettendo a dura prova. L'umanità probabilmente è la sola specie che sistematicamente cerca di distruggere le stesse fonti che la sostentano.

Uno dei casi più emblematici di tale comportamento è il sopracitato rapporto con il mare. Mentre è vero che nell'accezione comune il mare ricopre tutti quegli aspetti che sono stati già tratti, forse fin troppo spesso il nostro comportamento nei confronti di questo luogo è privo di ogni logica. Partendo dalla considerazione fatta sull'ori-

gine della vita e dunque il legame che esiste tra noi ed il mondo marino, bisognerebbe cercare di capire come mai gli oceani rivestono un ruolo talmente importante da essere fondamentali. Queste enormi distese di acqua, che per molti sono semplicemente una superficie increspata dalle onde, sono in realtà un piccolo/grande cosmo parallelo al nostro. Esse ricoprono il 71% della superficie terrestre, immagazzinando il 97% di tutta l'acqua presente sul nostro pianeta. Più dell'80% della vita sulla Terra si sviluppa sott'acqua, esprimendosi in una varietà di forme di cui per la maggior parte ignoriamo l'esistenza. Inoltre gli oceani producono l'85% dell'ossigeno presente nell'atmosfera ed immagazzinano il 90% del calore che ci arriva dal Sole, rilasciandolo poi successivamente e contribuendo a mantenere le temperature delle fasce climatiche stabili. L'uomo, nonostante tutta la tecnologia che possiede, ne ha esplorato solamente il 5%.⁵

5. <http://www.seaorbiter.com>



Immagine 1. Sfile planetarie, searorbiter.com

Da questi dati è facile trarre delle conclusioni. Gli oceani rappresentano una inestimabile fonte di risorse, che contribuisce al funzionamento del sistema Terra, in perfetta sinergia con quanto accade nelle terre emerse. La nostra scarsa conoscenza del mondo marino tuttavia rischia di portarci fuori strada, facendoci credere che una cosa così grande non possa risentire dell'influenza della civiltà moderna.

Dal secondo dopoguerra ad oggi, complice il boom economico del blocco occidentale prima e

delle nazioni del blocco orientale poi, si è dato avvio ad un sistema economico basato sul consumo. Lo spirito che ha prevalso è stato quello dell'ottimismo dovuto alla nuova condizione di pace globale (o pace apparente), che ha generato un sistema produttivo che non ha tenuto conto dei fattori ambientali, nello sviluppo di un'industria capace di sfornare prodotti di massa. La sregolatezza con cui si è proceduto ed in parte si procede tuttora, alla realizzazione di beni di prima necessità e non, ha fatto sì che dall'inizio del secolo scorso l'uomo ha accelerato il rilascio di sostanze inquinanti nell'atmosfera (in particolare l'anidride solforosa), toccando livelli mai raggiunti nel corso dell'intera storia dell'umanità⁶. Oltre all'inquinamento dovuto alla realizzazione dei prodotti, questi ultimi sono diventati loro stessi fonti di inquinamento. L'ottimismo generale e il boom economico hanno fatto credere alle persone che il progresso fosse inarrestabile e che i vecchi prodotti potessero essere subito rimpiazzati con quelli più nuovi e migliori. L'aumento di domanda degli oggetti di largo consumo, in particolare di tutti quelli realizzati in plastica, ha creato dei piccoli disastri ecologici: sia nei siti di fabbricazione che in quelli di smaltimento dei rifiuti provenienti dal mercato. Quello che

6. Ritchie, Roser, 2017.

ne è derivato non è stato dunque solamente un progressivo inquinamento dell'aria (dovuto all'emissione di gas e particolato in gran quantità), ma anche un inquinamento del suolo ed in particolare dell'elemento che lo attraversa: l'acqua. Uno dei danni maggiormente causati dallo smaltimento delle plastiche e degli scarti di produzione, spesso scaricati nei corsi d'acqua visti come fogna naturale in grado di auto-depurarsi, è stato il trasporto di questi in mare.

Il ciclo dell'acqua infatti, che come ben sappiamo è chiuso e rimette in circolo sempre la stessa quantità di liquido, ha la peculiarità di percorrere un sentiero circolare che parte e torna in mare. Questo permette alle sostanze nutritive di cui terra e acqua sono ricche, di mescolarsi e portare la vita nei posti più impensabili; ma allo stesso modo mette in circolo le sostanze tossiche disciolte all'interno delle gocce d'acqua. Quello che recenti studi hanno portato alla luce, è la fine che fanno le sostanze che scarichiamo volontariamente o involontariamente negli oceani. Ormai si è ampiamente dimostrato che il processo di decomposizione della plastica non porta alla sua distruzione, ma semplicemente alla riduzione delle sue parti in pezzetti molto piccoli, fino all'ordine di qualche millimetro di diametro. Il risultato della decomposizione dei prodotti realizzati con i lavorati del

petrolio genera le cosiddette microplastiche, ovvero pezzetti di plastica talmente piccoli che entrano all'interno del ciclo ambientale ed inquinano le fonti di sostentamento degli esseri viventi. Ne deriva che gli animali che vivono negli oceani, vengono a contatto ogni giorno con centinaia di migliaia di particelle di plastica ed inquinanti, che essendo molto piccole e disciolte all'interno del loro ambiente sono sistematicamente ingerite insieme al cibo. La conclusione naturale del ciclo è la pesca del pesce da parte dell'uomo (si consideri che 2,6 miliardi di persone hanno come prima fonte di proteine proprio il pescato) e la conseguente ingestione delle stesse microplastiche da parte nostra.

Abbiamo dunque visto come il ciclo produttivo e quello di smaltimento, in particolare per quanto riguarda le plastiche, genera inquinamento che colpisce in maniera diretta i mari sotto forma di microplastiche (60-80% di tutti i rifiuti marini)⁷ oppure di sostanze altamente tossiche come i PCB (policlorobifenili) o le PCDD (diossina), che fanno parte dei cosiddetti POP (Inquinanti Organici Persistenti)⁸. A questo si aggiungono gli effetti indiretti dell'inquinamento dovuto alla liberazione

7. <http://www.oneworlddoneocean.com/pages/our-goals>

8. https://it.wikipedia.org/wiki/Inquinante_organico_persistente

di sostanze nocive nell'atmosfera. I gas serra, ovvero quei gas presenti nell'atmosfera, trasparenti alla radiazione solare in entrata sulla Terra, ma che riescono a trattenere in maniera consistente la radiazione infrarossa emessa dalla superficie terrestre, dall'atmosfera e dalle nuvole⁹, sono i principali responsabili del riscaldamento del nostro pianeta. Essi rappresentano la barriera naturale che ha permesso la vita, fungendo da barriera alla fuga del calore dalla superficie del pianeta verso lo spazio aperto. Tuttavia il loro aumento, dovuto appunto ai processi produttivi e di trasformazione delle materie prime, ha portato un sovra-riscaldamento ambientale, che sta modificando l'ecosistema per come lo conosciamo. Uno degli aspetti più vistosi di tale trasformazione è l'aumento del livello dei mari, che partendo dal 1993 è aumentato di circa 3 mm l'anno con un'accelerazione di 0,08 mm ogni anno. Gli studiosi hanno calcolato che da qui al 2100 i mari dovrebbero raggiungere un livello più alto di circa 10 mm rispetto a quello attuale¹⁰. Questo fenomeno si sta verificando a causa dell'innalzamento delle temperature terrestri che provocano due diversi sintomi: il distanziamento

9. Gas Serra, https://it.wikipedia.org/wiki/Gas_serra

10. Redazione, *Ancora più accelerato l'innalzamento dei mari*; in *Le Scienze*, 13/02/2018, http://www.lescienze.it/news/2018/02/13/news/accelera_aumentolivello_mare-3861737/

tra le molecole dei mari e dunque un conseguente aumento di spazio necessario per contenerli, e il rapido scioglimento della calotta glaciale artica. Le conseguenze potrebbero essere disastrose per le città costiere, che rappresentano la maggior parte degli insediamenti umani.

Non tutto però è perduto. Ultimamente si è cominciato a ragionare in vista di tali eventi che potrebbero risultare fatali per l'uomo, cercando di riparare i danni fatti e di evitare quelli futuri. Le emissioni di inquinanti in atmosfera per esempio sono calate rispetto ai picchi raggiunti negli anni '80, tuttavia ancora rimane lontano l'obiettivo di "emissioni zero" concepito dalle Nazioni Unite. Emissioni zero non significa non immettere in atmosfera gas e particolato (che comunque andrebbe eliminato poiché difficilmente smaltibile all'interno dell'ecosistema), ma fare in modo che la quantità di gas prodotto sia uguale a quella che il nostro pianeta riesce a trasformare all'interno del ciclo ambientale. Nel settore dei rifiuti marini invece siamo più indietro.

È stato calcolato che ogni anno finiscono in mare 8,8 milioni di tonnellate di plastica, che danneggia almeno 100.000 tartarughe marine e 1.000.000 di animali marini in generale¹¹. Questa

11. <http://www.oneworlddoneocean.com/pages/our-goals>

plastica deriva principalmente dagli imballaggi con cui conserviamo le cose (anche i cibi). I soli Stati Uniti utilizzano ogni anno 102 miliardi di sacchetti di plastica, che spesso vengono usati nel breve tragitto tra il supermercato e casa, per essere successivamente gettati. La maggior parte del rifiuto plastico che finisce in mare, si accumula in punti precisi del pianeta, come nell'Oceano Pacifico, in cui esistono delle vere e proprie isole di rifiuti che si ammassano dove le correnti marine contribuiscono al ricircolo delle sostanze nutritive.

Quello che potrebbe essere fatto è limitare l'uso dei contenitori in plastica e soprattutto dei sacchetti, favorendo il riutilizzo piuttosto che lo spreco. Inoltre ci sarebbe bisogno di un contributo da parte dei governi, che dovrebbero emanare delle leggi ad hoc per diminuire l'uso dei derivati del petrolio, che prima o poi finiscono in mare. Un'iniziativa interessante è quella del governo cinese, che ha ristretto l'utilizzo delle borse in plastica eliminando 40 miliardi di sacchetti in un solo anno, risparmiando tra l'altro 11,7 milioni di barili di petrolio¹².

Oltre a quanto riportato sopra, gli oceani della Terra corrono anche un altro pericolo, relativo allo sfruttamento eccessivo delle loro risorse natura-

12. *Idem*.

li. L'estrazione di petrolio e gas, di metalli preziosi e l'overfishing, stanno mettendo a dura prova il mare. Sorvolando sulle prime due tematiche, troppo vaste per essere trattate in questo lavoro, ci si vuole soffermare sulla terza. Dal 1961 ad oggi la richiesta di pescato è aumentata di circa due volte rispetto alla crescita della popolazione globale: 3.6%/anno della prima, contro 1.8%/anno della seconda. Tale comportamento può essere sempre ascritto alla sopracitata crescita economica, che ha reso accessibili ai più, beni che prima erano accessibili solamente a poche persone. La forte richiesta di pesce soprattutto da parte dei paesi cosiddetti "sviluppati", ha generato un effetto di sfruttamento intensivo delle zone di pesca migliori, che spesso si trovano all'interno delle acque territoriali (o in prossimità di esse) di paesi poveri o in via di sviluppo. Le grandi industrie ittiche internazionali hanno messo in campo una vera e propria flotta, con lo scopo di portare sul mercato pescato a basso costo e rispondente ai gusti dei consumatori. Uno studio pubblicato da una squadra di ricercatori dell'Università della California - Santa Barbara e del progetto Global Fishing Watch, mette in luce che l'attività di pesca copre almeno il 55% degli oceani. Inoltre, nel 2016 i mari sono stati solcati da circa 70.000 navi della flotta peschereccia globale, le quali hanno coper-

to una distanza di 460 milioni di chilometri¹³.

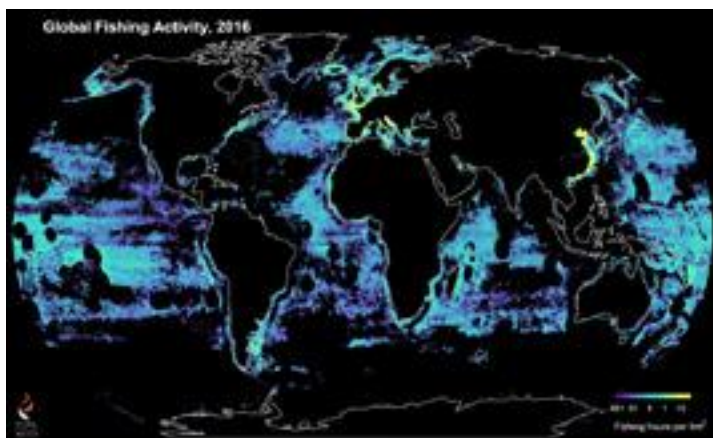


Immagine 2. Attività di pesca globale indicante le ore di pesca per chilometro quadrato, globalfishingwatch.org/map/

Il risultato di queste campagne di pesca è disastroso: circa il 90% dei grandi pesci è scomparso, prima perché pescato direttamente ed ora a causa della pesca degli esemplari più giovani, che quindi non riescono a diventare adulti e a raggiungere le dimensioni che dovrebbero avere. Il restante 10% della popolazione rischia di scompa-

13. <http://www.greenreport.it/pesca-e-allevamenti/limpronta-globale-della-pesca-monitorata-dai-satelliti/>

rire dalla faccia della Terra a causa dell'overfishing in poco meno di quaranta anni¹⁴. Inoltre poiché la maggior parte dei consumatori richiede del pesce specifico, che spesso è possibile reperire solo dall'altra parte del mondo, c'è un'enorme quantità di pescato che viene rigettato in mare, perché finito per errore all'interno delle reti. È stato calcolato che l'ammontare dei pesci che vengono prima catturati e poi rigettati in mare, spesso morti, è di circa 20 milioni di tonnellate l'anno¹⁵.

Oltre i danni causati all'ecosistema, l'overfishing ha anche un altro effetto: i pescherecci delle grandi compagnie sono delle vere e proprie navi, in grado di spingersi molto al largo per diversi giorni. I pesci che finiscono nelle reti di questi mostri del mare non riescono dunque a raggiungere le acque più vicine alla costa, dove operano le imbarcazioni dei pescatori locali.

Come è stato detto sopra, i territori di pesca migliori si trovano al largo delle coste di paesi per lo più poveri ed è facile immaginare quale possa essere il danno della pesca intensiva alle popolazioni che abitano le zone costiere di questi paesi. Il risultato è che popolazioni la cui unica fonte di sostentamento è la pesca, si ritrovano a dover lot-

14. <http://www.oneworldocean.com/pages/our-goals>

15. *Idem*.

tare per riportare a casa qualche chilo di pescato al giorno (e spesso nemmeno quello).

2.3. Soluzioni

Tutte le problematiche riportate sopra, l'inquinamento atmosferico, l'inquinamento da microplastiche ed agenti chimici, l'innalzamento del livello dei mari e lo sfruttamento intensivo delle risorse oceaniche, richiedono un enorme sforzo della comunità internazionale per essere risolte. Fondamentali saranno nei prossimi anni, gli studi che potranno essere compiuti per conoscere meglio questi luoghi, che troppo spesso vengono solo incorniciati in una bella foto di qualche vacanza. Inoltre ci sarà bisogno di una grande campagna di sensibilizzazione dell'opinione pubblica, cercando di mostrare le potenzialità di un mondo in cui gli oceani godono di buona salute.

