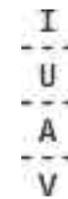


# ALBA

SARA LABIDI



Università IUAV di Venezia

Corso in Design del Prodotto e della Comunicazione Visiva

A.A. 2022/2023

Laurea Magistrale

Elaborato di Tesi

**Candidata:**

Sara Labidi m294420

**Relatore:**

Prof. Carlo Gaino

<b>1 INTRODUZIONE</b>	07	<b>3.6 Tecnologie innovative per le imbarcazioni</b>	120
<b>1.1 Breve storia della nautica</b>	09	<b>4 ALBA</b>	129
<b>1.2 La barca a vela</b>	14	<b>4.1 Abstract</b>	130
1.2.1 Tipologie di barche a vela	15	<b>4.2 Campo d'indagine</b>	131
<b>2 INQUINAMENTO</b>	32	<b>4.3 Brief</b>	135
<b>2.1 Inquinamento da imbarcazioni</b>	34	<b>4.4 Moodboard</b>	136
<b>2.2 L'impatto delle navi da crociera sugli ecosistemi e sulla salute</b>	42	<b>4.5 Sketch</b>	137
<b>2.3 Inquinamento da imbarcazione in Italia</b>	60	<b>4.6 Design output</b>	142
<b>2.4 Danni agli ecosistemi</b>	66	<b>4.7 Componenti imbarcazione</b>	146
<b>3 AREA DI RICECA</b>	68	<b>4.8 Render</b>	154
<b>3.1 Energie rinnovabili</b>	69	<b>4.9 Spazi imbarcazione</b>	156
3.1.1 Una panoramica della produzione rinnovabile in Italia	74	<b>4.10 Render ambientati</b>	157
3.1.2 L'idroelettrico	78	<b>4.11 Tecnici</b>	211
3.1.3 Il fotovoltaico	80		
3.1.4 Energia eolica	84		
3.1.5 Energia geotermica	86		
<b>3.2 La produzione energetica rinnovabile in Italia</b>	88		
<b>3.3 Imbarcazioni: i materiali</b>	94		
<b>3.4 Imbarcazioni: riciclo dei materiali</b>	106		
<b>3.5 Materiali innovativi per le imbarcazioni</b>	116		

# 01

---

## Introduzione



fig.1.1

## 1.1 Breve storia della nautica

Dal latino nauta (marinaio), la parola "nautica" ha oggi un significato generico e si riferisce a tutte le attività legate al mare, alla cantieristica e alla navigazione, siano esse fisiche o intellettuali, pratiche o scientifiche.

Oggi, come in futuro, le navi non sono solo un mezzo per affermare la supremazia dell'uomo sull'ambiente, ma anche veicoli di esplorazione e scoperta, di trasporto di persone e merci, di apertura di nuove rotte commerciali, ma soprattutto l'incarnazione di fede e di amore per il mare. I viaggi per mare in veicoli costruiti dall'uomo risalgono agli albori della civiltà, quando

gli esseri umani impararono a usare artefatti galleggianti azionati dal vento per trasportare merci e condurre affari.

Gli Egiziani furono i primi a costruire grandi imbarcazioni fluviali nel IV millennio a.C., utilizzando fasci di papiro fittissimi per utilizzare il Nilo come mezzo di trasporto, consentendo il rapido spostamento di persone e merci dal nord al sud del paese.

(fig.1.2)

Seguirono i Fenici, e dobbiamo ringraziarli per aver costruito le prime navi d'alto mare utilizzate per collegare varie parti del Mediterraneo.

(fig.1.3)

Figura 1.1  
Fotografia di  
Martin Penot  
Unsplash.com

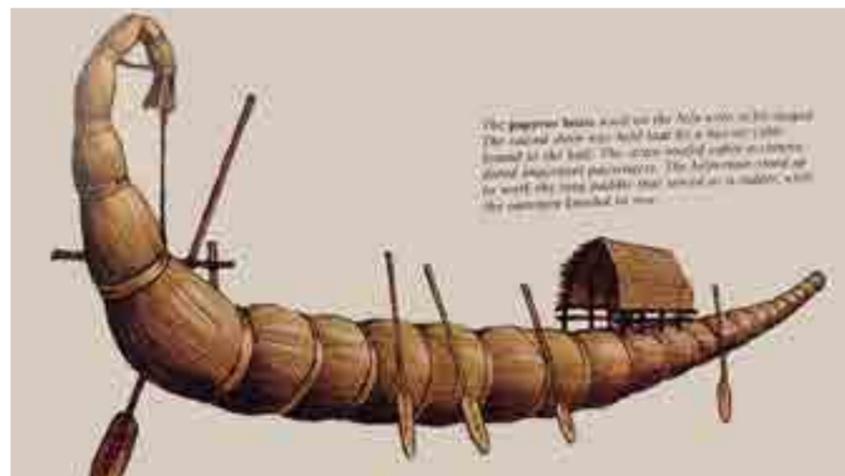


fig.1.2

Figura 1.2. Sickle-shaped papyrus boat with cabin (photo credit: Angelucci & Cucari, 1975, p. 18).

Figura 1.3. Illustration of one of the ships sent on an expedition to the Punt (photo credit: Angelucci & Cucari, 1975, p. 19).

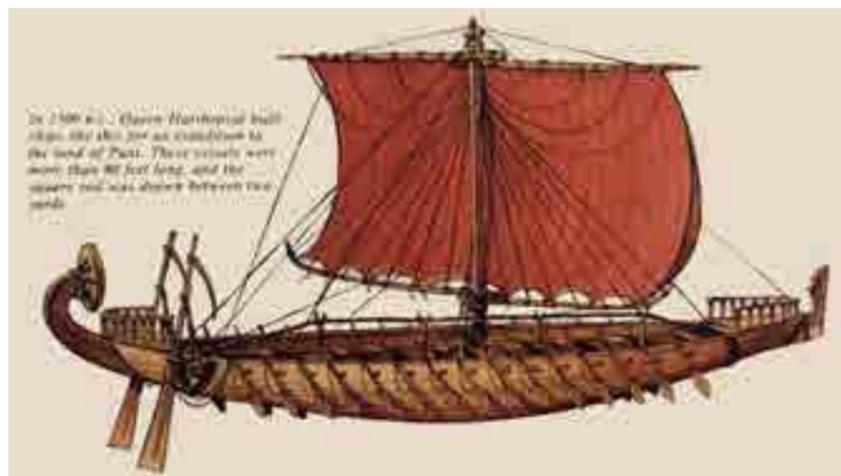


fig.1.3

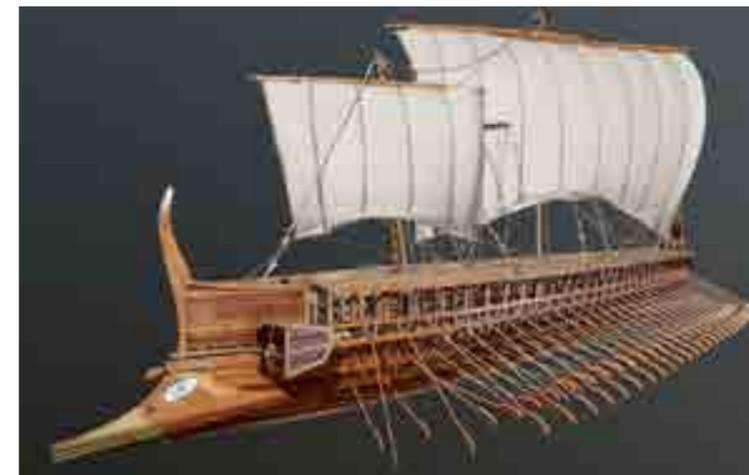


fig.1.4



fig.1.5

Successivamente furono Greci, Cartaginesi e Romani a intuire le potenzialità della navigazione marittima e ad utilizzarla per i commerci ma anche per le continue guerre di espansione. Con il declino dell'Impero Romano, l'arte della mariniera è stata rivitalizzata nel Medioevo attraverso l'opera di Veneziani, Normanni, Genovesi, Pisani e Amalfitani, e nei moderni Olandesi, Portoghesi e Spagnoli, e più recentemente, grazie al Inglesi, americani e italiani. Pietre miliari nello sviluppo della navigazione furono l'avvento della bussola nel XIII secolo e l'invenzione della