Gli ostacoli da affrontare per riuscire nell'intento di comprendere e proteggere il mare, partono innanzitutto dagli elevatissimi costi che i ricercatori di tutto il mondo sono costretti ad affrontare per compiere studi su e negli oceani. Il costo delle spedizioni oceanografiche, fondamentali per la raccolta di dati in maniera continuativa, è esorbitante e sempre più spesso i centri di ricerca si trovano a corto delle risorse economiche necessarie

per affrontarli. Il prezzo giornaliero per il noleggio di una nave da ricerca si aggira intorno ai 10/12 mila dollari, poiché si tratta di un mezzo complesso che deve essere manovrato da personale esperto e che consuma una grande quantità di risorse energetiche. Alcuni avanzamenti tecnologici recenti stanno cercando di migliorare questo aspetto della ricerca, focalizzandosi principalmente su due aspetti: l'automatizzazione della raccolta dei dati e il miglioramento dell'efficienza delle navi da ricerca (possibilmente con l'impiego di fonti di energia rinnovabile). Mentre il secondo aspetto rimane molto legato al settore navale in generale, il primo è fortemente influenzato dal tipo e dalla quantità di dati che devono essere raccolti.

Uno dei punti di forza dei corpi immersi in acqua è che non sono soggetti alla sola forza di gravità, ma vengono sostenuti dalla spinta di Archimede, ovvero da quella forza di galleggiamento verticale uguale al peso del fluido che il corpo stesso sposta in acqua¹⁶. Questo fa sì che un corpo neutro, ovvero soggetto ad un sistema di forze in cui forza di gravità e spinta si equivalgono, risulta sostanzialmente senza peso quando è completamente immerso. Tale principio è alla base delle dimensioni di alcuni degli animi più grandi mai esistiti, come

16. White, 2009.

le balenottere azzurre. La loro evoluzione, non incontrando i limiti dati dalla gravità che ci schiaccia al suolo, le hanno fatte crescere a dismisura. Lo stesso concetto può anche essere applicato ai manufatti dell'uomo ed in particolare a tutti quei veicoli, mezzi e sistemi utilizzati in oceanografia. La possibilità di avere libertà di sviluppo in ogni direzione ci ha permesso di creare oggetti enormi, come i ROV (Remotely Operated Vehicle), che possono essere equipaggiati con gli strumenti più disparati. Questi, insieme agli AUV (Autonomous Underwater Vehicle) ed agli Underwater Glider, rappresentano la nuova frontiera della ricerca marina. Il loro più grande vantaggio è che permettono agli scienziati di arrivare dove l'uomo non potrebbe mai spingersi, a causa delle condizioni estreme del mondo sottomarino. Inoltre un altro aspetto positivo è che con l'affinarsi delle tecniche di progettazione e costruzione di questi strumenti, si sta cercando di arrivare al punto in cui non ci sarà più bisogno di impiegare grandi navi da ricerca per arrivare nel luogo deputato allo studio, ma si potrà inviare da terra direttamente il sistema automatizzato sul posto. Tranne i ROV, che essendo collegati alla superficie tramite l'ausilio di un cavo ombelicale (da cui passano le comunicazioni e l'energia) saranno comunque sempre soggetti all'utilizzo di imbarcazioni, gli AUV ed i Glider po-

trebbero riuscire a raggiungere l'obiettivo che la comunità scientifica si sta ponendo: quello di costruire una rete di sensori costantemente immersi in acqua. In particolare i Glider risultano essere la sfida più avvincente, poiché hanno la peculiarità di potersi spostare nel mare senza l'ausilio dei motori. Il loro movimento è garantito da un sistema di bilanciamento interno dei pesi (con spostamento del baricentro verso prua o verso poppa) e da un variatore d'assetto, ovvero una specie di vescica natatoria che gonfiandosi o sgonfiandosi rende il sistema positivo o negativo, spingendolo rispettivamente verso l'alto o verso il basso. Il tutto è completato da un paio di ali che garantiscono un effetto di portanza quando il veicolo è negativo e di deportata quando il veicolo è positivo. Il vantaggio di utilizzare un sistema come questo è quello di poter mantenere un veicolo in mare per diverse settimane, se non mesi, raccogliendo un buon numero di dati. Un principio molto simile è applicato ad un altro sistema utilizzato per lo studio degli oceani. Il float è molto simile ad una boa, dotata di una vescica natatoria simile a quella del Glider, ha la possibilità di scendere in profondità (quando assume un assetto negativo) e risalire in superficie (quando assume un assetto positivo); inoltre può essere trasportata dalle correnti mari-

ne.¹⁷ Attualmente esiste una rete globale di questi strumenti, circa 3982 sparsi per tutti gli oceani del pianeta, che costituisce il più esteso progetto di monitoraggio marino che sia mai stato realizzato dall'uomo. Questo progetto, denominato Argo in onore della mitica nave che porto Giasone e gli Argonauti alla ricerca del Vello d'Oro, si pone come principale obiettivo quello di costruire un modello internazionale di cooperazione tra studiosi, al fine di raccogliere dati, creare modelli ed utilizzare quanto scoperto per capire l'interconnessione tra oceani e cambiamenti climatici¹⁸.

I progressi che si stanno facendo nel campo dell'oceanografia tuttavia non sono sufficienti, da soli, a salvaguardare i mari della Terra. A fianco della ricerca andrebbe implementata una campagna di sensibilizzazione sistematica, che parta dai bambini e raggiunga il grande pubblico. Jean-Michel Cousteau, figlio dell'esploratore francese Jacques-Yves Cousteau, diceva parlando dei lavori del padre: "come possono le persone proteggere quello che non capiscono?"¹⁹. La sfida è insegnare alle persone che gli oceani sono un posto magni-

17. Float, [https://en.wikipedia.org/wiki/Float_\(oceanographic_instrument_platform\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Float_(oceanographic_instrument_platform))

18. <http://www.argo.ucsd.edu>

19. https://www.ted.com/talks/fabien_cousteau_what_i_learned_from_spending_31_days_underwater

fico, che abbiamo il dovere di salvaguardare. Per fare questo alcune associazioni in tutto il mondo stanno portando avanti una strategia di diffusione delle conoscenze e di lotta all'ignoranza, che spesso genera le problematiche sopra citate. Le più note sono sicuramente Sea Shepherd e Greenpeace, che hanno adottato entrambe un sistema di lotta diretta alle ingiustizie che vengono perpetrate nei confronti degli oceani e dei loro abitanti. Sono note ad esempio le battaglie contro le baleniere giapponesi, oppure quelle fatte in difesa dei ghiacciai polari. Esistono poi altre associazioni che perseguono gli stessi obiettivi, ma utilizzano canali più tradizionali per la diffusione delle conoscenze. One World One Ocean è un'associazione che ha come scopo quello di portare sul grande schermo il mondo marino. Il suo fondatore, Greg MacGillivray, ha sfruttato la tecnologia IMAX, ovvero un sistema di proiezione che ha la capacità di mostrare immagini e video con una grandezza e una risoluzione molto superiori alla norma²⁰, per creare documentari che mostrano la bellezza della natura nel suo stato selvaggio. Facendo questo, stanno cercando di mostrare alle persone quanto sia importante che i mari restino un posto incontaminato, dove creature maestose possono

20. IMAX, <https://it.wikipedia.org/wiki/IMAX>

vivere serenamente senza essere minacciate dalla presenza dell'uomo. Sullo stesso filone si può collocare anche la Cousteau Society, una associazione senza scopo di lucro il cui obiettivo è così espresso: "la nostra organizzazione si dedica alla protezione ed al miglioramento della qualità della vita per le generazioni presenti e future"²¹. Fondata nel 1973 da Jacques-Yves Cousteau, uno dei più importanti esploratori oceanografici della storia, nel corso di questi anni di attività ha permesso la pubblicazione di oltre cento libri e centoquindici film documentario (alcuni girati dallo stesso Cousteau). Questo materiale rappresenta un piccolo tesoro che andrebbe fatto conoscere alle persone, per far sì che altri seguano le orme del Capitano francese e si dedichino alla protezione di quel meraviglioso luogo che è il mare. Un altro progetto interessante, che si è posto l'obiettivo molto ambizioso di creare una specie di stazione marina internazionale, è il SeaOrbiter di Jacques Rougerie. L'architetto francese ha dedicato tutta la sua carriera alla realizzazione di veicoli ed habitat che possano permettere all'uomo di entrare veramente in contatto con l'acqua.

21. <https://www.cousteau.org/english/our-mission.php>



Immagine 3. SeaOrbiter concept, seaorbiter.com

SeaOrbiter, lanciato nel 2014, è un progetto filosofico/architettonico/ingegneristico, per la realizzazione di un'enorme struttura alta 51 metri, che per metà è sopra il pelo dell'acqua e per metà sommersa. Lo studio è stato portato avanti da Rougerie insieme a scienziati e progettisti di tutto il mondo, tra gli sponsor spiccano ESA ed ABB, oltre che alcune delle più importanti società di tecnologie marine della Francia. Questo enorme veicolo, in grado muoversi per gli oceani sfruttan-

do le correnti (più due propulsori per gli aggiustamenti di rotta), dovrebbe essere diviso in due sezioni: una di superficie, a pressione atmosferica, in cui vivono e lavorano i membri dell'equipaggio ed una subacquea, in pressione, a disposizione del personale scientifico. Lo scopo sarebbe quello di permettere a studiosi di tutto il mondo di collaborare nella ricerca oceanografica, garantendo anche una ricerca sottomarina continuativa²². Nonostante sia stato realizzato un primo modello in scala del progetto (testato in vasca navale per provarne la stabilità), probabilmente il mezzo reale non vedrà mai la luce, poiché troppo costoso sia in termini di costruzione che di gestione. Il vero punto di forza che permane tuttavia, è la medianicità del lavoro, che indubbiamente riesce a catturare l'attenzione del pubblico, focalizzandosi su aspetti fondamentali della ricerca scientifica marina. Purtroppo quindi ritorna il tema della dispendiosità dei mezzi utilizzati in ambito oceanografico.

Affrontare il tema della diffusione delle conoscenze non è mai semplice e purtroppo solo alcuni scienziati riescono ad essere anche dei bravi comunicatori degli studi che portano avanti. Uno di questi è senza dubbio Fabien Cousteau, nipote di

22. <http://www.seaorbiter.com>

Jacques, che ha fatto della sua vita una missione di protezione degli oceani e diffusione del sapere. Oltre ad aver fondato il Fabien Cousteau Ocean Learning Center, una no-profit impegnata nella sensibilizzazione dei bambini al tema ambientale legato al mare, egli è anche famoso per aver portato a termine la missione di ricerca sottomarina più lunga della storia. Per ricerca sottomarina qui si intende non quella che può essere svolta all'interno di un sommergibile o in generale di un ambiente isolato dall'esterno, ma una ricerca sul campo nel vero senso della parola. Nel 2014 Cousteau è stato il primo acquanauta, ovvero un individuo che rimane sul fondo marino per 24 ore consecutive o più²³, a vivere per 31 giorni all'interno dell'Aquarius, l'unico habitat sottomarino controllato esistente al mondo, situato al largo delle Florida Keys a 20 metri di profondità. Il suo obiettivo era dimostrare che vivere a contatto con il mondo sottomarino è il modo migliore per fare ricerca in questo campo. In 31 giorni lui e il suo team hanno raccolto tanto materiale da poter scrivere almeno dieci articoli scientifici per ogni argomento trattato, come la mega-fauna, le barriere coralline, la vita di esseri microscopici in grado di essere osservati solo con

23. Miller, Koblick, 1984.

potenti zoom e molto altro²⁴.



Immagine 4. Aquarius Reef Base

Nel corso della storia sono stati realizzati solamente una dozzina di habitat sottomarini, ma tutti sono stati smantellati poiché troppo costosi da gestire. L'ultimo di questi è proprio Aquarius, che ha rischiato di andare in contro alla stessa fine, se non fosse stato per due aspetti fondamentali, che è possibile trattare solamente lì sotto:

24. https://www.ted.com/talks/fabien_cousteau_what_i_learned_from_spending_31_days_underwater

quello dimostrato da Cousteau e la sensazione di essere in assenza di gravità. Per questo secondo motivo, Aquarius è diventato uno dei luoghi più interessanti del mondo sottomarino, almeno di quello gestito dall'uomo. La NASA e l'ESA (European Space Agency) hanno infatti trasferito qui i loro test con gli astronauti, al fine di prepararli alle sensazioni che si provano in orbita sulla Stazione Spaziale Internazionale e durante le EVA (Extravehicular Activity). Grazie a queste azioni, esiste ancora un posto in cui l'uomo possa interfacciarsi direttamente con il mare, ma gli elevati costi di manutenzione potrebbero portare anche questa realtà a conclusione.

Analizzando dunque gli aspetti di salvaguardia e protezione degli oceani, che passano dallo studio degli stessi; considerando quanto sia importante mantenere i nostri mari in salute e cercare di far comprendere alle persone che questo ambiente è legato in maniera diretta alla nostra vita su questo pianeta, nelle prossime pagine si è cercato di sviluppare un'idea di progetto che possa rispondere alle esigenze riscontrate. In particolare si è deciso di puntare sulla sensibilizzazione dell'opinione pubblica, cercando di gettare le basi per l'ideazione di un luogo in cui persone comuni e scienziati, possano trovare un collegamento con il mare. Partendo dall'ultimo concetto trattato, ov-

vero quello che il modo migliore per interagire con gli oceani è “entrare a farne parte”; comprendendo che uno degli ostacoli principali è il costo di manutenzione dei mezzi e strumenti che vengono oggi utilizzati, si è pensato di partire concentrandosi su quello che potrebbe essere un habitat controllato, in cui possano vivere sott’acqua due persone per un determinato lasso di tempo. Cercando di fare leva prima di tutto sull’opinione pubblica, con il potente e spesso sottovalutato mezzo mediatico dell’esperienza turistica, si sono messi insieme alcuni elementi per far sì che i soggetti coinvolti in un ipotetico “soggiorno” nell’habitat, possano provare delle sensazioni che li avvicinino al mondo marino. Limitando il raggio di utilizzo dell’habitat in esame, si potrebbero avvantaggiare progetti di educazione da parte di associazioni come quelle citate sopra, scuole o soggetti privati. Un passo successivo potrebbe poi essere quello di implementare alcune funzioni per rendere l’habitat utilizzabile ai fini della ricerca oceanografica. La possibilità di gestire il mezzo anche senza l’ausilio di imbarcazioni d’appoggio, il fatto che questo non sia ancorato sul fondo ma possa essere varato ed alato e le capacità di movimento, potrebbero ridurre i costi di gestione e potenzialmente creare le condizioni per cui un tale oggetto potrebbe essere realmente utilizzato per i fini citati.

3. Progettare l'interfaccia Uomo-Ambiente

E io sogno il giorno in cui avremo città sott'acqua, e forse, solo forse, se spingiamo i confini dell'avventura e della conoscenza, e condividiamo questa conoscenza con altri là fuori, possiamo risolvere ogni tipo di problema.

FABIEN COUSTEAU

3.1. Interni

3.1.1. Considerazioni generali sull'ambiente mare

Per poter progettare un habitat controllato, in cui l'uomo possa sopravvivere per alcuni giorni all'interno di un ambiente inospitale per la nostra vita, come può essere il mare, vanno presi in considerazione diversi aspetti. Innanzitutto va chiarito il concetto di habitat, poiché questo è un termine che viene usato per descrivere diversi tipi di ambiente, inteso sia come ambiente naturale che come ambiente artificiale. Habitat è un termine latino che significa "egli abita", dunque è il luogo in cui un essere vivente "egli" vive. Per potervi vivere significa che le caratteristiche di tale ambiente, sia fisiche che abiotiche, devono permettere all'essere vivente di espletare tutte le proprie funzioni vitali, devono garantirgli sviluppo, riproduzione e una

determinata qualità della vita²⁵. Dunque è proprio da qui che bisogna partire, ovvero dal concetto di dover progettare un luogo in cui tutte questi fattori possano essere garantiti ad uno o più esseri umani.

Le prime problematiche che devono essere affrontare potrebbero influenzare l'intero progetto. Già si è parlato del fatto che in acqua esiste un vantaggio rispetto alla terraferma, ovvero che due forze opposte (quella di gravità e la spinta idrostatica o di Archimede) possono arrivare al punto di equipararsi, permettendo uno sviluppo in tutte le direzioni. Tuttavia oltre a questo vantaggio, l'acqua ed in particolare la profondità, si portano dietro anche un enorme svantaggio rispetto alla terraferma: la pressione. Man mano che si scende nella colonna d'acqua, la pressione aumenta considerevolmente rispetto a quella a cui siamo abituati. Qui nella nostra parte di pianeta, l'atmosfera composta di gas esercita una pressione media di circa 1 bar (variabile a seconda della quota a cui ci si trova), pressione che permette al nostro organismo di funzionare regolarmente. Anche in acqua la pressione varia a seconda della quota, essendo acqua e atmosfera entrambe fluidi (in realtà l'atmosfera è un insieme di fluidi) dunque

25. Habitat, <https://it.wikipedia.org/wiki/Habitat>

soggette alle stesse leggi fisiche. Tuttavia l'acqua è molto più densa dell'aria, quindi questa esercita un peso molto maggiore sui corpi che vi sono immersi, aumentando di circa 100 kPa (1 bar) ogni 10 metri. Tale aspetto è ben noto ai subacquei, che per poter scendere in profondità hanno bisogno di un sistema automatizzato di respirazione (che eroga aria alla stessa pressione dell'ambiente in cui ci si trova) e di compensare le cavità presenti all'interno del nostro corpo con tale aria. L'effetto che viene percepito quando si scende sott'acqua è una sorta di schiacciamento, questo perché l'aria a pressione atmosferica (1 bar) presente nelle parti cave di un organismo terrestre, viene premuta dalla pressione dell'acqua che cerca di occupare tutto lo spazio che può avere a disposizione. Se l'acqua non trova un ostacolo che esercita una forza uguale e contraria a quella che riesce ad esercitare, semplicemente schiaccia quell'ostacolo. Banalmente il nostro organismo non è fatto per poter sopportare tale forza.

La progettazione di un habitat in grado di resistere a tale fenomeno può quindi tenere conto di due aspetti. Il primo è quello riportato sopra della compensazione, dunque di creare un sistema per equilibrare la pressione interna dell'habitat con quella esterna, il secondo è progettare una struttura in grado di resistere all'aumento di pressione,

pur avendo al suo interno aria alla pressione di 1 bar. Entrambi i punti portano a delle enormi limitazioni, che sommate agli elevati costi di realizzazione e manutenzione di apparati sottomarini, portano ad un'unica soluzione. Tale soluzione è quella di limitare gli spazi vuoti interni, in modo che sia possibile o compensarli attraverso qualche sistema, oppure costruirvi intorno una struttura molto resistente che possa contrastare la pressione man mano che ci si sposta verso il basso. Progettare un habitat che possa ospitare degli esseri umani e che sia in grado di andare sott'acqua, significa dunque avere a disposizione spazi minimi, in cui gli ospiti devono poter svolgere tutte le proprie funzioni vitali.

3.1.2. Spazi minimi: cenni

Il primo passo che si può fare è quello di capire come rendere un ambiente molto piccolo ospitale, in modo che una persona che si trovi a dover vivere per piacere o per necessità in tale luogo, possa essere a proprio agio. Inoltre parlando di un habitat che non è saldo a terra, ma è libero di muoversi all'interno di un ambiente estremo come il mare, va considerato che tutte le funzioni sia vitali che non devono essere svolte all'interno di questi spazi minimi.

Fortunatamente nel corso della storia sono stati numerosi gli esempi di studio su abitazioni (fisse o mobili) di dimensioni ridotte. Particolari riferimenti si trovano in architettura e spaziano da abitazioni singole, moduli abitativi oppure studi di fattibilità per habitat spaziali. Chiaramente nell'ultimo caso, come per quello oggetto di questo lavoro, gli spazi ristretti sono dovuti alle limitazioni di carico dei vettori che potrebbero servire per portare tali habitat lontano dalla Terra.

Partendo dall'inizio si potrebbe affermare che i primi studi di spazi minimi derivarono dalla necessità delle persone di far entrare tutti i propri averi all'interno di case spesso pensate per un numero di abitanti molto minore rispetto a quanti effettivamente le occupavano. Nel corso dei secoli, insieme alla società, si è evoluto anche lo spazio abitativo, poiché con il miglioramento delle condizioni di vita generale della popolazione, le persone sono passate da essere nullatenenti o quasi ad avere un discreto numero di oggetti da sistemare in casa. Tale evoluzione ha avuto nel mondo occidentale una accelerazione improvvisa grazie a due eventi specifici, che in generale hanno portato ad un boom sia economico che demografico. Il primo è stato sicuramente la Prima Rivoluzione Industriale, quando i lavoratori hanno cominciato ad abbandonare le campagne per trasferirsi in cit-

tà. Queste ultime si sono trovate improvvisamente a dover affrontare un problema di sovrappopolamento e quindi si è cominciato a pensare come far vivere questa moltitudine di persone, che avevano bisogno di un tetto sopra la testa una volta usciti dalle fabbriche. È in questo periodo (siamo alla fine del 1700) che nascono le periferie come le intendiamo oggi, ovvero quei luoghi in cui è presente l'industria e dove le persone vivono all'interno di case definite popolari. Sono proprio queste ultime che ci interessano, perché sono state il primo esempio di massimizzazione delle funzioni e minimizzazione dello spazio occupato da ogni singola abitazione. Le persone si sono ritrovate a dover vivere ammassate all'interno di spazi piccoli, che spesso erano gli unici disponibili perché forniti direttamente dal datore di lavoro. La situazione è poi rimasta sostanzialmente invariata per i successivi 150 anni. A parte casi singoli di persone benestanti, i cosiddetti borghesi, la maggior parte della popolazione ha continuato a vivere in situazioni di affollamento fino alla fine della Seconda Guerra Mondiale, quando ha iniziato a svilupparsi il modello economico consumistico occidentale. In pochi anni le persone sono passate dall'abitare in case stracolme di persone, all'abitare in case stracolme di oggetti. La cosa paradossale è che per contenere tutto quello che il boom del secondo

dopoguerra ha portato all'interno delle abitazioni, si è deciso di allargarle. La crescita economica ha portato anche una crescita della metratura quadrata a disposizione del singolo individuo. Negli Stati Uniti ad esempio, nei quarant'anni che separano il 1973 dal 2013, le case sono passate dall'occupare 154 metri quadrati all'occuparne 241 in media²⁶.

Nel corso dell'ultimo secolo tuttavia, questa crescita esponenziale delle dimensioni di spazio che ogni individuo del mondo occidentale si è trovato ad avere, ha generato anche dei moti opposti, soprattutto da parte di alcuni filosofi, architetti e letterati, che hanno iniziato a concepire una vita in cui non è importante quanto possiedi, ma come hai la possibilità di spendere il tuo tempo. È così per esempio che negli ultimi anni è nato il movimento delle tiny house (letteralmente "case minuscole"), un po' sull'onda del less is more sostenuto da Mies van der Rohe, declinato qui come un possedere meno ma avere una qualità della vita che spesso chi vive circondato da oggetti non riesce ad avere. Spesso una tiny house ha una superficie utile che si aggira intorno ai 18 metri quadrati ed è montata su ruote, proprio per sottolineare il fatto che ognuno all'interno di quello spazio ha tutto ciò

26. Boeckermann, Kaczynski, King, 2018.

di cui ha bisogno e quindi è libero di poterlo portare in ogni angolo del Mondo. Inoltre il vantaggio di queste casette è il fatto che sia la realizzazione che il mantenimento richiedono piccole somme di denaro. I vantaggi che vengono riportati da chi sostiene questo vero e proprio movimento sono dunque uno stile migliore di vita, con più tempo per se stessi e meno da dedicare alla casa, una minor spesa ed un impatto ambientale minore (con un consumo di suolo limitato e spesso l'utilizzo di materiali riciclati o riciclabili).

Come è già stato ricordato, esistono alcuni esempi di architetture che hanno trovato fondamento in un ragionamento molto simile a quello che sta alla base del movimento delle tiny house. Il primo che può essere ricordato è Ralph Erskine (1914-2005), un architetto inglese che fu tra i teorici dell'architettura organica e sociale, esprimendo un concetto umanistico dello spazio²⁷. Nel 1941 Erskine insieme ad un amico progetta e costruisce in Svezia, con le proprie mani, una piccola abitazione che chiamerà "The Box" (la scatola). Il legno, la pietra e gli altri materiali usati sono di riuso, "inclusi i mattoni che derivano da un forno abbandonato e la rete di un letto usata per l'armatura del cemento. La casa misura circa 20 mq e

27. Ralph Erskine, https://it.wikipedia.org/wiki/Ralph_Erskine

lo spazio è composto da due stanze divise da un grande camino.

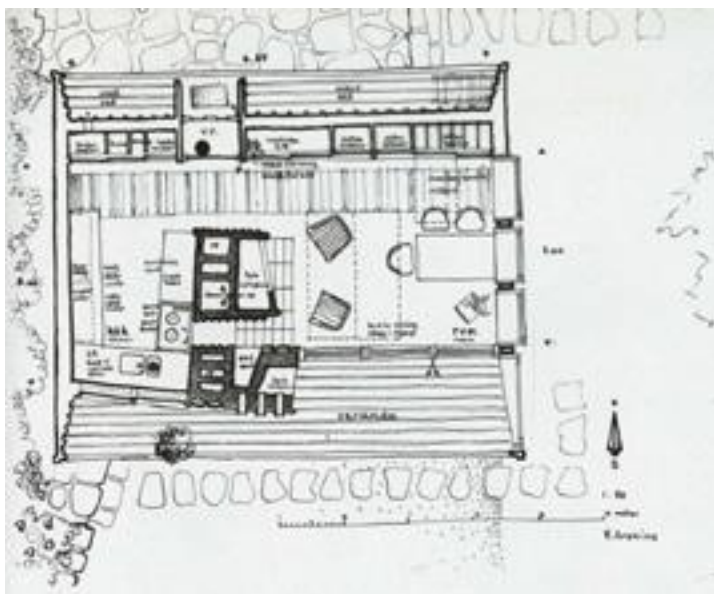


Immagine 5. Ralph Erskine, The Box house

Da un lato si trova la cucina, con una stufa a legna, e dall'altro un soggiorno che funziona anche da studio e camera da letto, nel quale la scrivania si apre a ribalta e il letto viene sollevato con un sistema di carrucole, quando serve più spazio. Ad eccezione della porta d'ingresso, la parete a nord non presenta bucaure ma una superficie dedicata ad armadi e dispense. La casa non possiede il

bagno e l'acqua viene attinta da un pozzo vicino. Il tetto viene esteso a nord per permettere il deposito di legna e sul lato sud per formare un portico coperto dotato di camino esterno. Ogni centimetro dell'abitazione è sfruttato ed elaborato con la raffinatezza propria di un designer: l'apertura di tre finestre, che percorrono orizzontalmente la parete est, permette il posizionamento di ornamenti sui loro bancali.”²⁸ (Sanna, 2017)

Nel 1951 fu la volta di Le Corbusier (1887-1965), uno dei pionieri del Movimento Moderno in architettura, che fece della progettazione su scala umana l'obiettivo di una vita. Mentre era in vacanza in Costa Azzurra con la moglie, Le Corbusier stesso racconta di aver preso una penna, e di aver progettato “sull'angolo di un tavolo di una piccola trattoria” una capanna come regalo per la moglie. Il Cabanon, che venne portato con un battello dalla Corsica a Roquebrune-Cap-Martin in Costa Azzurra l'anno successivo e sistemato su una “roccia battuta dalle onde”, rappresenta la somma dell'opera di Le Corbusier. In soli 14 metri quadrati egli riesce a sistemare tutto il necessario per una vita modesta: “a un uomo in vacanza non serve molto più di un letto, servizi, un tetto e la vista del sole

28. <http://www.artwave.it/architettura/buildings/il-valore-della-microarchitettura/>

che risplende sul mare”. Il “capanno” è così diviso in quattro porzioni uguali, dove tutti gli elementi hanno una funzione principale e spesso una secondaria.

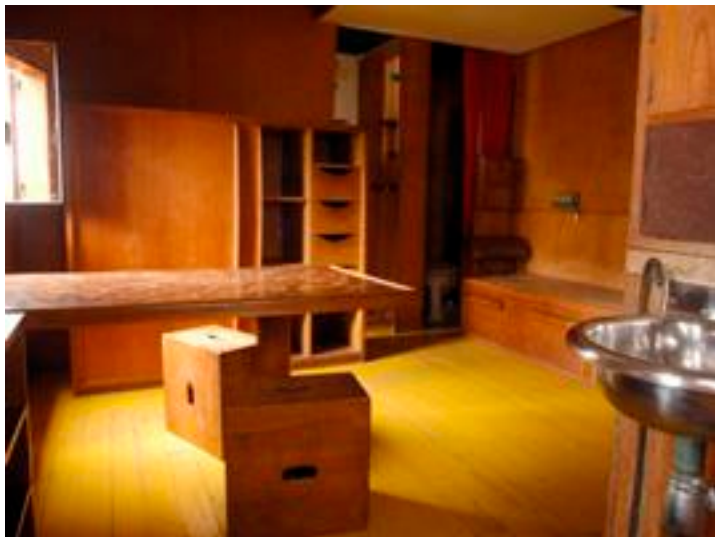


Immagine 6. Le Corbusier, Cabanon interni

Al suo interno troviamo una zona notte, con un letto che diventa anche guardaroba, una scrivania che funge anche da tavolo, un lavandino in acciaio a vista che separa l'ingresso dalla zona servizi, nascosti da una tenda rossa. Inoltre sono presenti due fessure verticali poste ai lati opposti del capanno che assicurano la ventilazione interna e due

finestre per illuminare lo spazio. Già durante la rapida progettazione gli interni sono stati pensati in legno per garantire la massima precisione realizzativa, e vengono disegnati per risultare caldi ed accoglienti; l'esterno, anche questo in legno, viene lasciato grezzo, come per confondersi con l'ambiente. Non è presente una cucina, perché il Cabanon è situato vicino al bar ristorante di un amico, l'Etoile de Mer, che gli permette di soggiornare senza preoccuparsi dei pasti. Anche se pensata rapidamente, quest'opera di Le Corbusier è un insieme di attenzioni e precisioni nei piccoli dettagli, il tutto governato dal Modulor²⁹. Egli infatti pensa ad uno spazio a misura d'uomo e per farlo utilizza la scala di proporzioni inventata qualche anno prima, dove l'uomo è rappresentato come un insieme di parti governate dal numero aureo. Il Modulor, il cui nome è una combinazione delle parole module (modulo) e or (in riferimento appunto alla sezione aurea), venne ideato per fornire "una gamma di misure armoniose per soddisfare la dimensione umana, applicabile universalmente all'architettura e alle cose meccaniche" (Le Corbusier). Le Corbusier riprende gli studi di Vitruvio e di Leonardo da Vinci, di Leon Battista Alberti e di altri, che avevano già provato a trovare proporzioni geometriche

29. Montuori, 2017.

e matematiche relative al corpo umano e di utilizzare queste proporzioni per migliorare sia l'estetica che la funzionalità in architettura³⁰. L'architetto svizzero riesce a collegare il tutto, sfruttando il numero aureo derivante dalla sequenza di Fibonacci, dove il rapporto tra due numeri successivi dà come risultato 1,618..., con i successivi numeri che vengono aggiunti man mano che si prosegue con la serie. Proprio questo numero sta alla base delle proporzioni dell'uomo del Modulor. Le Corbusier utilizzerà questo concetto anche nella progettazione di un'altra sua grande opera architettonica e filosofica, l'Unité d'Habitation di Marsiglia, che rappresenta l'unione di più moduli abitativi progettati a misura d'uomo.