macchina a vapore nel XIX secolo. Il mondo della nautica è parte della vita, dell'evoluzione e della civiltà dell'uomo fino al '900 quando la vela era solo vela, poi con l'invenzione della radiocomunicazione di Guglielmo Marconi e l'ulteriore sviluppo della radiotecnologia e del radar. La scienza nautica ha ormai raggiunto un tale livello di sviluppo che può essere raggiunta attraverso la navigazione costiera, la stima (utilizzando gli strumenti di bordo) o anche l'astronomia (potendo determinare la posizione della nave).

Figura 1.4.  
Modellino di  
un'imbarcazione  
dell'antica Grecia  
Figura 1.5  
Raffigurazione guerre  
Puniche



Figura 1.6.  
Illustrazione  
Marineria  
Veneziana

Nel ventesimo secolo, la costruzione navale è progredita a un ritmo senza precedenti, con sviluppi tecnologici che hanno portato alla costruzione di motori più sofisticati e potenti, navi più grandi e veloci e sottomarini che erano inimmaginabili un secolo fa.

Il miglioramento della tecnologia costruttiva ha poi consentito anche l'introduzione di ausili alla navigazione (radioassistenze, sistemi radar di puntamento, automazione dei servizi di bordo, ecc.) e sperimentazioni di propulsione nucleare, utilizzando turbine a vapore prodotte da centrali nucleari installate a bordo.



Figura 1.7.  
Fotografia di  
Douglass Bagg  
Unsplash.com

## 1.2 La barca a vela

La barca a vela è un tipo di imbarcazione la cui propulsione è affidata principalmente allo sfruttamento del vento e in cui il motore riveste solo un'azione di supporto specialmente nelle manovre in porto. Le tipologie di imbarcazioni vengono, di norma, classificate in base all'andamento velico (sloop, cutter<sup>11</sup>, yawl<sup>12</sup>, ketch<sup>13</sup>, golette<sup>14</sup> e così via) vi sono alcune tipologie particolari che meritano di essere menzionate.



fig.1.8

### 1.2.1 Tipologie di barche a vela

Esistono diversi tipi di barche a vela, e ognuno è indirizzato e disegnato per un'attività precisa. Le barche a vela annoverano un'ampia varietà di dimensioni e impieghi, partendo dalle imbarcazioni a vela leggera di piccole dimensioni per arrivare ai super yacht di grandi dimensioni che permettono di

navigare in crociera. Si dividono in base all'armo; in base al numero di scafi: monoscafo o multiscafo; ed in base alle caratteristiche: dinghy, barche a vela da regata, veliero antico, barca a vela da crociera-regata, barche a vela da diporto, motorsailer, barche a vela da crociera ed infine megayacht.

Figura 1.8.  
barca a vela  
nell'oceano

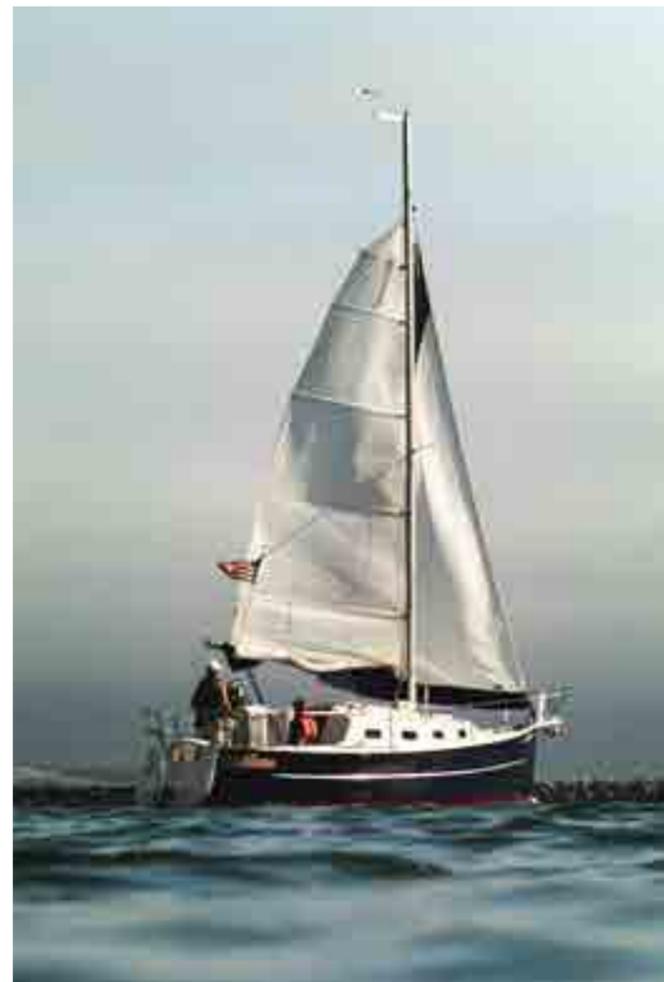


fig.1.9

Per armo di un'imbarcazione a vela si intende l'insieme delle attrezzature necessarie alla navigazione, in particolare il numero di alberi e la tipologia di vele installate. Nel corso del tempo si sono susseguiti diversi tipi di armo a vela, con l'obiettivo comune, nel passato come oggi, di ottenere le massime prestazioni. Gli armi più efficienti sono rimasti a caratterizzare le imbarcazioni prodotte ancora oggi, mentre quelli storici restano a testimonianza delle navigazioni del passato.

Figura 1.9.  
Fotografia di  
Jeremy Bishop  
Unsplash.com



fig.1.10

La vela è stata uno dei primi sistemi propulsivi utilizzati dall'umanità per navigare in mare. Di conseguenza, la tradizione nella costruzione di barche e navi a vela offre una vasta gamma di opzioni, tra cui diversi tipi di alberatura e allestimenti. Questi elementi sono presenti sia sul mercato che nei porti, ma sono anche il risultato delle diverse soluzioni ideate dai progettisti nel corso del tempo.

C'è una differenza sostanziale tra una barca a motore e una barca a vela, e tale differenza consiste nella fonte principale di propulsione che nelle barche a vela è l'energia eolica, pur tenendo conto del fatto che oggi la maggior parte di queste imbarcazioni, eccetto quelle che hanno dimensioni modeste, hanno un motore.