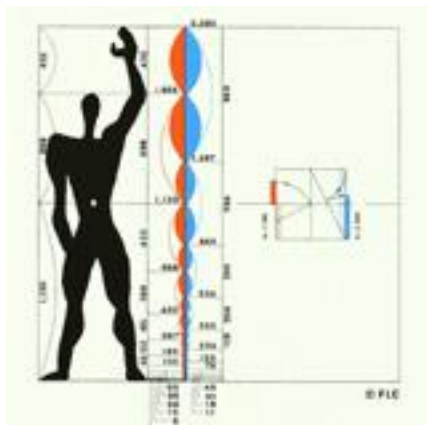


Immagine 7. Le Corbusier, Modulor

30. Modulor, <https://it.wikipedia.org/wiki/Modulor>

Nell'era moderna, ovvero negli ultimi anni, la progettazione degli spazi minimi si è rivolta anche ad un settore non propriamente legato all'architettura classica: quello spaziale. Nel 1998 è stato lanciato in orbita il primo modulo della Stazione Spaziale Internazionale, che rappresenta il primo e unico esempio di insediamento dell'uomo al di fuori dell'atmosfera terrestre. Per realizzarla e per permettere agli astronauti di poter vivere e non solo sopravvivere in orbita, sono stati messi in moto molti progettisti, i quali hanno cercato di rendere questo spazio estremamente minimo il più confortevole possibile (i grandi costi portano a poco spazio), ma anche utile ai fini delle missioni che vi devono essere svolte. Da questi studi sono nate alcune società che si stanno specializzando nel campo della progettazioni di habitat spaziali, come la Liquifer Systems, che insieme alla Comex (azienda leader nel settore dell'esplorazione sottomarina) e all'International Space University di Strasburgo, più altri partner, hanno progettato e costruito un dimostratore di SHEE (Self-deployable Habitat for Extreme Environments). Il prossimo passo dell'esplorazione spaziale sarà quello di spedire nuovamente l'uomo sulla Luna e forse su Marte. Sia nel primo che nel secondo caso (nel primo come obiettivo, nel secondo come necessità), c'è la volontà non solo di arri-

vare con un equipaggio umano sulla superficie di un altro corpo celeste, ma anche di costruirvi una base permanente. Per fare questo sarà necessario realizzare moduli abitativi molto compatti, date le limitazioni logistiche, ma che al loro interno possano avere tutto il necessario per garantire la vita di un equipaggio in ambienti dove la vita forse non si è mai sviluppata.



Immagine 8. SHEE, esterno

SHEE è un habitat che ha le dimensioni di un container da 20 piedi, ma una volta sul luogo può espandersi fino a creare degli spazi necessari ad ogni funzione: dormire, mangiare, sopperire ai propri bisogni e lavorare. Come nel caso delle micro-architetture citate sopra, anche in questo am-

biente ogni parte svolge una funzione precisa e spesso più di una.³¹

Un altro interessante caso studio, questo rimasto solo alla fase progettuale, è quello condotto dallo studio di architetti Foster and Partners sulla realizzazione e la messa in opera di un habitat per missioni su Marte. Il dato interessante di quest'ultimo studio, in cui comunque gli spazi a disposizione dell'equipaggio sono ridotti, è il fatto che la protezione esterna dell'habitat è garantita da uno scudo stampato in stampa 3D in situ, con materiale trovato sul luogo. Quello che accomuna entrambi gli habitat è il fatto di massimizzare lo spazio eliminando l'airlock (camera di equilibrio) che occorre per poter entrare ed uscire dall'ambiente con le tute spaziali. Queste infatti sono attaccate direttamente all'esterno ed è possibile accedervi dalla parte posteriore della tuta, tramite un apposito sportello. Una volta dentro poi la tuta viene chiusa e l'habitat torna isolato, permettendo all'astronauta di lavorare all'esterno.³²

Mentre in ambito spaziale si stanno investendo molte risorse sulla progettazione di moduli per equipaggio umano, in ambito marino esistono pochi studi e ancor meno esempi. L'unico che è

31. <https://comex.fr/en/space/>

32. Wilkinson, Musil, Dierckx, Gallou, de Kestelier, 2017.

possibile considerare oggi è l'Aquarius Reef Base gestito dalla Florida International University. Sostanzialmente si tratta di un piccolo scafo resistente di forma cilindrica, che può ospitare fino a sei persone e che ha all'interno tutto il necessario per condurre ricerche scientifiche sottomarine.

3.1.3. Spazi minimi: problematiche e soluzioni

Da un punto di vista concettuale la filosofia che sta alla base dell'abitare minimo può essere facilmente condivisibile, ma quando si tratta di progettare uno spazio piccolo e soprattutto se questo è calato all'interno di un ambiente estremo (come il mare o lo spazio siderale), si possono incontrare diverse problematiche sia a livello funzionale che psicologico/sociale.

Il primo di questi livelli ci pone di fronte al problema di come rendere tutto quello che è presente all'interno dell'habitat utile. Possono essere studiate soluzioni di vario tipo, tra cui una delle più utilizzate è quella di rendere ogni parte multifunzionale. Fondamentalmente questo è il principio che sta alla base degli spazi comuni dei camper o delle barche (soprattutto quelle a vela), dove spesso il tavolo si trasforma anche in letto. Inoltre, se l'habitat deve o può essere spostato, si ha

la necessità di integrare all'interno della struttura tutti gli impianti necessari al funzionamento dello stesso. Quando ci si trova in un ambiente estremo, dove le comunicazioni con l'esterno sono molto difficili o addirittura impossibili, è necessario studiare delle soluzioni tecniche per reperire le risorse necessarie al funzionamento dell'ambiente. Si tratta dunque di trovare aria, acqua ed energia elettrica a sufficienza, per permettere il sostentamento degli occupanti dell'habitat per i giorni che sono richiesti. Le principali soluzioni adottate in questo caso sono: per l'acqua un sistema di riciclo di quella utilizzata per le funzioni base, quella espulsa dal corpo degli occupanti e l'accumulo di condensa che si crea all'interno degli ambienti chiusi. Chiaramente per permettere che quest'ultimo passaggio avvenga, deve essere presente un sistema di ventilazione forzata, in modo che ogni possibile traccia di liquido all'interno dell'habitat raggiunga il sistema di riciclaggio. L'aria è basata sullo stesso principio. Presente inizialmente in bombole a pressione, viene poi filtrata e reimpressa in circolo dopo essere stata utilizzata dalle persone presenti nell'ambiente. L'energia elettrica solitamente è fornita da batterie o accumulatori; in quest'ultimo caso serve una fonte di energia esterna come il Sole (pannelli solari, come nel caso di moduli terrestri o spaziali) o una linea che

arriva da un altro luogo (come nel caso di habitat sottomarini collegati con la superficie).

Un'altra problematica legata alla funzionalità è quella dello spazio utile per le persone. La disposizione interna in uno spazio minimo, infatti, non dovrebbe tenere conto solamente dell'utilizzo delle sue componenti, ma anche della loro disposizione. Poiché un ambiente piccolo ha lo svantaggio di avere tutto molto vicino all'utente e dato che spesso questi spazi si trovano in contesti estremi, è molto importante che l'habitat sia studiato per garantire il benessere fisico di chi lo occupa e per proteggerlo da eventuali incidenti (pochi spigoli o comunque il meno possibile, superfici imbottite e altri accorgimenti simili). Molto interessante a riguardo è lo studio che viene portato avanti dagli architetti Rok Oman (1970 -) e Spela Videcnik (1971 -), professori del corso di Habitation in Extreme Environments alla Harvard University Graduate School of Design. Nell'autunno del 2014, insieme alla classe dell'epoca, Oman e Videcnik si sono recati nelle Alpi Slovene per studiare i ripari montani a disposizione degli alpinisti. Come risultato del corso è stata pubblicata una raccolta di lavori, la quale mette in luce come strutture modulari e spesso modellate sul paesaggio possano essere utilizzate per costruire un riparo in luoghi impervi come le montagne. Dallo

studio inoltre si evince che alcune delle soluzioni migliori, sono quelle che hanno preso come base di partenza proprio le dimensioni di una singola persona³³. Un ulteriore vantaggio di questo tipo di strutture, è che essendo modulari e realizzate principalmente con materiali leggeri e prefabbricati, possono essere facilmente impacchettate e spedite nel luogo in cui se ne ha bisogno; inoltre la facilità di costruzione garantisce che chiunque si trovi a doverle utilizzare, può assemblarle.

L'argomento si collega molto bene con gli studi di un grande architetto ed inventore del '900, che ha sviluppato alcune delle teorie più rivoluzionarie della storia nel campo della progettazione. Poiché i suoi lavori prima di tutto sono stati indirizzati alle nuove generazioni, affinché queste possano usarli per migliorare il mondo, sembra doveroso farne un'accenno visti i fini di questo lavoro di tesi. Richard Buckminster Fuller (1895 - 1983), detto Bucky, non si laureò mai, perché espulso due volte da Harvard. Durante la Prima guerra mondiale entrò in marina, dove apprese l'arte della navigazione e l'amore per il mare. Una volta finita la guerra, Fuller fondò una società per la produzione di case leggere, impermeabili ed antincendio che tuttavia fallì poco dopo. Nel 1927, a soli 32 anni, in banca-

33. Oman, Videcnik, 2015.

rotta e disoccupato vide sua figlia Alexandra morire di polmonite. Preso dai sensi di colpa e dal rimorso per non aver garantito una vita dignitosa alla figlia, pensò di suicidarsi; ma non lo fece. Decise invece di spersonalizzare il dolore che provava, trasformando la sua vita in un esperimento. “Voglio scoprire cosa può fare un singolo uomo per cambiare il mondo e beneficiare l’umanità intera”³⁴ (Fuller, 1927). I suoi successivi anni di vita furono un turbine inarrestabile di idee, che portarono alla realizzazione di progetti tutti volti ad un solo scopo, aiutare i suoi simili a migliorarsi. Nel 1963 scrisse *Manuale Operativo per Nave Spaziale Terra*, un manifesto in cui esprimeva il suo pensiero circa il senso della vita su questo pianeta (visto come un’astronave in moto nello spazio in cui tutti noi siamo astronauti), la sua visione del mondo e il motivo per cui l’unico progresso che ci potrà essere in futuro sarà quello condiviso dall’umanità intera. Proprio dal concetto di moto egli deriverà tutta la sua filosofia, poi declinata nell’ambito della progettazione. Nel 1975 Fuller disse: “in Universo tutto è costantemente in moto e tutto si muove sempre nella direzione di minor resistenza. Occupandoci sempre in termini di Universo finito

34. R. B. Fuller, https://it.wikipedia.org/wiki/Richard_Buckminster_Fuller

o totalità di comportamento, siamo in grado di lavorare dal tutto generalizzato al particolare o manifestazione del caso speciale della somma generale. Questa è la base del grande resoconto della meccanica quantistica³⁵. Egli crea una parola per descrivere il moto che vede in Universo (lo chiama così, quasi a personificarlo), ovvero Dymaxion, che è un'unione delle parole dynamic, maximum e tension, e la usa per descrivere le sue invenzioni.

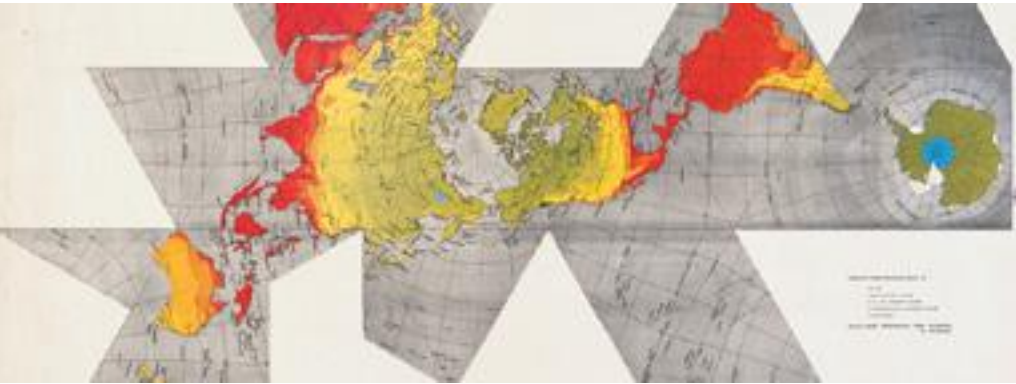


Immagine 9. Dymaxion Map, The Buckminster Fuller Institute

La più celebre è sicuramente la Dymaxion map, uno sviluppo piano del globo terrestre, che al contrario delle proiezioni utilizzate in cartografia mantiene le proporzioni tra superficie sferica e superficie piana; inoltre questa mappa può svilupparsi

35. Fuller, 2018.

in diversi modi, anche rappresentando i continenti come un'unica striscia continua di terra, circondata dagli oceani. Il significato è che facciamo tutti parte dello stesso mondo.

Tuttavia il progetto che forse lo caratterizza di più (ma non quello che lo ha reso immortale) è la Dymaxion House.

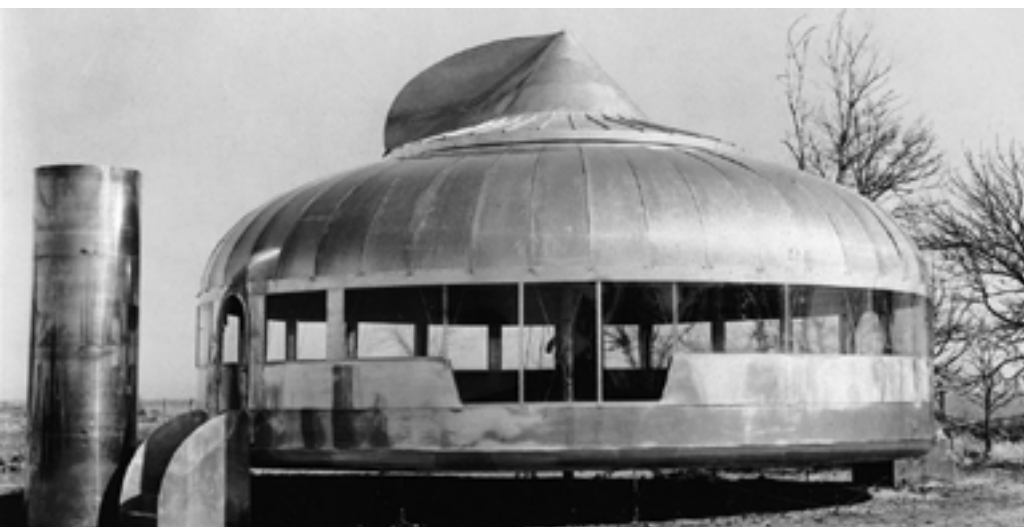


Immagine 10. Dymaxion House

Questa è una casa avveniristica composta da moduli prefabbricati in lamiera, ed ha una peculiarità: è possibile spedirla via posta perché interamente contenuta all'interno di un cilindro. È composta da un albero centrale che funge da colonna

portante e a cui sono attaccate tramite dei cavi le pareti, che si sviluppano in circolo introno a questo. Il principio è quello dei tendoni del circo, ma Fuller riesce a sfruttarlo per creare uno spazio abitativo fisico che genera una superficie di circa 150 metri quadrati³⁶.

L'intento di tale invenzione era chiaro, Buckminster Fuller sentiva il dovere di creare un habitat sicuro per persone che non potevano permettersi una casa, o che l'avevano persa a causa di qualche sciagura. Purtroppo questo progetto rimase solo un'idea. Realizzata in pochissimi esemplari (tra cui uno in cui Fuller abitò) la Dymaxion House rappresenta oggi la volontà di creare un ambiente vivibile, lì dove in altri modi non si sarebbe potuto fare.

Dopo aver analizzato dunque quali sono le problematiche funzionali che gli spazi minimi si portano dietro, e come è stato già pensato di risolverle, si può passare all'analisi del livello psicologico/sociale. L'ambiente fisico serve come base per la nostra salute ed il nostro benessere. Fattori fisici, psicologici, sociologici possono influenzare il nostro comportamento attraverso la mente, lo spirito ed il corpo³⁷. Ogni organismo tende a mantenere il proprio stato di omeostasi, ovvero

36. <https://www.inverse.com/article/13715-forget-geodesic-domes-buckminster-fuller-s-dymaxion-house-was-his-masterpiece>

37. <https://www.dakkopec.com/about>

quella condizione in cui tutti i sistemi fisici e psicologici funzionano regolarmente. Nel momento in cui uno stressor (fattore esterno all'individuo) perturba questo equilibrio, il corpo cerca di ripristinare l'omeostasi attraverso una risposta adattativa, che varia da soggetto a soggetto. Quando ci si trova in una situazione di non equilibrio, si va incontro allo stress. Lo stress è un evento comune nella vita di ciascun individuo, che può causare effetti considerevoli, spesso a lungo termine, sul cervello e sul comportamento. Esistono due tipi di stress, quello positivo (eustress) e quello negativo (distress), che rispettivamente significano sfida e sovraccarico³⁸. Se dunque un individuo si trova a vivere una situazione a lui estranea, potrebbe facilmente andare incontro a stress. Nel caso di persone chiuse all'interno di spazi piccoli, come ad esempio può essere un habitat controllato, gli stressor possono essere molti: la poca privacy, la condivisione forzata dello spazio a disposizione, l'eventuale isolamento dal resto del mondo, la paura per qualche avvenimento poco familiare. È bene dunque tenere conto anche di questi fattori quando ci si approccia alla progettazione di uno spazio minimo. Possibili soluzioni ad una situazione di stress potrebbero essere: permettere agli

38. Fuciarelli, 2016/2017, p. 12.

utenti di ascoltare musica, creare le condizioni per cui si possa essere in sintonia con gli altri individui con cui si è costretti a passare del tempo, farsi un bagno o una doccia, praticare ginnastica, scrivere, dipingere o dedicarsi a qualche attività, respirare profondamente.

Queste sono alcune delle linee guida che vengono seguite dai programmi spaziali per l'addestramento degli astronauti, i quali una volta fuori dall'atmosfera sono costretti a vivere a contatto con poche persone per lunghi periodi.

3.2. Esterni

3.2.1. La variabile inferenziale

Da un punto di vista filosofico, l'ambiente che ci circonda potrebbe essere associato ad un sistema statistico inferenziale, ovvero un sistema in cui la matematica gioca un ruolo fondamentale per quantificare il processo di apprendimento tramite l'esperienza. L'ambiente non è altro che un'insieme di esseri viventi e condizioni al contorno che influenzano il comportamento di questi ultimi e li fanno progredire nella scala evolutiva. In tutto questo si cala la figura dell'uomo che, come è stato ricordato in precedenza, è l'unica che sia in grado di modificare in maniera massiva lo spazio in

cui vive.

L'architettura gioca da sempre un ruolo fondamentale nella cultura delle persone, essendo questa sia frutto che stimolo allo sviluppo della società. Gli architetti cercano di leggere il mondo e di renderlo fruibile all'essere umano, inseguendo i concetti di bellezza e funzionalità (a volte enfatizzando uno dei due).

Negli ultimi due secoli alcuni protagonisti del mondo dell'architettura, hanno cercato di trovare un collegamento tra la natura che ci circonda e il nostro operato. Per questi personaggi è stato ed è tutt'ora fondamentale trovare un legame con l'ambiente naturale, poiché per troppo tempo l'uomo è stato un'aggiunta al paesaggio, mentre tutti gli altri esseri viventi si fondono con questo e ne creano infinite sfaccettature. La natura e l'architettura sicuramente hanno un rapporto millenario, già gli antichi egizi inserivano elementi architettonici di richiamo naturalistico all'interno delle proprie opere. Passando poi per le popolazioni greche e romane, si è dato sempre maggiore importanza al mondo naturale. Forse è solo con l'inizio del medioevo che l'uomo perde parzialmente questo legame tra arte e natura, anche se il gotico francese ed inglese (in parte anche quello italiano) creano comunque delle geometrie che ricordano la crescita verso l'alto di un organismo.

Il legame con il mondo naturale torna alla ribalta tra la fine del '700 e l'inizio dell'800, quando il romanticismo comincia a descrivere la natura come sublime e ne trae ispirazione. Per quanto riguarda l'architettura sicuramente un primo passo verso la resa delle forme il più naturali possibili, quindi lontane dalle forme squadrate che caratterizzano la maggior parte delle costruzioni della storia, venne fatto con l'Art Nouveau (fine 800 primi 900). In particolare un esempio di come gli architetti abbiano cercato di riprodurre forme naturali, si ha con la declinazione spagnola di questo movimento, il cosiddetto Modernismo catalano. Tra i suoi rappresentanti, Antoni Gaudí (1852 - 1926) fu sicuramente colui che impresso maggiormente la sua traccia al paesaggio, principalmente della sua Barcellona, creando edifici che non solo sembrano usciti da qualche libro di fiabe, ma che potrebbero tranquillamente essere integrati in una foresta. La sua opera più grande ed incompiuta, la Sagrada Família, è forse il biglietto da visita più bello della città catalana, con il suo intrico di guglie e pinnacoli di pietra, sembra quasi un bosco fossilizzato riscoperto dopo molti secoli dall'uomo.

Successivamente, in particolare nel periodo collocato tra le due guerre mondiali, si prese ispirazione da quello che i primi pionieri dell'architettura organica avevano realizzato, dando vita

al Movimento Moderno. Tale movimento si pose come obiettivo quello del rinnovamento dei caratteri, della progettazione e dei principi dell'architettura, dell'urbanistica e del design³⁹. Da questo si sviluppò poi una branca dell'architettura detta Architettura Organica, che ha cercato di trovare una via per promuovere l'armonia tra uomo e natura. La strada è quella dell'equilibrio tra ambiente costruito ed ambiente naturale, attraverso l'integrazione dei vari elementi⁴⁰. In pratica, quello che si voleva realizzare erano costruzioni che da un lato preservassero l'ambiente naturale in cui si trovavano e dall'altro potessero mimetizzarsi con lo stesso. Il fondatore dello stile organico architettonico fu Frank Lloyd Wright (1867 - 1959) che parlando dell'arte del costruire affermava che questa sarebbe dovuta essere una poetica serenità anziché una efficienza mortale. La Casa sulla cascata del 1935 è esattamente l'espressione di questa filosofia, dove lo spazio adibito al vivere dell'uomo è compenetrato con quello naturale. Gli ambienti si sviluppano dall'interno verso l'esterno ed abbracciano la cascata che scorre sotto la casa. Collocandola all'interno di un bosco, Wright vuole

39. Movimento Moderno, https://it.wikipedia.org/wiki/Movimento_Moderno

40. Architettura Organica, https://it.wikipedia.org/wiki/Architettura_organica

sottolineare come un'oggetto artificiale e spersonalizzato come può essere una casa, costituito a prima vista da forme semplici, possa in realtà acquistare un'anima perché connesso con il mondo.

Le forme semplici vennero poi riprese anche da altri grandi rappresentanti del Movimento Moderno, come Alvar Aalto (1898 - 1976) e Ludwig Mies van der Rohe (1886 - 1969), mentre l'Architettura Organica venne sviluppata da architetti come il già citato Erskine e da Hugo Häring (1882 - 1958). Tuttavia il concetto filosofico alla base del movimento organico non venne colto in pieno e forse in questo senso aveva ragione Häring quando sosteneva che "Il Mondo non è ancora abbastanza pronto"⁴¹.

Forse il mondo pronto non lo era davvero e c'è la probabilità che ancora non lo sia, anche se oggi un'architettura sviluppata in sintonia con l'ambiente comincia a prendere sempre più piede. Con l'avvento dei computer e della grafica digitale, ci si è spinti in settori che fino a qualche anno fa erano impensabili e la ricerca in questo senso è sempre più indirizzata ad un metodo di progettazione basato sui dati. Un esempio è la Digital Morphogenesis, ovvero una progettazione parametrica che sfrutta la potenza di calcolo delle macchine per

41. Blundell, 1986.

realizzare progetti di strutture che riprendono le suddivisioni presenti in natura⁴². O ancora la Bionic Architecture, che cerca di integrare il mondo naturale con quello artificiale, progettando oggetti, mezzi ed edifici che ricordano molto animali o piante, ma con qualcosa che sembra venire da un futuro immaginato solo nei film.

Il discorso sull'architettura organica non sarebbe completo se non venisse citato Buckminster Fuller. Egli tra l'altro fu un grande sostenitore della digitalizzazione della progettazione, poiché credeva che l'automatizzazione della società sotto tutti i punti di vista, avrebbe portato degli enormi benefici in termini di qualità della vita. Inoltre, come è stato già ricordato, Fuller fu un grande sostenitore della filosofia del futuro collettivo. Sotto quest'ottica non potè non lavorare a strutture in grado di interfacciarsi con l'ambiente, progettando una delle invenzioni architettoniche più importanti della storia: la cupola geodetica. Nel lavoro di Fuller si ha una sorta di riassunto di tutto quello che è stato detto fino a questo punto, poiché egli non si limitò a creare qualcosa in grado di integrarsi nell'ambiente naturale, creò qualcosa che in natura esiste già anche se lui non ne era a conoscenza. Utilizzando la matematica Fuller si

42. Leach, 2009.

immaginò una struttura autoportante, dove ogni singolo elemento contribuisce alla resistenza del tutto. In linea con il suo pensiero utilizzò elementi naturali come la linea geodetica (la linea di minor distanza tra due punti su una superficie curva) e la sfera, che rappresenta la forma primaria del nostro pianeta, per creare qualcosa che potesse svolgere due funzioni: quella di costruire un riparo semplice da assemblare ma estremamente resistente e quella di monito per il futuro, poiché come una cupola geodetica funziona se funzionano tutte le sue componenti, così la Terra può progredire solo se tutti cooperano tra di loro. La cupola di Fuller da quel momento è stata impiegata nei più diversi modi, anche perché ha come proprietà quella di essere tanto più resistente quanto più è grande. La sua resistenza la rende anche estremamente leggera, poiché può essere realizzata con elementi cavi, tanto che potrebbe bastare un solo uomo per costruirne una di dimensioni considerevoli. Secondo quanto riportato da Hugh Kenner (1923 - 2003), se si riuscisse a costruire una cupola geodetica di mezzo miglio di diametro e dentro si avesse aria di un grado più calda rispetto a quella atmosferica, tale struttura potrebbe fluttuare in aria come una bolla di sapone⁴³. Avendo quindi

43. Kenner, 2003.

queste caratteristiche di grande resistenza, poco peso e facilità di messa in opera, la cupola geodetica è perfetta per ambienti estremi come i ghiacci polari, le montagne e forse un giorno le città sottomarine. Inoltre dato il suo aspetto molto futuristico, è stata utilizzata in moltissime rappresentazioni di fantascienza, per missioni su altri pianeti o nel caso di mondi paralleli.



Immagine 11. Cupola Geodetica, Spoletosfera

Lo studio che Fuller ha svolto sulla struttura della cupola geodetica è, come si è detto, frutto di un'attenta analisi del mondo naturale, tanto che nel 1985 venne scoperta una classe di sostanze allotrope molecolari del carbonio che hanno la

stessa struttura della cupola di Fuller. In onore del grande inventore, questa classe di sostanze è stata chiamata Fullerene. Il fatto sottolinea la connessione intrinseca tra la matematica con cui progettiamo i nostri edifici ed il mondo naturale.

3.2.2. Appunti di progetto

Riassumendo tutto quello che è stato detto fino a questo punto, si è provato a gettare le basi per un progetto che agendo in locale e quindi con il singolo individuo, possa in qualche modo essere utile per l'obiettivo globale. Tale obiettivo risulta essere la salvaguardia degli oceani (poiché questi garantiscono la vita sulla Terra) attraverso la conoscenza come primo step e lo sviluppo successivo di azioni atte alla protezione del mondo marino. Per fare questo si è pensato che una delle vie percorribili sia quella della progettazione di un habitat controllato, che possa garantire ad una o due persone di stare a contatto con il mare per qualche giorno. L'esperienza derivata potrebbe essere utile sia sotto l'aspetto scientifico (si potrebbe rivolgere al pubblico della ricerca), che sotto l'aspetto ludico/culturale.

Focalizzandosi sul secondo, ma tenendo in considerazione anche il primo, sono state fatte delle scelte progettuali precise sia nell'ambito

del funzionamento dell'ambiente, sia per quanto riguarda il suo utilizzo ed il suo rapporto con l'esterno. Di riguardo è stata la scelta della forma, che ha tenuto conto sia delle indicazioni tecniche da applicare ai corpi immersi, sia di quelle concettuali. Basandosi sul principio di architettura organica l'habitat è stato pensato come simile ad un essere vivente, questo per evitare il più possibile intromissioni con l'ambiente esterno, in modo da poter osservare il mare nella sua vera forma. Si è scelto di rendere tale habitat non solo galleggiante, ma di permettergli un certo grado di mobilità in ogni direzione (compresa quella verso il basso), in modo da analizzare la situazione sotto diversi punti di vista. Poiché quello che colpisce di più del modo in cui stiamo all'interno dell'ambiente marino è il rumore che deriva dalla nostra attività, l'habitat/veicolo è stato progettato per funzionare come un float, in grado di potersi muovere senza l'ausilio dei motori, così da ridurre al minimo i rumori. Per quanto riguarda lo spazio interno a disposizione dell'equipaggio, si è tenuto conto di quanto riportato sopra sia per il livello funzionale che per quello psicologico/sociale. Il progetto finale che è risultato da questa analisi, corrisponde quindi ad un veicolo sommergibile, che permette a chi vi sta dentro di godere del mare e di apprendere da questo.

4. Avalon

4.1. Come si va sott'acqua oggi

I mezzi sottomarini hanno un'origine concettuale molto antica. Alcune leggende narrano che il primo ad immergersi sotto la superficie del mare all'interno di una botte sia stato Alessandro Magno, nel 332 a.C. (Beebe, 1934). Nel corso dei secoli, la tecnica ha fatto enormi passi avanti nel campo della subacquea, grazie a personaggi noti come Leonardo da Vinci e meno noti come Auguste Piccard.

Mentre all'inizio i sottomarini furono utilizzati solamente come strumento bellico, definendone la visione che se ne ha ancora oggi, sta prendendo sempre più piede l'utilizzo di piccoli mezzi sommergibili per fini ricreativi. Inoltre alcuni centri di ricerca si sono dotati, nel corso degli anni, di mezzi da esplorazione di piccole dimensioni: i batiscafi.