Figura 1.10.  
Fotografia di  
Tenner Mardis  
Unsplash.com



fig.1.11



fig.1.12

### Nomenclatura in base all'armo

Esiste una nomenclatura standard per distinguere le diverse imbarcazioni a vela a seconda del loro armo, in base alle tipologie di vela, e al numero e al posizionamento degli alberi.

**Cat** (v.fig1.11): una sola randa armata sull'albero, posizionato a pruvavia dell'imbarcazione.

**Sloop** (v.fig1.12): randa e fiocco armati su un unico albero. E' il piano velico piu'

diffuso nelle imbarcazioni moderne. La superficie velica suddivisa in due vele lo rende performante e piu' manovriero del catboat. Questo armo prevede vele bermudiane o marconi. Negli sloop l'armo puo' essere intero, se lo strallo raggiunge la testa dell'albero, o frazionato, se lo strallo si ferma ad una porzione dell'albero (ad esempio 9/10 o 7/8).

illustrazioni di  
Sara Labidi

**Cutter** (v.fig1.13): una randa e due fiocchi armati su un unico albero, posizionato maggiormente a poppavia dell'imbarcazione rispetto allo sloop.

Le due vele armate a prua sono generalmente un fiocco e una trinchetta. La randa e' solitamente piu' piccola rispetto a quella dello sloop. Le vele possono essere sia auriche che marconi.

**Ketch** (v.fig1.14): armo con due alberi; quello posizionato a poppavia dell'imbarcazione, l'albero di mezzana, e' posto a pruvavia dell'asse del timone ed e' armata solo con una randa; l'albero di maestra, posizionato a mezzanave, e'

armato con una randa e un fiocco.

Le vele possono essere sia auriche che marconi. Questo e' probabilmente l'armo preferito per le navigazioni d'altura, in quanto la suddivisione delle vele permette grande manovrabilita'.

**Yawl** (v.fig1.15): armo a due alberi; l'albero di mezzana e' armato solo con una randa ma, a differenza del ketch, e' posizionato a poppavia dell'asse del timone; l'albero di maestra, posizionato a mezzanave, e' armato con una randa e un fiocco. Le vele possono essere sia auriche che marconi.

fig.1.13



fig.1.15



illustrazioni di  
Sara Labidi

fig.1.14



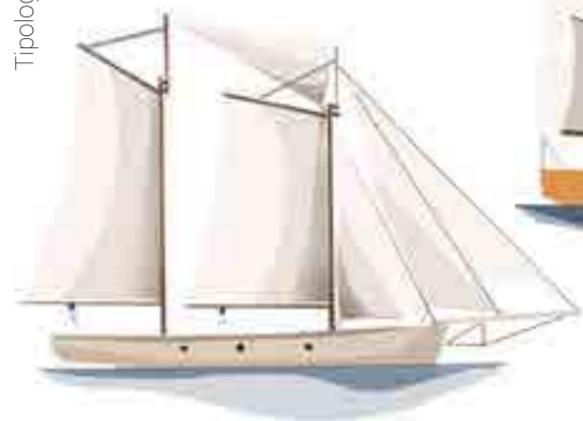


fig.1.16



fig.1.17

**Goletta o Schooner** (v.fig1.16): armo a due alberi; l'albero di maestra è quello posto a poppavia dell'imbarcazione ed è generalmente più grande dell'albero di trinchetto posizionato a pruvavia. L'armo classico delle golette e' a vele auriche (Gaff-Schooner).

**Brigantino** (v.fig1.17): il brigantino e' una nave che puo' avere divesi armi. Il brigantino velacciere ha due alberi armati a vele quadre; il brigantino goletta ha due alberi, di cui quello di prua armato con vele quadre e quello di poppa con vele auriche; il brigantino a palo ha un terzo albero a poppa, armato con vele auriche.

**Clipper** (v.fig1.18): grande nave a tre o piu' alberi, con una superficie velica molto estesa e frazionata, utilizzata per il commercio e le operazioni militari dalla fine del XIX secolo per l'elevata velocita' che riusciva a raggiungere rispetto ai pesanti galeoni.

Illustrazioni di Sara Labidi



fig.1.18

**Tipi di barche a vela in base al numero di scafi**

Una delle prime cose da considerare per distinguere i vari tipi di barche a vela è il numero di scafi: monoscafo o multiscafo (v.fig1.19). Questo fattore determina la grandezza dell'imbarcazione, la sua manovrabilità e la sua capacità di ormeggio e di trasporto su strada. Tuttavia, la scelta del tipo di barca dipende anche dal suo utilizzo, poiché una barca da regata punta alle prestazioni e una barca da crociera cerca il comfort.

Illustrazioni di Sara Labidi



**Multiscafo (catamarano)**



**Multiscafo (trimarano)**



**Monoscafo**

fig.1.19

Ci sono diverse tipologie di barca a vela che cercano di soddisfare esigenze diverse, ma non esiste una scelta sbagliata se si considera attentamente l'utilizzo che se ne farà. In sostanza, è importante scegliere la barca giusta in base alle proprie esigenze e non solo in base all'entusiasmo.



Figura 1.20.  
fotografia di  
Leon Bredella,  
Unsplash.com

### Monoscafo

La categoria dei monoscafi comprende tutte le barche a vela costituite da un singolo scafo. Questo tipo di barca rappresenta l'archetipo delle imbarcazioni a vela ed è generalmente associato a un design classico caratterizzato dall'uso di vele triangolari. Negli ultimi anni, grazie ai nuovi materiali più leggeri e performanti e alle nuove tecnologie di progettazione, i modelli di questa tipologia sono in grado di offrire un ottimo compromesso tra comfort e prestazioni. Le linee di carena sono diventate più efficaci, i piani velici sono stati realizzati con avanzati sistemi di calcolo per sfruttare al meglio le potenzialità dello scafo e le vele sono sempre più leggere ed efficienti.

### Multiscafo

Tra i vari tipi di barche a vela che possiamo incontrare nei porti, ci sono anche quelle che presentano più di uno scafo, come i catamarani composti da due scafi. Negli ultimi anni, i catamarani stanno vivendo una nuova stagione di successo sul mercato italiano, dopo alcune resistenze nel passato. In Francia, invece, la presenza di multiscafi è più consolidata grazie alle esperienze maturate nelle isole del Pacifico, dove questi tipi di imbarcazione hanno trovato particolare seguito. Meno conosciuti sono i trimarani, dotati di tre scafi, ampi spazi e cabine confortevoli per una navigazione rilassante.



Figura 1.21.  
fotografia di  
Steve Barker,  
Unsplash.com

### Tipi di barche a vela in base alle caratteristiche

#### Dinghy

I dinghy sono delle barche a vela moderne ideali per chi vuole iniziare a navigare; vengono utilizzati soprattutto dagli istruttori durante le lezioni per permettere ai neofiti di fare pratica in vista dell'esame per il conseguimento della patente nautica. La loro particolarità è data dalla mancanza di una chiglia: in compenso hanno una deriva, sostitutiva della chiglia, a causa delle loro dimensioni ridotte.