Sicuramente la visione più romantica legata al mondo sottomarino si trova in letteratura, data l'inconoscibilità di questo mondo. Per molti scrittori gli abissi sono stati fonte di ispirazione, tanto quanto le loro opere sono state fonte di ispirazione per inventori e progettisti. Jules Verne (1828 - 1905) fu il primo a narrare un'avventura sottomarina, e la storia del Capitano Nemo e del suo

Nautilus ha fatto sognare alle persone un futuro in cui andare sott'acqua sarebbe stato facile come stare sulla terraferma.

Quello che esiste oggi e che ci permette di vedere da vicino il mondo sottomarino, tolti i sistemi di respirazione artificiale, può essere diviso in due categorie: veicoli ed habitat.

Nelle pagine seguenti, si è cercato di sintetizzare quello che si può trovare in giro per il mondo, si è accennato a quello che c'è stato recentemente e a quello che forse un giorno potrà esserci.

Analisi di mercato
-
Veicoli commerciali

TRITON 1650/3 LP

Depth	500m
Crew	Pilot + 2 Pax
Endurance	12 hours
Length	3.2m
Width	2.6m
Weight	4,000kg
Main Thrusters	2x3,7 kW



Il Triton 1650/3 LP è il sottomarino più compatto e leggero del mondo. Può ospitare fino a tre passeggeri ed ha una profondità operativa di 500 metri.

Depth	100/200/300m
Crew	Pilot + 2 Pax
Endurance	12 hours
Length	3.2m
Width	2.4m
Weight	3,800kg
Main Thrusters	2x6.4 kW

U-BOAT WORX SUPER YACHT SUB 3



U-Boat Worx è specializzata nella realizzazione di minisub da yacht. Questo è il modello attualmente in commercio.

SUB AVIATORS MODEL 02KS

Depth	600m
Crew	2 Pax
Endurance	80 hours
Length	4.5m
Width	3.0m
Weight	4,000kg
Main Thrusters	-- kW



La sensazione che si ha con il Sub Aviators è simile a quella del volo. Sta prendendo piede nel mercato dei mega yacht.

Depth	100m
Crew	2 Pax
Endurance	8 hours
Length	5.0m
Width	1.9m
Weight	1,800kg
Main Thrusters	-- kW

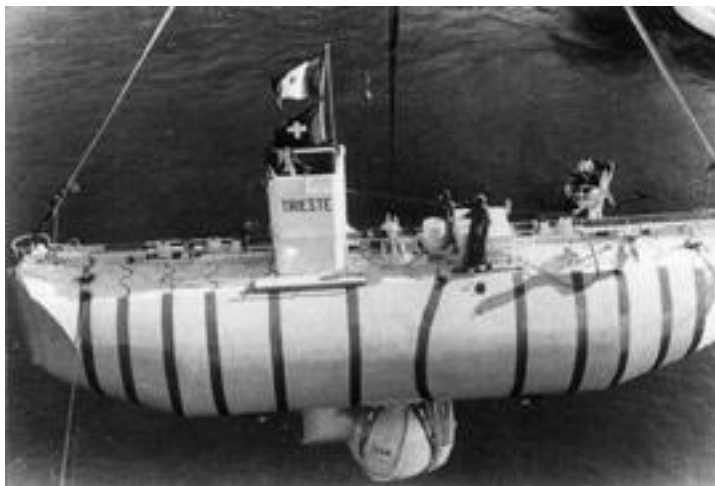
DEEPFLIGHT DRAGON



Simile al Sub Aviators come stile, anche il Deepflight propone un'esperienza di immersione che ricorda il volo.

Analisi di mercato
-
Veicoli da ricerca

BATISCAFO TRIESTE



Il Trieste è stato un batiscafo da ricerca attivo tra gli anni '50 e '70 del secolo scorso. Progettato dal fisico svizzero Auguste Piccard e realizzato dai Cantieri Riuniti dell'Adriatico in collaborazione con le Acciaierie di Terni, è passato alla storia nel 1960. Il 23 gennaio, con a bordo il figlio di Piccard ed il capitano di marina Don Walsh, il Trieste raggiunse per la prima volta nella storia il fondo della Fossa delle Marianne, toccando i 10,944 m di profondità.

DSV ALVIN



Alvin è un batiscafo varato nel 1964 ed ancora oggi in uso. Di proprietà della Marina degli Stati Uniti, viene utilizzato dal Woods Hole Oceanographic Institution per esplorazione dei fondali marini a scopo scientifico. In particolare è famoso per lo studio delle sorgenti idrotermali e per il ritrovamento di relitti. Con l'Alvin venne esplorato il relitto del RMS Titanic nel 1986.

DEEPSEA CHALLENGER



Il Deepsea Challenger è un batiscafo progettato con lo scopo specifico di riportare l'uomo sul fondo della Fossa delle Marianne, a cinquant'anni dall'immersione del Trieste. Realizzato dall'inventore australiano Ron Allum, il 26 marzo 2012 ha svolto la sua funzione, portando il regista James Cameron nel punto più profondo della Terra. Cameron è così diventato l'unico altro uomo ad esserci riuscito, dopo Piccard e Walsh.

Analisi di mercato
-
Habitat turistici

RED SEA STAR RESTAURANT



Il Red Sea Star Restaurant è stato un ristorante sottomarino, attivo fino a qualche anno fa. Situato nella città di Eilat, vi si poteva accedere tramite un'ingresso in superficie ed un ascensore, che portava gli ospiti sott'acqua. Si aveva così la possibilità di mangiare circondati dal mare e dai suoi abitanti.

ATLANTIS THE PALM HOTEL DUBAI



L'Atlantis - The Palm Hotel di Dubai è un hotel extralusso che offre ai suoi ospiti la possibilità di vivere un'esperienza sottomarina. La struttura è infatti dotata di due suites, Poseidon e Neptune, che mettono a disposizione degli occupanti ben 165 metri quadrati di superficie completamente immersa sott'acqua.

Analisi di mercato
-
Habitat scientifici

CONTINENTAL SHELF STATION TWO



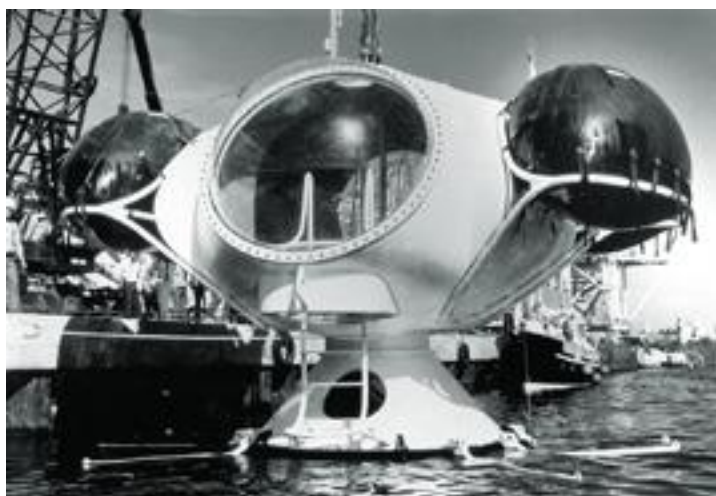
Il Continental Shelf Station Two è stato un habitat sottomarino ideato da Jacques-Yves Cousteau. Nel 1963 venne installato a 10 metri di profondità nel Mar Rosso, permettendo così ad un equipaggio di vivere sott'acqua per alcuni giorni. Fu smantellato a causa degli elevati costi di gestione.

HELGOLAND HABITAT



L'Helgoland è stato un habitat sottomarino tedesco. Venne progettato e realizzato nel 1968 con lo scopo specifico di essere utilizzato in acque estremamente fredde. Nel 1975 fu utilizzato nel Mar del Nord e nel Mar Baltico. Alla fine degli anni '70 il laboratorio è stato riportato a terra dati gli elevati costi di mantenimento.

GALATHÉE



Il Galathée è stato un habitat sottomarino progettato e realizzato nel 1977 dall'architetto francese Jacques Rougerie. Venne utilizzato da quest'ultimo per dimostrare che è possibile creare habitat sottomarini a scopo sia scientifico che ricreativo.

AQUARIUS REEF BASE



Aquarius Reef Base è l'ultimo habitat del mondo che ancora oggi viene utilizzato, anche se più volte ha rischiato di essere smantellato. Realizzato nel 1986 e posto ad una profondità di 20 metri al largo delle Florida Keys, permette ad otto persone di vivere sotto la superficie del mare per diversi giorni. Qui si addestrano gli astronauti della NASA in vista delle missioni spaziali.

Analisi SWOT

Punti di forza

- Permanenza sott'acqua per più di un giorno;
- Mobilità;
- Collegamenti con l'esterno;
- Modularità;
- Guida da remoto;
- Contatto diretto con il mare.



Opportunità

- Riscontro a livello mediatico;
- Interesse da parte di centri di ricerca e scuole;
- Sensibilizzazione dell'opinione pubblica sul tema;
- Crescente interesse negli ultimi anni nel settore del turismo legato al mare.



Punti di debolezza

- Spazio a disposizione ridotto;
- Scarsa autonomia nel lungo periodo;
- Ingombro di manovra;
- Problemi di gestione causati dall'inesperienza.

W

T

Minacce

- Costi di realizzazione elevati;
- Mancanza di fondi per attività di ricerca sottomarina;
- Eventuali incidenti che potrebbero causare preoccupazione e conseguente perdita di interesse.

4.2. Progetto

I|U|H Avalon nasce con l'intento di voler progettare un habitat sottomarino che possa svolgere due funzioni.

La prima è quella di poter richiamare l'attenzione del pubblico sul tema della protezione degli oceani. Per fare questo l'habitat è stato pensato come un qualcosa che renda fruibile, a persone non specializzate, un'esperienza che potrebbe cambiare la visione che queste hanno del mare.

La seconda è quella di fornire uno strumento in più al mondo della ricerca oceanografica, in modo da permettere agli scienziati di stare a contatto con il mare per un tempo maggiore di quello che hanno a disposizione oggi.

Il termine I|U|H, acronimo di Immersive Underwater Habitat, sta ad indicare proprio il tipo di esperienza che potrebbe essere vissuta al suo interno. Un habitat immersivo è tale non solo perché può immergersi sott'acqua, ma anche perché chi vi si trova dentro viene immerso in un mondo diverso da quello comune. Per fare questo l'habitat è stato dotato di ampie vetrate, in modo da permettere una visione chiara dell'esterno ed in più sono stati installati degli idrofoni che, attraverso un sistema stereo, riportano all'interno dell'ambiente i suoni del mare.

Contrariamente a quanto si pensa, gli oceani non sono un posto silenzioso, ma è possibile sentire un'infinità di rumori, come il canto delle balene o i versi di altri pesci. Quello che si percepisce è una sorta di concerto di schiocchi e suoni acuti che provengono anche da molto lontano, poiché l'acqua è un mezzo di propagazione delle onde sonore estremamente preciso. Spesso purtroppo le attività umane disturbano questo concerto.

Il nome Avalon è un richiamo alla tradizione letteraria bretone. Avalon è un'isola leggendaria legata al mito di Re Artù e al ciclo Arturiano. Il nome starebbe a significare Isola delle Mele e potrebbe essere legato alla fertilità di alcune isole della Britannia.

Essendo un mito Avalon è stata sempre immaginata come un luogo al di là della nebbia e potrebbe essere interpretata come la ricerca continua che contraddistingue l'uomo.

Il senso che si è voluto dare al nome dell'habitat è proprio questo. IlU|H Avalon rappresenta un'isola in mezzo al mare che ha lo scopo di portare l'uomo oltre la cortina di non conoscenza che lo separa dal Mondo d'Acqua.

Specifiche

Avalon è stato pensato per essere un habitat sottomarino autonomo, quindi non collegato con la superficie. Il suo funzionamento è di tipo float, ovvero ha la possibilità di variare il proprio assetto e conseguentemente di salire e scendere nella colonna d'acqua. Per renderlo maggiormente conforme a questo tipo di movimento si è deciso di svilupparlo in verticale.

Le sue specifiche sono:

- Altezza: 6,81 m;
- Larghezza: 4,08 m;
- Profondità: 4,20 m;
- Profondità operativa: 4,20 m;
- Dislocamento: 15000 Kg.

Per potersi immergere Avalon utilizza un sistema di casse di zavorra.

Viene calato in mare in posizione orizzontale, con la cabina di pilotaggio che guarda verso l'alto. Dall'esterno si controlla il sistema di bordo tramite connessione radio e si gestisce l'immissione di acqua nelle casse. Quando queste cominciano a riempirsi l'habitat tende a posizionarsi in verticale, per permettere l'accesso all'equipaggio. Una volta a bordo, il pilota prende possesso dei comandi e continua riempire le casse finché Avalon non acquisisce un assetto neutro.

L'immersione e l'emersione sono poi gestite tramite un variatore d'assetto posto nella parte inferiore del mezzo. Questo, variando la sua geometria grazie ad un pistone idraulico che spinge olio all'interno di una sacca, permette all'habitat di assumere un assetto positivo o negativo.

La parte resistente dello scafo ha una geometria cilindrica e contiene l'habitat vero e proprio. È realizzata in acciaio inossidabile. Il guscio esterno, che caratterizza l'aspetto di Avalon, è realizzato con uno speciale polimero riciclabile¹. Poiché tra i gusci e lo scafo resistente vi è una parte bagnata, questi non sono strutturali e quindi devono solamente resistere allo schiacciamento dovuto alla pressione dell'acqua su entrambe le facce.

La profondità massima operativa studiata per il mezzo è di 100 metri, ma per un uso ricreativo se ne consiglia l'utilizzo entro i 20, per poter godere meglio dell'ambiente esterno grazie alla maggior quantità di luce rispetto alle zone più profonde.

Il sistema di emergenza permette di resistere sott'acqua per due o tre giorini, a seconda dei consumi, e garantisce le comunicazioni con la superficie grazie ad una boa posta sulla sommità dell'habitat, rilasciata nel momento in cui ci fosse qualche problema di funzionamento.

1. <https://aerospacecue.it/titano-polimero-riciclabile-100/190/>

Essendo stato studiato in verticale, si accede ad Avalon dall'alto verso il basso, attraverso un portello stagno.

Si passa prima per la cabina di pilotaggio e successivamente, attraverso una scala retrattile, si entra nell'habitat vero e proprio.

Quando Avalon ha un assetto negativo e quindi si posa sul fondale, vengono utilizzate delle zampe retrattili per tenerlo in posizione.

Per immergersi, emergere e spostarsi, oltre al variatore d'assetto, è possibile utilizzare 6 thruster, di cui due principali di tipo azipod, posti a poppa in basso, mentre i quattro ausiliari, che servono per contrastare la spinta dei principali che altrimenti farebbe ruotare l'habitat, sono posti al centro in alto lateralmente alla cabina di pilotaggio.

Avalon è stato pensato per funzionare con all'interno aria a pressione atmosferica, per evitare la decompressione dell'equipaggio in fase di risalita. Tuttavia è prevista una camera di equilibrio a poppa, alla quale è possibile accedere dal lodge principale. La camera è dotata di una Exosuit, uno scafandro a forma di muta, che funziona con all'interno la pressione atmosferica. In questo modo un ipotetico equipaggio scientifico potrebbe effettuare delle missioni all'esterno, senza dover successivamente affrontare fasi di decompressione.















Nell'esploso a fianco è possibile vedere la distribuzione delle parti che compongono Avalon.

In rosso abbiamo i gusci di materiale plastico, che fungono da copertura della struttura vera e propria.

In blu abbiamo la parte strutturale alla quale si agganciano i gusci e i tre ambienti stagni: cabina di pilotaggio in alto, lodge (corpo centrale cilindrico) e bagno (corpo inferiore cilindrico).

Le vetrate sono realizzate in policarbonato ed hanno una forma a sezione sferica.

In nero è possibile vedere le casse di zavorra e i contenitori stagni, dentro i quali si trovano le batterie, e i sistemi di sopravvivenza dell'habitat.



Gli interni sono stati studiati secondo il *Modulor* di Le Corbusier.

In particolare le sedute, i tavoli, sia quello da lavoro che si nasconde all'interno della cucina, sia quello principale che diventa letto durante la notte, ed il bagno.

Al bagno, posto sotto il lodge, si accede tramite una colonna girevole, che funge anche da piano di appoggio per il letto aperto, oltre che da banco durante il giorno.

Gli sgabelli sono stati fissati al pavimento. La cucina, dotata di lavello e microonde, ingloba anche la cambusa e i pannelli di controllo dell'habitat.

La scala di accesso, che scende dalla cabina di pilotaggio è retrattile, in modo da non disturbare le funzioni quotidiane quando il veicolo è stazionato sul fondale.

L'habitat è stato dotato di impianto stereo che svolge due funzioni: permette di ascoltare i suoni esterni catturati dagli idrofoni, oppure della musica (come eventuale antistress).

L'ambiente è isolato da pannelli speciali, utilizzati all'interno degli habitat spaziali.

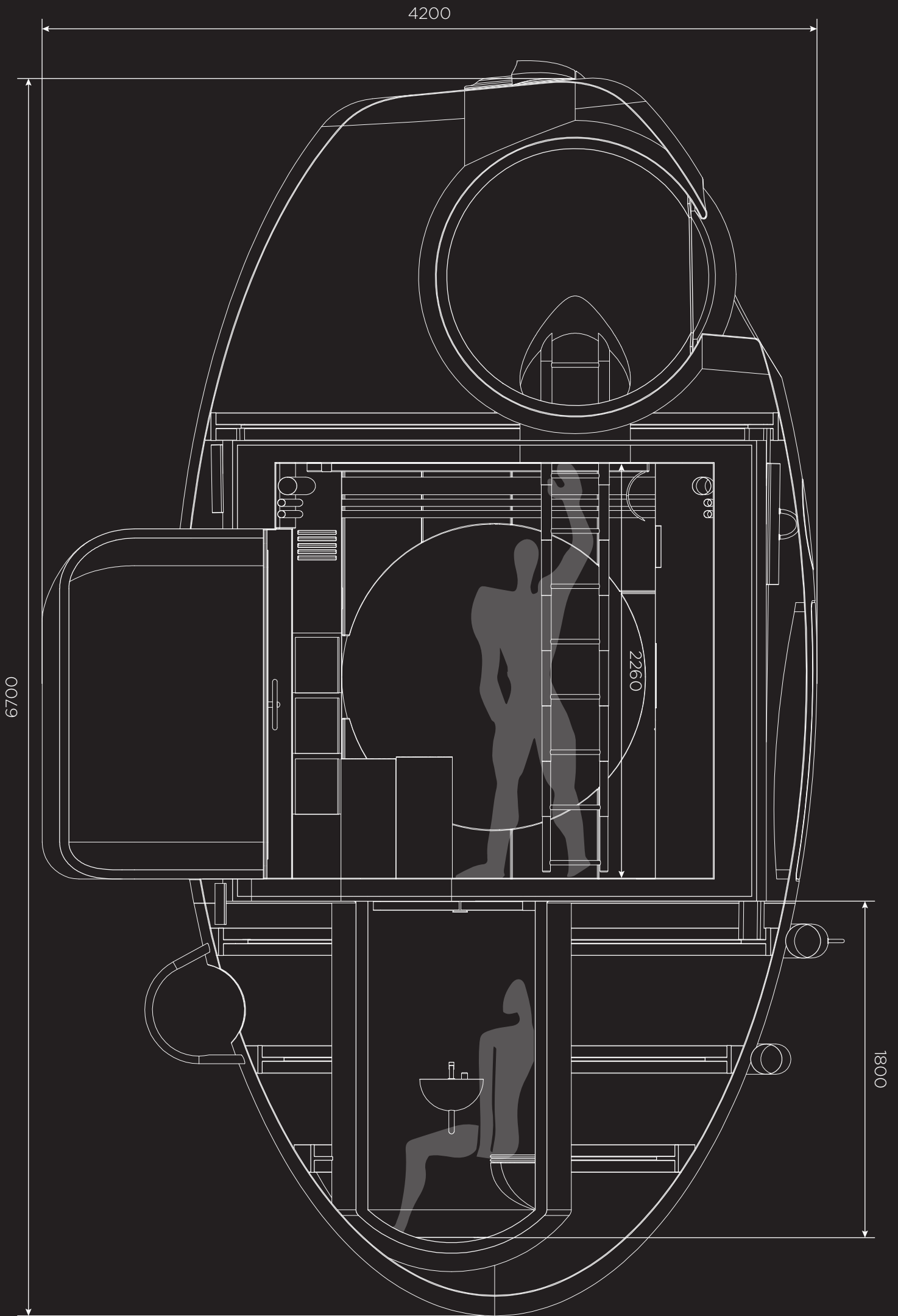
Il bagno è dotato di doccia, WC e lavello.