I dinghy sono talmente piccoli da non richiedere l'acquisto o l'affitto di un posto barca in porto per ormeggiarli. Inoltre,

possono essere facilmente trasportati su un rimorchio: non servirà un'auto di grandi dimensioni e prestazioni elevate, ma una semplice utilitaria. Proprio per queste caratteristiche, sono la scelta preferita di chi vuole navigare con costi contenuti. Di solito, possono accogliere fino a 4 persone a bordo.

Figura 1.22.  
Dinghy 12  
Deriva progettata  
nel 1913  
da George  
Cockshott

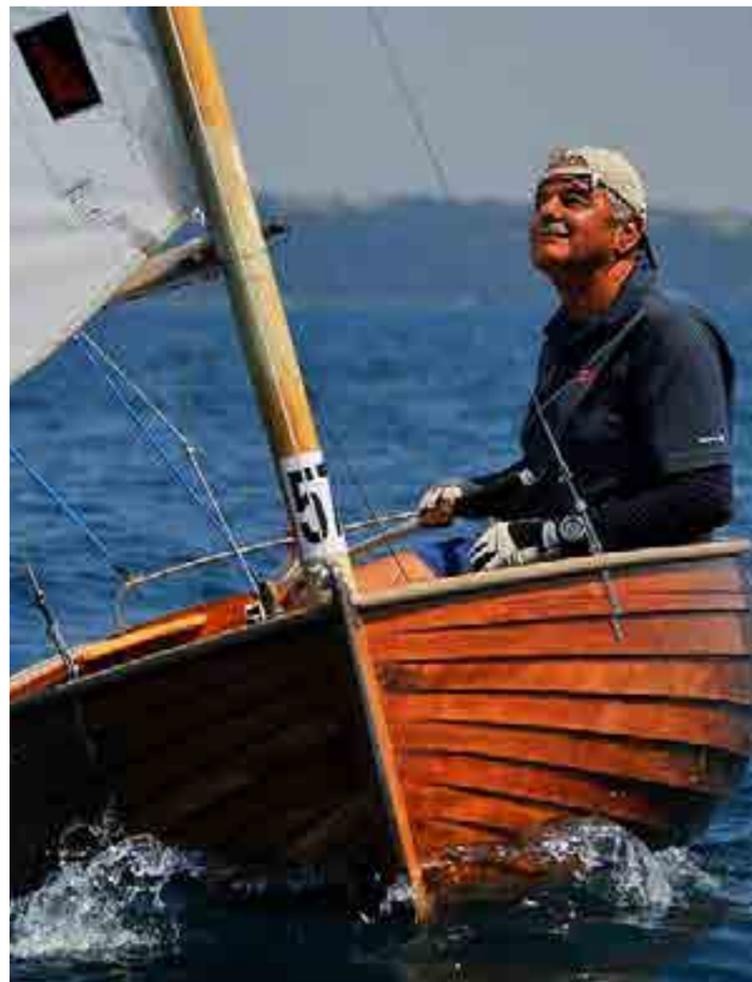


Figura 1.23  
America's Cup,  
Luna Rossa,  
Prada ,Pirelli

### Barche a vela da regata

Le barche a vela da regata sono state progettate specificamente per partecipare alle competizioni veliche; caratterizzate da design originale e aerodinamico, sono costruite con materiali innovativi e sofisticati, come la fibra di carbonio, che offre leggerezza, rigidità e durezza straordinarie. Le vele utilizzate su queste imbarcazioni sono composte da tessuti sintetici di ultima generazione, molto leggeri e delicati, che consentono di sfruttare al massimo il vento per una spinta maggiore rispetto alle vele tradizionali. Le barche da regata sono solitamente gestite da equipaggi esperti e competenti, che sanno come trarre il massimo dalle prestazioni dell'imbarcazione e delle vele per raggiungere la massima velocità possibile durante le competizioni.



Figura 1.24.  
Italia Yachts  
11.98: Bellissima  
Salernocantieri.it

### Barca a vela da crociera-regata

Le barche a vela da crociera-regata sono imbarcazioni più grandi e pesanti rispetto a quelle menzionate in precedenza, caratterizzate da un design sportivo ed aggressivo, che le rende ideali per escursioni in famiglia e competizioni veliche.

Il loro trasporto e la loro conservazione terrestre richiedono più attenzione a causa delle dimensioni e del peso maggiori. Per questo motivo, la maggior parte dei proprietari di questo tipo di imbarcazione opta per un ormeggio all'interno di un porto sportivo o di strutture simili. Inoltre, a causa della loro lunghezza elevata, è necessario utilizzare rimorchi di dimensioni adeguate a poter muovere e assicurare la barca in sicurezza.

### Veliero antico

Le barche a vela antiche sono un esempio di imbarcazioni monoscafo che si caratterizzano per dimensioni ridotte e limiti d'impiego. Non sono concepite per navigazioni di lunga durata e non sono comuni sul mercato attuale, spesso si incontrano solo dopo un accurato restauro. Nonostante ciò, grazie alla loro semplicità di utilizzo, sono ideali per chi vuole provare l'emozione di navigare a vela in modo tradizionale.



Figura 1.25.  
La Nave  
Amerigo  
Vespucci

**Barche a vela da diporto**

Le barche a vela da diporto sono concepite per offrire un'esperienza di navigazione piacevole e rilassante all'equipaggio, con particolare attenzione al comfort. Sono di dimensioni medie e non sono pensate per la competizione, ma piuttosto per il piacere di navigare.

Questi tipi di barche hanno uno spazio a bordo sufficiente per accogliere un buon numero di persone, solitamente intorno alle 10. Vengono spesso utilizzate per escursioni turistiche lungo la costa e località costiere. Nonostante le dimensioni, sono progettate per garantire un'esperienza di navigazione confortevole ai diportisti, con installazioni e accessori che aumentano il loro appeal.



Figura 1.26.  
Grand Soleil  
GS38.  
Foto:  
Grandsoleil.net



Figura 1.27.  
Fotografia di:  
Eliobed Suarez  
Unsplash.it

**Motorsailer**

I motorsailer sono un tipo di imbarcazione che dispone di un motore a elica montato nella parte posteriore dello scafo, come molti altri tipi di imbarcazioni più piccole. Questi tipi di barche utilizzano il motore durante gran parte del tempo di navigazione, a causa delle vele relativamente piccole che hanno. Nonostante ciò, i motorsailer sono abbastanza veloci e offrono un buon equilibrio tra comfort di navigazione e prestazioni di potenza. Mentre i motorsailer potrebbero non essere la scelta ideale per coloro che cercano di massimizzare l'esperienza di navigazione a vela, possono essere perfetti per coloro che hanno esigenze familiari e preferiscono navigare a motore durante le vacanze estive, senza rinunciare al comfort degli spazi interni dell'imbarcazione.



Figura 1.28.  
Yacht Elan  
NauticExpo.it

### Cruiser

Tra i vari tipi di barche a vela esaminati, le barche da crociera meritano una menzione speciale. Questi mezzi sono progettati per navigare per lunghe distanze in termini di miglia e tempo. Grazie alle loro grandi dimensioni e ai comfort degli interni, una vacanza a bordo di una barca da crociera può durare fino a una settimana o dieci giorni.

Le barche da crociera privilegiano il comfort rispetto alla velocità e hanno una grande capacità di stivare provviste e rifornimenti a bordo. Di solito, sono equipaggiate con motori potenti, fondamentali per effettuare le manovre di ormeggio in porto e mantenere la velocità di navigazione quando le condizioni del vento non sono ideali.

### Megayacht

La categoria più lussuosa tra i tipi di barche a vela è quella dei megayacht a vela, che richiedono solitamente un pilota con una patente nautica professionale e molta esperienza. Questi yacht sono solitamente dotati di motori, ma anche di ampie vele per sfruttare il vento e risparmiare carburante, considerando il loro elevato consumo.

Offrono ogni tipo di lusso a bordo, come grandi aree per prendere il sole e fare esercizi, cabine private per l'equipaggio e per gli ospiti, e cucine altamente attrezzate simili a quelle dei ristoranti. In sintesi, sono vere e proprie meraviglie galleggianti, con ampi spazi e ogni comfort a disposizione.

Figura 1.29.  
Black Pearl  
Barchemagazine.  
com



# 02

---

## Inquinamento



fig.2.1

## 2.1 Inquinamento da imbarcazione

L'inquinamento ambientale causato dalle circa 70mila imbarcazioni a livello globale, ammonta al 15% di tutta la fetta di inquinamento causato da trasporti; difatti il 92% della popolazione mondiale è esposta all'inquinamento atmosferico domestico e ambientale, responsabili in totale per circa 7 milioni di morti premature all'anno. Nel Mediterraneo, zona in cui il livello di inquinamento atmosferico ambientale è maggiore su scala mondiale, risultano operare più di 30mila navi che bruciano complessivamente oltre 19 milioni di tonnellate di carburante l'anno.

**70 mila**  
**15%**

imbarcazioni globali

inquinamento ambientale

**92%**  
**7 milioni**

popolazione mondiale esposta all'inquinamento

morti premature annue

**30 mila**  
**19 milioni di tonn.**

navi nel mediterraneo

carburante bruciato

Figura 2.1. Fotografia di Vidar Nordli, Unsplash.com

Figura 2.1.2. Fotografia di George Eiermann, Unsplash.com



fig.2.1.2

Dati riportano come nel Mediterraneo i valori medi di inquinamento eccedono 5 volte i limiti di sicurezza, pari annualmente a  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (per  $\text{PM}_{10}$ )<sup>1</sup> e  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (per  $\text{PM}_{2.5}$ )<sup>2</sup>, prescritti dall'organizzazione mondiale per la sanità. Le emissioni dagli scarichi dei motori di ossidi di zolfo ( $\text{SO}_x$ ) corrispondono alla causa maggiore di inquinamento atmosferico ambientale causato dal trasporto marittimo.

Questi ossidi hanno come caratteristica rispetto gli organismi umani di irritazione del sistema respiratorio, andando a causare anche attacchi d'asma, arresti cardiaci, bronchite cronica e cancro ai polmoni, risultando così una delle cause di mortalità prematura nelle zone costiere.

**5<sub>x</sub>**  **$20 \mu\text{g}/\text{m}^3$**   
 **$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$**

Valori medi inquinanti annui

<sup>1</sup> Il termine  $\text{PM}_{10}$  identifica le particelle di diametro aerodinamico inferiore o uguale ai  $10 \mu\text{m}$ .  
<sup>2</sup>  $\text{PM}_{2.5}$  comprende inquinanti, come solfati, nitrati e nerofumo, che rappresentano i maggiori rischi per la salute umana.



fig.2.1.3

Figura 2.1.3  
Fotografia di  
Don Mingo  
Unsplash.com

<sup>3</sup> imo.org, vedi allegato 6 MARPOL

L'IMO (Organizzazione marittima internazionale) è l'ente che si occupa di regolamentare le emissioni navali tramite convenzioni internazionali per la prevenzione dell'inquinamento (MARPOL).

Le norme per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico contenute nell'allegato VI<sup>3</sup> specifica i livelli di emissione massima per ossidi di zolfo, ossidi di azoto e particolato derivanti dagli scarichi. Lo stesso allegato prevede la possibile istituzione di aree a controllo di emissioni, ossia zone dove le emissioni possono essere ridotte ulteriormente.

Le zone ad emissione controllata di zolfo in Europa ammontano a 3: il Canale della Manica, il Mare del Nord e il Mar Baltico.

**3** zone Europee ad emissione controllata di zolfo

Dal 1° gennaio 2020 è stato introdotto un ulteriore limite di contenuto di zolfo nei combustibili usati dalle navi, dove in precedenza il limite era posto al 3,50% in massa, ora deve essere inferiore o uguale allo 0,50 %.

Il Piano di Azione per il Mediterraneo del Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (**UNEP/MAP**) lavora non solo al sostenimento dell'attuazione della Convenzione per la protezione dell'ambiente marino e della regione costiera del mediterraneo sottoscritta da 21 paesi mediterranei e dall'Unione Europea, che nel 2019 ha fatto sì che le parti contraenti adottassero una roadmap per una possibile

designazione di tutto il Mediterraneo come area a controllo delle emissioni di ossido di zolfo; ma lavora anche su un'area a controllo di azoto (NECA), sempre nel Mediterraneo, predisposta alla riduzione dell'inquinamento con effetto immediato.

La creazione di questo genere di aree a controllo di emissioni comporta statisticamente, come redatto dallo studio di fattibilità commissionato dal Regional Marine Pollution Emergency Response Center for the Mediterranean Sea (**REMPEC**) assieme ad **UNEP/MAP e IMO**, un calo del 78,7% di emissioni di SOx e un calo del 23,7% di emissioni di particolato fine (PM 2.5).

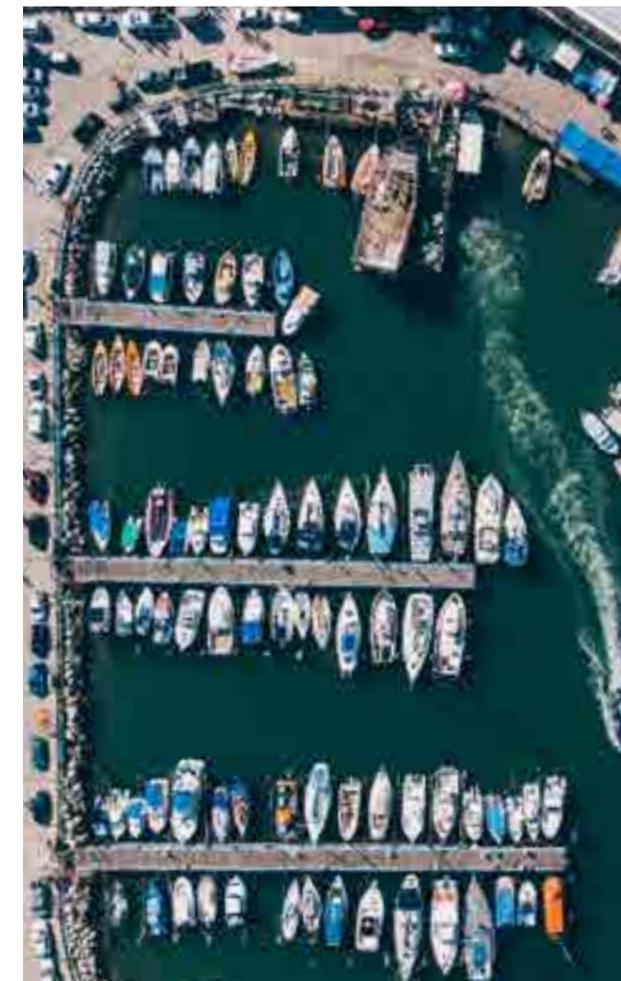
mediante le aree di controllo

**78,7%** calo di emissioni SOx  
**23,7%** calo di emissioni PM 2.5

La stessa ricerca va a considerare anche gli impatti sulla salute, mostrando come la riduzione di inquinamento comporterebbe anche la riduzione di morti premature e di casi di asma; nello specifico esplica come in Italia ci sarebbero ben 82 morti premature in meno l'anno e 143 casi in meno di asma. Il miglioramento della qualità dell'aria, inoltre, non impatterebbe soltanto le coste ma andrebbe a beneficiare anche per centinaia di chilometri da esse. Nello stesso studio il REMPEC espone come un'area SECA porti non solo vantaggi alla salute umana ma analizza come i costi benefici siano a favore della sua istituzione, anche se ciò comporterebbe un costo maggiore per gli armatori rispetto l'acquisto di carburanti di maggior qualità.

La previsione di utilizzo di scrubber (sistemi di depurazione dei gas di scarico) da parte delle compagnie di navigazione, rispetto al carburante di alta qualità a basso contenuto di zolfo è contenuto nel regolamento 4 dell'allegato VI della MARPOL; ma perché tale sistema possa essere usato è richiesto che dopo il trattamento il materiale di scarico, contenga quantità di SOx equivalenti, se non inferiori, alle emissioni dei motori a carburante a basso tenore di zolfo.

Figura 2.1.4.  
Fotografia di  
Daniel Newmann  
Unsplash.com



Uno studio di sintesi sulle conoscenze scientifiche disponibili dell'impatto degli scrubber sull'ecosistema marino attesta che pur avendo giovato all'ambiente, presentino ancora il rischio di un aumento dell'inquinamento marino causato dalle acque di risciacquo e dai fanghi di depurazione rilasciati, le composizioni chimiche e tossicità sono poco conosciute.

Difatti secondo gli esperti, un rischio di acidificazione, eutrofizzazione ed accumulo di idrocarburi, particolato e metalli pesanti è ancora presente nell'ambiente marino, in particolar modo nelle zone costiere, regioni ecologicamente più sensibili, che presentano già concentrazioni di fondo più elevate di contaminanti, rispetto al mare aperto.

Il rapporto redatto dal progetto europeo Shipping Contributions to Inland Pollution Push for the Enforcement Regulations (SCIPPER) sottolinea la presenza di lacune legislative e di controllo a livello internazionale ed europeo. L'obiettivo dello stesso progetto è proprio lo sviluppo di linee guida e raccomandazioni utili ai governi e agli organi di controllo per creare leggi efficaci ad affrontare le conseguenze ambientali del trasporto marittimo.

*Figura 2.1.5.  
Fotografia  
di Jaanus  
Jagomagi  
Unsplash.com*



## 2.2 L'impatto delle navi da crociera sugli ecosistemi e sulla salute

Il settore delle navi da crociera costituisce il **3%** ma produce il **24%** dei rifiuti

Maggioranza delle compagnie utilizza  
combustibili inquinanti con  
**Elevate emissioni di CO<sup>2</sup>**

Il settore delle navi da crociera costituisce il 3% del trasporto navale ma produce il 24% dei rifiuti. La maggioranza delle compagnie utilizza combustibili inquinanti con **elevate emissioni di CO<sub>2</sub>**. A pagare il prezzo più alto sono gli abitanti delle città portuali.

Il problema principale delle emissioni delle navi da crociera sono i livelli di ossido di azoto, che sono stati collegati alle piogge acide, a tassi più elevati di cancro e ad altre forme di malattie respiratorie. Per questo motivo, gli operatori navali

sono stati esortati a passare a combustibili alternativi più puliti con un contenuto di zolfo inferiore entro il 2020, ma pochi hanno ascoltato questi appelli.



Figura 2.1.6.  
Eduardo Goody  
Unsplash .com

Prima della pandemia nessun settore turistico cresceva come quello delle navi da crociera. Il ritmo è stato del **6,6% annuo dal 1990 al 2019** e, dopo il blocco del 2020, il comparto sta ripartendo. Le navi da crociera sono aumentate esponenzialmente in numero, dimensione e capienza. Alcune possono ospitare oltre ottomila persone, contenere decine di ristoranti e piscine, pareti da arrampicata, campi da basket, teatri, parchi acquatici e addirittura piste da pattinaggio sul ghiaccio: vere e proprie città galleggianti.

**Tutto ciò però ha un prezzo molto alto.**

Un pernottamento su una nave da crociera consuma 12 volte l'energia di uno in hotel e l'impronta carbonica di questi viaggi è ancora più alta di quelli in aereo.

## Consumo di energia

**1 notte = 12 notti**



Inoltre, la concentrazione di PM10 e PM2.5 sui ponti di queste navi è comparabile a quella registrata in alcune delle città più inquinate al mondo, come Pechino.

Questi dati sono stati riportati dallo studio **"Environmental and human health impacts of cruise tourism: a review"** scritto da Josep Lloret, Arnau Carreño, Hrvoje Carić, Joan San e Lora E. Fleming e pubblicato sul **Marine Pollution Bulletin** a settembre 2021.

Analizzando più di 200 paper accademici, gli autori hanno fatto luce sui numerosi impatti di un'industria che fino all'avvento del Covid-19 aveva introiti per 150 miliardi di dollari annui.

Dall'inquinamento dell'aria, che per alcune città portuali è maggiore di quello prodotto dall'intero parco auto urbano, all'impatto sugli ecosistemi e sull'oceano, a oggi non ci sono sistemi di monitoraggio da parte delle autorità, ma alcuni ricercatori e la società civile stanno iniziando a pretendere maggiore trasparenza dalle compagnie crocieristiche.

Figura 2.1.7.  
Fotografia di  
Martin Adams  
Unsplash.com



**“Si tratta di un settore che avrebbe tutte le possibilità economiche per rendersi più sostenibile ma l'interesse è stato finora solo quello di aumentare i profitti”,** afferma Marcie Keever, direttrice del programma oceani e navi dell'Ong Friends of the Earth, che ogni anno stila una classifica delle maggiori compagnie di crociera a livello globale valutando il loro impegno per l'ambiente.

### La classifica di Friends of the Earth racconta le compagnie crocieristiche

Aver commesso violazioni ambientali ha peggiorato il punteggio finale per il 2021

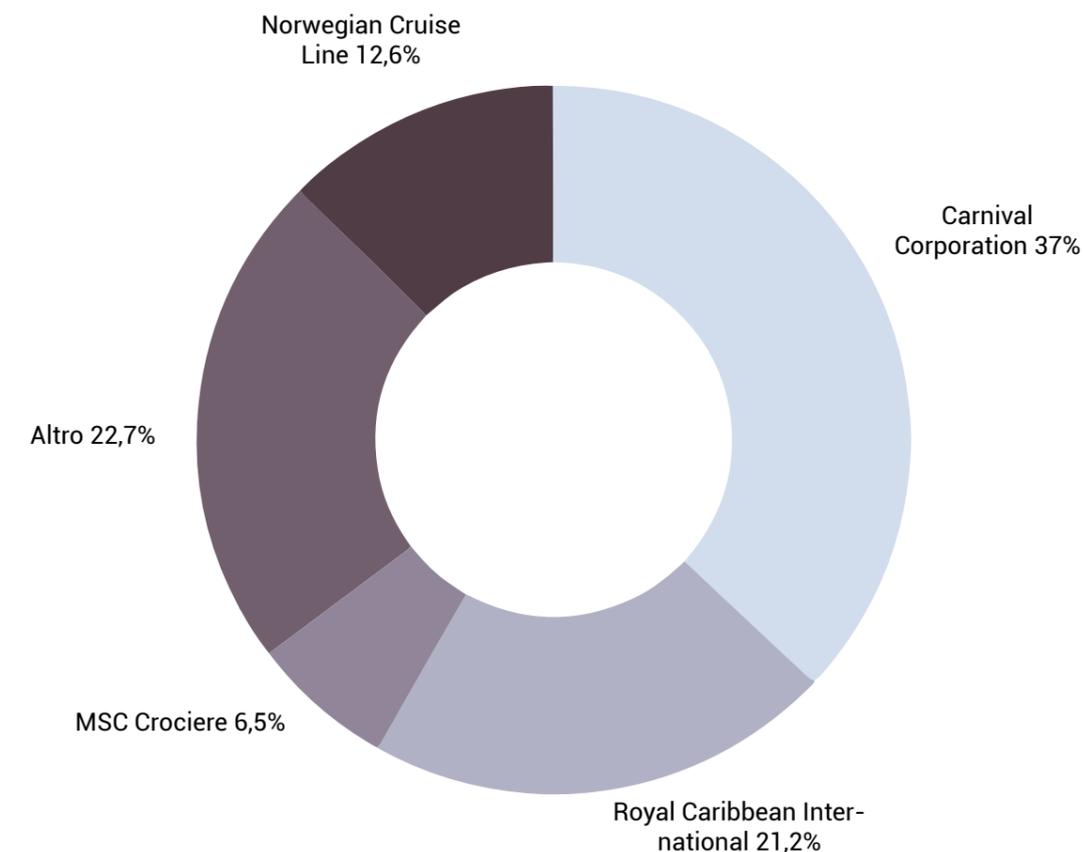
Compagnia	Trattamento delle acque reflue	Riduzione inquinamento dell'aria	Tutela della qualità dell'acqua	Trasparenza	Violazioni ambientali*	Valutazione finale 2021
Disney	C	A-	A	A		B-
Silversea	D-	F	A	A		C
Cunard	C	F	F	A	✓	F
P&O Cruises	D	D-	F	A	✓	F
Royal Caribbean	C	F	F	A		D+
Celebrity	C	F	F	A		D+
Virgin Voyages	C	F	F	A		D
Regent Seven Seas	C	F	A	F		D
Princess	D+	C+	D	F	✓	F
Oceania Cruises	D	F	C+	F		D-
Holland America	C	D-	F	F	✓	F
Seabourn Cruises	C	D-	F	F	✓	F
Norwegian	C	F	F	F		D-
AIDA Cruises	C-	D	F	F	✓	F
MSC Crociere	D	D-	F	F	✓	F
Carival Cruise Line	F	D	F	F	✓	F
Crystal	F	D	N/A	F		F
Costa	F	F	F	F	✓	F

-  Royal Caribbean Group
-  Carnival Corporation
-  Norwegian Cruise Line Holding

La valutazione effettuata da Friends of the Earth utilizza una scala che prevede una "A" per le prestazioni migliori e una "F" per quelle peggiori.

\* Tra il 2017 e il 2021 tutte le compagnie di Carnival Corporation hanno commesso violazioni ambientali.

Il mercato mondiale è dominato dalla Carnival Corporation, che possiede nove linee sparse in tutto il mondo -tra cui in Italia Costa Crociere- e registra il 37% dei ricavi del settore. Subito dopo vengono Royal Caribbean International, con quattro linee e il 21,2% della quota del mercato globale, Norwegian Cruise Line, con il 12,6% e l'italiana MSC Crociere, con il 6,5%.



Friends of the Earth riporta che tra il 2017 e il 2021 tutte le linee di Carnival Corporation sono state coinvolte in violazioni ambientali e dagli anni Novanta a oggi tutti i grandi gruppi sono stati multati almeno una volta. **Nel 2016 la Princess Cruises -del gruppo Carnival- è stata sanzionata con 40 milioni di dollari dal dipartimento di Giustizia statunitense per sette violazioni, tra le quali lo sversamento di oltre 16mila litri di rifiuti oleosi al largo delle coste britanniche.**

Come spiega Keever, ***“da allora la Carnival è in libertà vigilata e viene costantemente monitorata dalle autorità: nonostante questo ha continuato a violare le norme, e in un solo anno ha commesso 800 infrazioni, ricevendo un'ulteriore multa di 20 milioni di dollari nel 2019”.***

Ma i 60 milioni totali costituiscono solo lo 0,7% dei suoi utili. 60 milioni di dollari è l'importo delle sanzioni comminate a Carnival Corporation nel 2016 e nel 2019 per la violazione di norme ambientali. Un importo pari allo 0,7% degli utili della compagnia.

Figura 2.1.8.  
Nave della  
Carnival  
Corporation



Nella classifica di Friends of the Earth vengono analizzate le 18 maggiori linee crocieristiche mondiali (quasi tutte appartenenti ai grandi gruppi già citati), valutando quattro fattori: trattamento degli scarichi, riduzione dell'inquinamento dell'aria, rispetto delle norme sulla qualità dell'acqua e trasparenza. Dieci di queste hanno ottenuto la peggiore votazione (F). ***“La maggioranza delle compagnie usa l'olio combustibile pesante, il carburante più inquinante che esista, nonostante siano disponibili alternative migliori come il diesel marino. Inoltre utilizza dei depuratori per rispettare le norme sulla qualità dell'aria ma poi sversa in mare le sostanze tossiche filtrate, con gravi conseguenze per gli ecosistemi”***, spiega Keever.

Nonostante rappresentino una minima parte del trasporto marittimo, le navi da crociera sono quelle che in assoluto emettono la maggiore quantità di CO2 per singola nave. Ma come analizzato da NABU, Ong tedesca che ha valutato i piani di sostenibilità delle principali compagnie crocieristiche europee, la maggior parte di esse è molto lontana dal concepire misure per la decarbonizzazione in linea con gli accordi di Parigi del 2015.

**"Molte compagnie stanno puntando sul gas naturale liquefatto (Gnl) che permette di ridurre drasticamente le emissioni di ossidi di azoto e di zolfo ma è composto da metano, un gas serra che contribuisce al riscaldamento globale 86 volte più della CO2: il Gnl non è la soluzione ma parte del problema"**, dichiara Beate Klünder, transport policy officer di NABU.

**La maggior parte delle compagnie crocieristiche europee è molto lontana dal concepire misure per la decarbonizzazione in linea con gli accordi di Parigi del 2015**

Le emissioni delle navi -a oggi alimentate quasi esclusivamente con olio combustibile pesante- contengono ossidi di azoto, ossidi di zolfo e particolato (PM10 e PM2.5), responsabili dell'aumento di patologie cardiovascolari e polmonari. Il rischio per la salute umana cresce nelle città portuali, dove i fumi ricadono sulla popolazione locale. Ciò che rende più pericolose le navi da crociera rispetto a quelle commerciali è il fatto che attraccano vicino al centro delle città, continuando ad alimentare i numerosi servizi che offrono al loro interno con il carburante più inquinante che esista. Quattro delle cinque città portuali più inquinate d'Europa (Barcellona, Palma di Maiorca, Venezia e Civitavecchia) si trovano nel Mediterraneo e

come spiega Daniele Contini, fisico dell'atmosfera presso il Consiglio nazionale per le ricerche (Cnr), **"qui l'impatto dei principali inquinanti delle navi è in media più alto che nel resto d'Europa, per questo si discute di imporre una zona di controllo delle emissioni navali, con limiti più stringenti sulle percentuali di ossidi di zolfo e di azoto nei carburanti"**.

**4 delle cinque città più inquinate d'Europa si trovano nel Mediterraneo**

**Venezia  
Civitavecchia  
Barcellona  
Palma di Maiorca**

A **Civitavecchia, Genova e Venezia**, le navi di stanza nel porto emettono quotidianamente più ossidi di azoto e di zolfo del totale delle automobili della città e diversi studi attestano percentuali di mortalità più alte nelle zone in prossimità del porto. Il Dipartimento di epidemiologia del Lazio ha stimato che a Civitavecchia la popolazione residente entro 500 metri dal porto è soggetta a un incremento di mortalità del 51% per malattie neurologiche e del 31% per tumori ai polmoni.

Una delle possibili soluzioni è costituita dall'elettificazione delle banchine, che consentirebbe alle navi di smettere di usare il carburante durante lo stazionamento. Ma sono ancora poche le navi e i porti attrezzati per permettere il collegamento elettrico. A Savona, su pressione del Comitato cittadino per il porto elettrico, nel giugno 2021 l'autorità portuale ha destinato 9 milioni di euro alla progettazione dei lavori di elettificazione delle banchine.

*Figura 2.1.9.  
Study pollution  
ersnet.org*

## Civitavecchia Genova Venezia

**Le navi in questi porti emettono quotidianamente più ossidi di azoto e di zolfo del totale delle automobili della città.**

**A causa di queste emissioni è previsto un'incremento di mortalità del**

**51%** malattie neurologiche  
**31%** tumori ai polmoni



fig.2.1.9

Un altro passo in avanti è avvenuto a Venezia nell'agosto 2021 quando il Governo Draghi ha finalmente emesso un decreto che vieta il transito delle navi da crociera nel Canale della Giudecca e a San Marco. Ma il sindaco Luigi Brugnaro e il presidente della Regione Veneto Luca Zaia spingono affinché il passaggio delle navi avvenga all'interno della Laguna con attracco a Marghera.

Il Comitato No grandi navi è contrario a questa proposta che comporterebbe pesanti interventi di dragaggio e ulteriori danni all'ecosistema lagunare. Per Stefano Micheletti del Comitato, **"la portualità all'interno della Laguna non ha futuro, a maggior ragione con i problemi del 'Mose' e i cambiamenti climatici"**.

L'inquinamento dell'aria è solo uno degli impatti provocati dalle navi da crociera e da quello che per Micheletti è **"un modello di turismo insostenibile"**.

Come sottolinea anche il paper di Lloret e colleghi sulle conseguenze del turismo crocieristico, tra i miti da sfatare c'è quello che vedrebbe una popolazione locale arricchita dall'indotto. **"Il cliente delle crociere sulla terraferma spende meno del normale turista perché tende a rimanere nella sua bolla di comfort, acquistando prodotti e servizi offerti dalla compagnia navale"**, spiega Lora Fleming, coautrice dello studio.



Figura 2.1.10. Proteste NO grandi navi nel canale della Giudecca, Venezia

Una ricerca accademica sulla Croazia ha stimato che il costo totale delle esternalità ambientali causate dal turismo da crociera è pari a sette volte i benefici di cui godono le economie locali. Tutto a vantaggio delle grandi compagnie. Le più grandi imbarcazioni costituiscono la stragrande maggioranza delle emissioni di black carbon, con navi portacontainer, portarinfuse e petroliere che emettono il 60% di tutte le emissioni di BC, secondo il rapporto ambientale sul trasporto marittimo europeo del 2021.

# 60%

## Emissioni di Black Carbon

da navi

portacontainer  
portarinfuse  
petroliere

Figura 2.1.11.  
Fotografia di  
Shaah Shahid  
Unsplash.com



Sebbene le navi da crociera rappresentino solo il 3% della flotta mondiale, sono responsabili del 6% delle emissioni di black carbon (BC). Ciò rivela quanto le navi da crociera siano sproporzionatamente dannose per l'ambiente, in quanto rilasciano la più alta quantità di black carbon per nave rispetto a qualsiasi altra imbarcazione.

Le navi portacontainer, invece, producono circa un terzo del black carbon per nave, con sole 3,5 tonnellate. Ma essendo così numerose (5008 secondo il citato rapporto del 2017, o 5.534 secondo le ultime statistiche di [statista.com](#)), hanno un impatto molto maggiore sull'ambiente, rappresentando il 26% delle emissioni di black carbon della flotta globale.

Sebbene siano solo il 3% della flotta mondiale le navi da crociera sono responsabili del

# 6%

delle emissioni di Black Carbon

Il black carbon, o "fuliggine" come è più comunemente noto, si crea attraverso la combustione parziale di diesel, carbone o altre biomasse. Se inalate, le piccole particelle possono causare problemi di salute, in particolare malattie respiratorie e cardiovascolari. Ma è anche un pericolo per l'ambiente, poiché il colore scuro delle sue particelle fa sì che il black carbon assorba molto bene la luce del sole, che riscalda l'atmosfera e contribuisce all'emergenza climatica; un dato che si riflette nel rapporto, secondo il quale il black carbon è stato responsabile del 6,85% del contributo al riscaldamento globale dovuto al trasporto marittimo nel **2018**, mentre la CO<sub>2</sub> ha contribuito per il 91,32%.

## Contributo riscaldamento globale dovuto al trasporto marittimo

**6,85%**  
**Black Carbon**

**91,32%**  
**CO<sub>2</sub>**

Figura 2.1.12.  
Fotografia di  
Mika Baumeister  
Unsplash.com



Questo danno sembra essere regionale, poiché quando la fuliggine ricopre la neve o il ghiaccio, riduce l'effetto "albedo" naturale - la capacità di riflettere la luce solare - riscaldando la superficie, portando a un maggiore scioglimento e a un maggiore riscaldamento rispetto ad altre zone. Ciò significa che il black carbon in prossimità dell'Artico è particolarmente dannoso.

Attualmente, le emissioni di BC non sono direttamente regolamentate a livello internazionale. Il **Consiglio artico** e l'**Organizzazione marittima internazionale** stanno tuttavia approfondendo gli impatti del black carbon nell'Artico. Il rapporto afferma che i prossimi passi potrebbero essere l'introduzione di un potenziale divieto di trasporto e utilizzo di olio combustibile pesante da parte delle navi nell'