Le Corbusier, Modulor

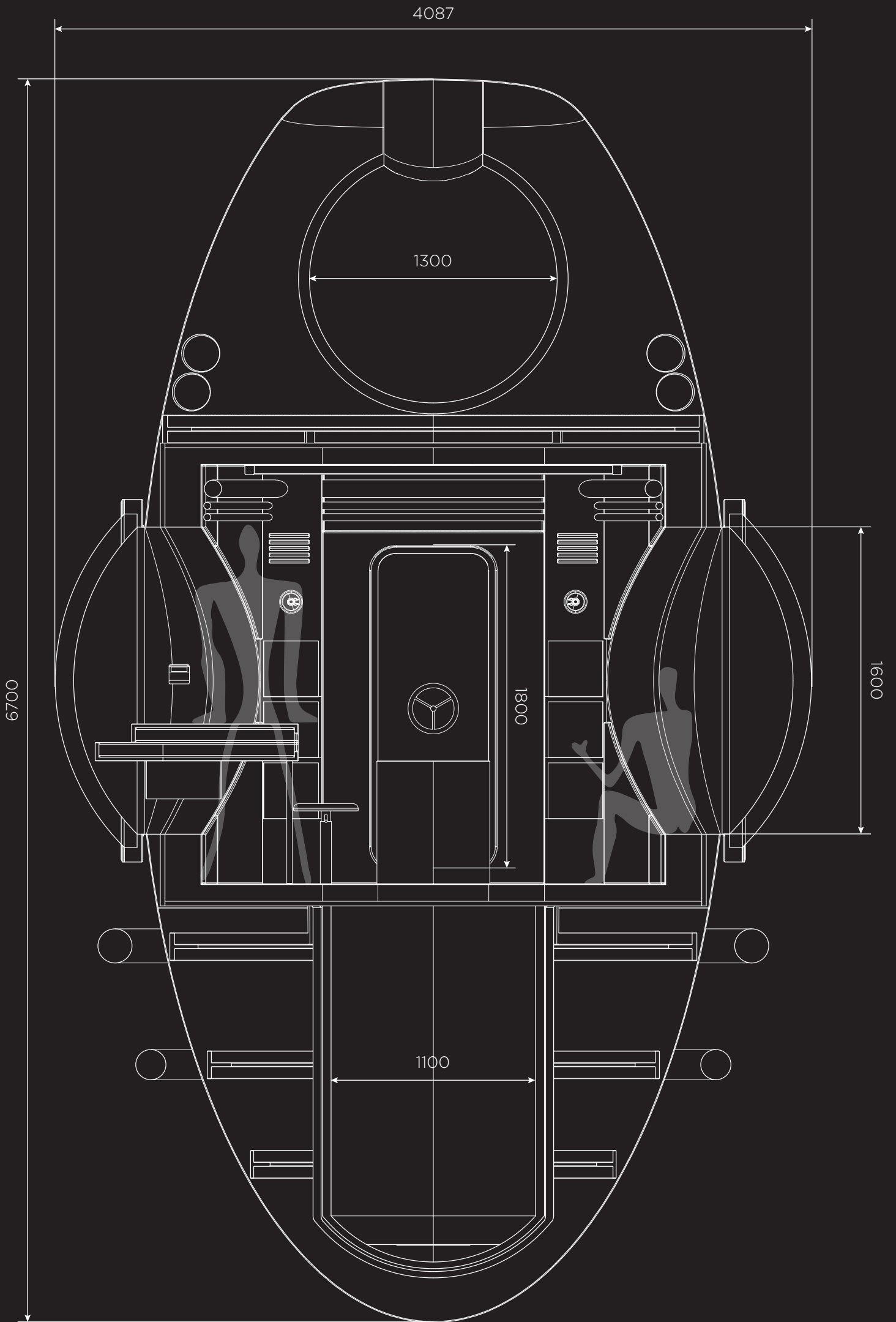
I|U|H Avalon

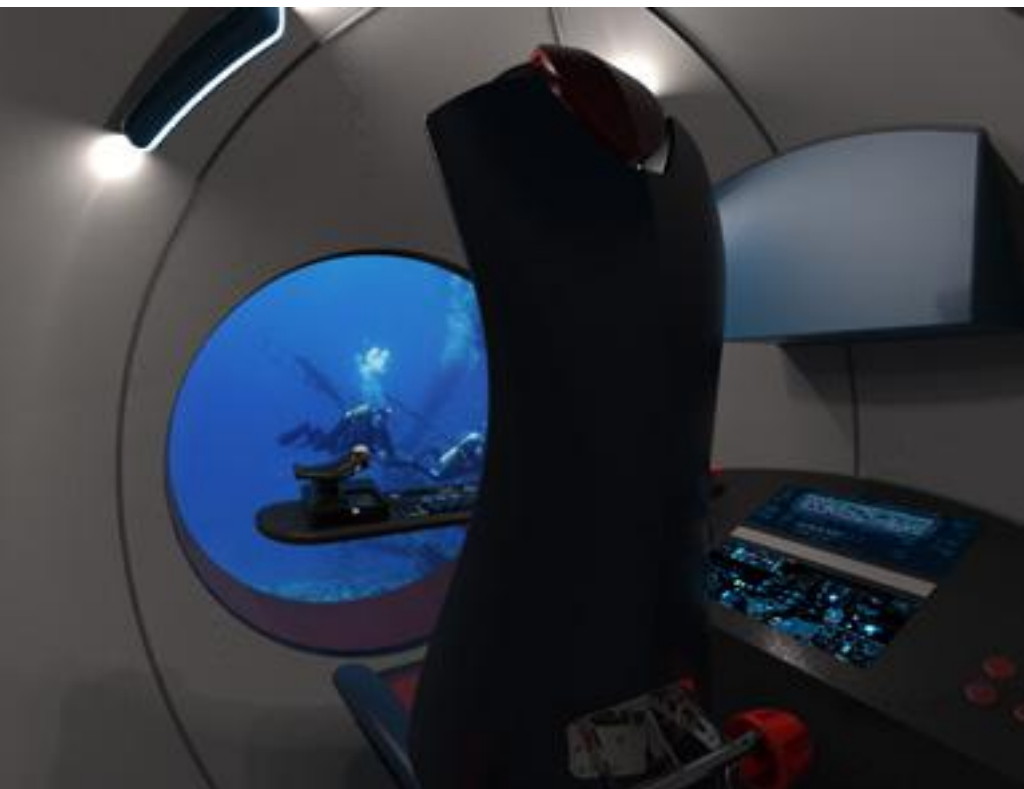
Scala 1:25



I|U|H Avalon

Scala 1:25





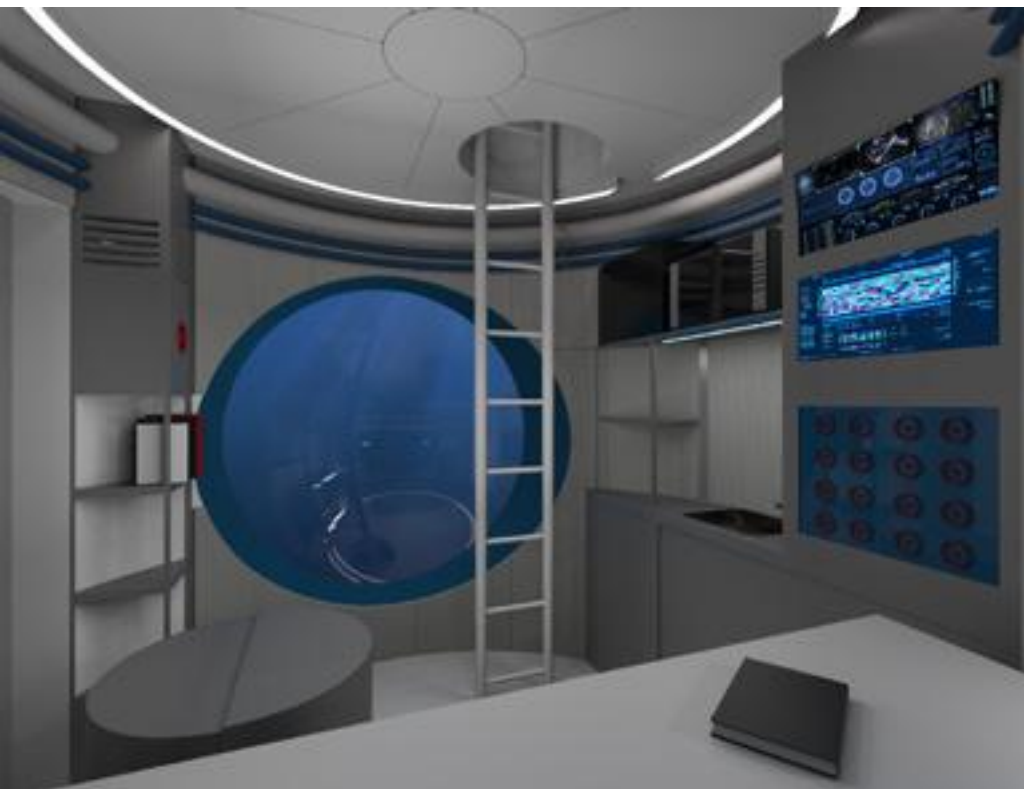
Cabina di pilotaggio



Cabina di pilotaggio



Lodge: giorno

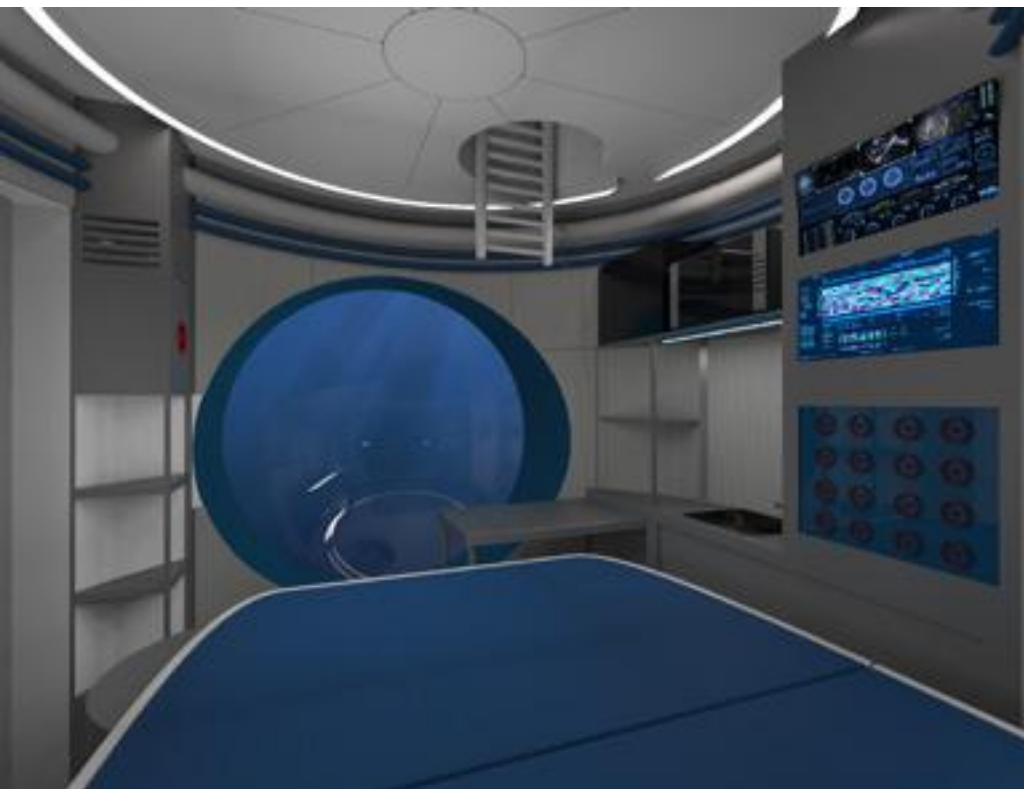


Lodge: giorno

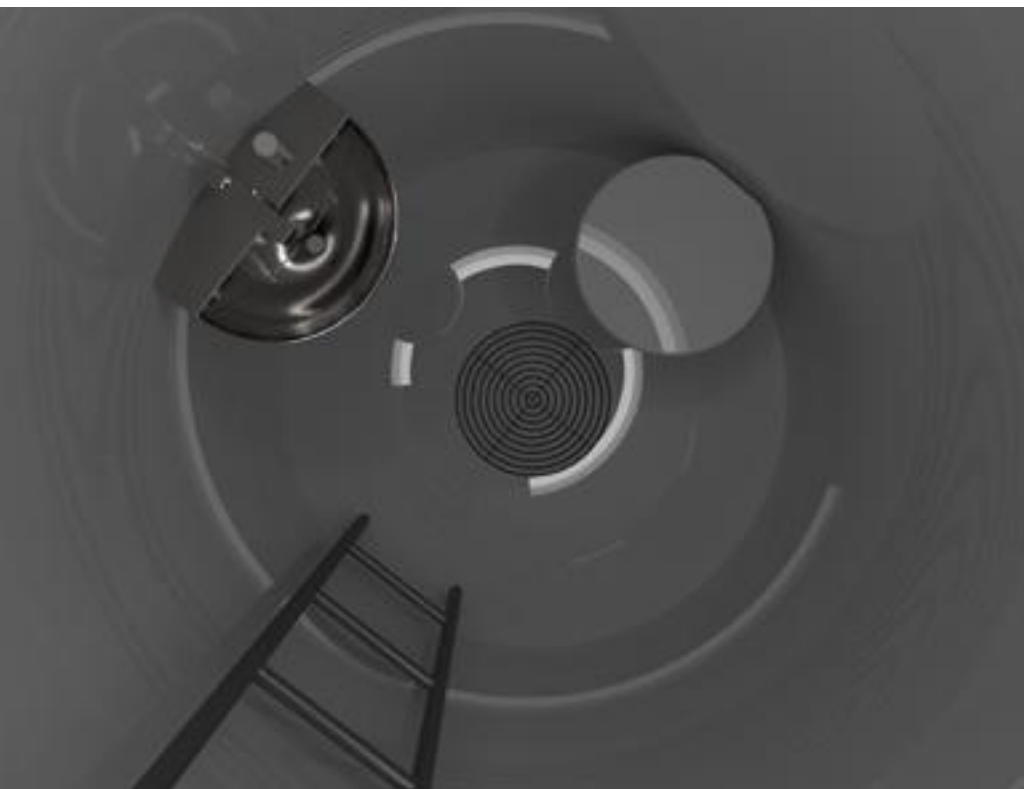
IIUH



Lodge: notte più banco da lavoro



Lodge: notte più banco da lavoro



Bagno

||U|H









Appendice: progetto grafico

L'aspetto di questo lavoro di tesi non è casuale, ma è stato studiato tenendo in considerazione il contenuto e il tipo di supporto su cui si è stampato.

In particolare, quello che salta subito all'occhio sono le sue dimensioni, che a prima vista potrebbero non sembrare idonee ad un lavoro di progettazione. In realtà le dimensioni ridotte del soggetto della tesi hanno fornito la possibilità di spaziare tra formati piccoli e grandi.

Poiché buona parte del lavoro è focalizzata sulla ricerca, più che sulla progettazione vera e propria, si è pensato di utilizzare delle dimensioni che ricordassero un classico libro da lettura.

La particolarità è stata poi quella di progettare il lavoro con i due lati in sezione aurea tra loro. Riprendendo il discorso fatto sugli interni di Avalon, pensati partendo dal Modulor di Le Corbusier, si è deciso di fare lo stesso per il supporto con cui il progetto è stato presentato.

La pagina misura:

Larghezza: 135,349 mm

Altezza: 219,00 mm

Il rapporto tra altezza e larghezza della pagina è 1,618, che risulta essere una prima approssimazione del numero aureo.

Per quanto riguarda la parte progettuale, si è deciso di renderla pulita e lineare, senza enfatizzare troppo la parte di render, proprio per sottolineare l'importanza della parte di ricerca rispetto al progetto finito.

Nonostante questo, tutte le parti che compongono Avalon ed il suo funzionamento risultano presentate con un buon livello di dettaglio, in particolare i disegni tecnici, inseriti ripiegati all'interno e scalati opportunamente, in modo da risultare dettagliati al punto giusto.

La copertina riporta l'immagine stilizzata della sezione di una conchiglia di Nautilus, che rappresenta uno degli esempi esistenti in natura della sezione aurea, qui vista sotto forma di spirale. Inoltre i colori e le forme inserite vogliono essere un rimando all'aspetto esteriore di Avalon.

La tecnica di stampa adottata è di tipo digitale con la peculiarità di avere alcune parti stampate con l'innovativo bianco digitale, ovvero stampa con toner bianco su supporto colorato, che garantisce un'ottima qualità anche con linee molto sottili.

Bibliografia

Beebe W., *Half Mile Down*, New York: Duell, Sloan and Pearce, 1951.

Bilska M., Naganska M., *Digital Morphogenesis*, in *Environmental Ornamentation proposal*, Hong Kong, 2007.

Bitterman N., 'Aquatourism': *submerged tourism, a developing area*, in *Current Issues in Tourism*, 17:9, 2014.

Blundell Jones P., *Hugo Häring & The Search For A Responsive Architecture*, in *AA Files*, Architectural Association School of Architecture, 1986.

Boeckermann L. M., Kaczynski A. T., King S. B., *Dreaming big and living small: examining motivations and satisfaction in tiny house living*, in *Springer Nature*, 2018.

Foster N., *Richard Buckminster Fuller*, in *Foster + Partners*, 1983.

Fuciarelli M. F., *Adattamento*, dispense del corso in *Interazione Uomo Ambiente e Sviluppo Fenotipico*, UniRoma2, A.A. 2016/2017.

Fuller R. B., *Manuale Operativo per Nave Spaziale Terra*, Milano: Il Saggiatore S.r.l., 2018.

Gano G., *Starting with Universe: Buckminster Fuller's Design Science Now*, in *Futures. The journal of policy, planning and futures studies*, 70, 2015.

Imhof B., Nelson J., Madakashira H. K., Aabloo A., Weiss P., *SHEE - a Self-deployable Habitat for Extreme Environments Exploitation and lessons learnt from testing*, in *International Conference on Environmental System*, 2016.

Kaji-o'grady S., Raisbeck P., *Prototype cities in the sea*, in *The Journal of Architecture*, vol. 10, n. 4, 2007.

Kenner H., *Geodesic Math and How to Use It*, Berkeley: University of California Press, 2003.

Koyuncu D., *Inquiry Into The Underwater Structures: Architectural Approaches To Design Considerations*, tesi per il corso di laurea in *Science In Building Science In Architecture*, A.A. 2006/2007.

Miller J. M., Koblick I. G., *Living and Working in the Sea*, in Koyuncu, 2006/2007.

Ross C. T. F., *A conceptual design of an underwater vehicle*, in *Ocean Engineering*, 33, 2006.

Sebens K. P., Bernardi G., Patterson M. R., Burkepille D., *Saturation Diving and Underwater Laboratories: How Underwater Technology Has Aided Research on Coral Biology and Reef Ecology*, in *Smithsonian Contributions To The Marine Sciences*, n. 39, 2013.

Schatzing F., *Il Mondo d'Acqua*, Milano: TEA, 2014.

Stachiw J. D., *Acrylic Plastic As Structural Material For Underwater Vehicles*, 2004.

Wilkinson S., Musil J., Dierckx J., Gallou I., de Kestelier X., *Autonomous Additive Construction on Mars*, in *Foster + Partners*, 2017.

White F. M., *Fluid Mechanics*, New York: McGraw-Hill, 2009.

Sitografia

<http://web.math.unifi.it/users/mathesis/sezione/arte/page13.html>

<http://www.acrylicviewports.com/acrylic-viewport-types/acrylic-hemispheres/>

<http://www.argo.ucsd.edu/index.html>

<http://www.artwave.it/architettura/buildings/il-valore-della-microarchitettura/>

<http://fabiencousteau.com/project/mission-31/>

<http://www.greenreport.it/pesca-e-allevamenti/limpronta-globale-della-pesca-monitorata-dai-satelliti/>

<http://www.jacquesrougeriedatabase.com/Projects/sea>

<http://www.leonardodichiara.it/avoid-tiny-house-abstract/>

http://www.lescienze.it/news/2018/02/13/news/accelera_aumento_livello_mare-3861737/

<http://www.liquifer.com/category/projects/>

http://www.ofis-a.si/str_5%20-%20WE/we.html

<http://www.oneworldocean.com/pages/our-goals>

<http://www.promolegno.com/materialelegno/02/minimum-maximum/>

<http://www.rougerie.com/agencies/view/2>

<http://www.seaorbiter.com>

<http://www.treccani.it/vocabolario/adattamento/>

<https://aerospacecue.it/titano-polimero-riciclabile-100/190/>

<https://aquarius.fiu.edu/about/index.html>

<https://comex.fr/en/space/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Deepsea_Challenger

[https://en.wikipedia.org/wiki/Float_\(oceanographic_instrument_platform\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Float_(oceanographic_instrument_platform))

https://en.wikipedia.org/wiki/Helgoland_Habitat

https://en.wikipedia.org/wiki/Jacques_Cousteau

<https://en.wikipedia.org/wiki/Newtsuit>

https://en.wikipedia.org/wiki/Underwater_habitat

https://issuu.com/gsdharvard/docs/habitation_in_extreme_environments

https://it.wikipedia.org/wiki/Alvar_Aalto

https://it.wikipedia.org/wiki/Analisi_SWOT

https://it.wikipedia.org/wiki/Architettura_organica

<https://it.wikipedia.org/wiki/Cabanon>

https://it.wikipedia.org/wiki/Frank_Lloyd_Wright

<https://it.wikipedia.org/wiki/Habitat>

https://it.wikipedia.org/wiki/Hugo_Häring

https://it.wikipedia.org/wiki/Inquinante_organico_persistente

https://it.wikipedia.org/wiki/Ludwig_Mies_van_der_Rohe

<https://it.wikipedia.org/wiki/Modulor>

https://it.wikipedia.org/wiki/Ralph_Erskine

https://it.wikipedia.org/wiki/Richard_Buckminster_Fuller

https://it.wikipedia.org/wiki/Sezione_aurea

<https://marinedebris.noaa.gov/discover-issue>

<https://nuytco.com/products/exosuit/>

<https://ourworldindata.org/air-pollution>

<https://pagineparseite.wordpress.com/2017/02/12/la-teoria-cosmologica-degli-elementi-da-lao-tze-a-paracelso/>

<https://www.atlasobscura.com/articles/the-retro-futuristic-undersea-habitats-of-jacques-rougerie>

<https://www.bfi.org/about-bfi>

<https://www.cousteau.org/english/our-mission.php>

<https://www.dakkopec.com/untitled-cfvg>

<https://www.fotoartearchitettura.it/architetti-contemporanei/le-corbusier.html>

<https://www.ilsole24ore.com/art/tecnologia/2018-03-14/le-frasi-hawking-vera-intelligenza-120633.shtml?uuid=AEV7AIGE>

<https://www.inverse.com/article/13715-forget-geodesic-domes-buckminster-fuller-s-dymaxion-house-was-his-masterpiece>

<https://www.knowablemagazine.org/article/sustainability/2017/pileup-plastic-debris-more-ugly-ocean-litter>

<https://www.nationalgeographic.com/magazine/2013/06/125-deepsea-challenge/?user.testname=none>

<https://www.ronallum.com/about>

https://www.ted.com/talks/fabien_cousteau_what_i_learned_from_spending_31_days_un-

derwater



Lucia Sangineto: IUJH Avalon underwater

Ringraziamenti

La mia più grande passione è sempre stata lo Spazio, non ho memoria di un tempo antecedente il mio desiderio di andare Lassù. Crescendo, a questa passione si è aggiunta anche quella per il mare, anche se sono in una regione dove il mare non sappiamo neanche bene cosa sia. Ho sempre sentito che tra i due mondi doveva esserci qualche legame, altrimenti non mi spiego come possano andare d'accordo nella mia mente. Così, due anni fa, decisi che era giunto il momento di provare a trovare un riscontro tra quello che pensavo e la realtà. Quando ho deciso di iscrivermi a Design Navale e Nautico l'ho fatto con un obiettivo preciso, quello di trovare una via al mondo sottomarino per usarla poi nel campo dell'esplorazione spaziale. Dopo due anni penso di essere riuscito a trovare quella via.

Se questo è stato possibile, è perché la mia vita è stata sempre circondata da persone che hanno cercato di sostenermi nelle scelte fatte, ed è giusto ora che io le ringrazi, perché senza di loro non sarei la persona che sono oggi.

Grazie alla mia famiglia, per avermi insegnato il valore più alto nella vita, che tutti nasciamo uguali e che la cosa più bella che si può fare è aiutare gli altri.

Grazie ai miei nonni, per avermi cresciuto con la consapevolezza di ciò che è stato.

Grazie a mia mamma, per avermi insegnato a lottare e al mio babbo, per avermi insegnato a stare con i piedi saldi a terra.

Grazie a mia sorella, perché crede che il Mondo possa essere un posto migliore.

Grazie alla mia Giulia, per essere la mia ancora di salvezza e la mia luce, per avermi sostenuto sempre e per essersi fatta migliaia di chilometri per stare insieme a me.

Grazie a Letizia e Francesca, perché la nostra amicizia va al di là di ogni distanza. Per esserci sempre quando ho bisogno di loro.

Grazie a Giovanni e Nino, per avermi preparato il pranzo e la cena quando tornavo tardi dal lavoro, per aver pulito casa al posto mio, per le risate, i consigli, gli sfoghi che hanno dovuto sopportare. Grazie, perché senza di voi non so se ce l'avrei fatta in così poco tempo.

In ultimo, vorrei ringraziare il Professor Mario Ivan Zignego, per avermi aiutato a portare a termine un lavoro come questo.

Via XXIV Maggio, 115

Quest'opera è stata rilasciata con licenza Creative Commons Attribuzione 3.0 Italia. Per leggere una copia della licenza visita il sito web <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/it/> o spedisci una lettera a Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.



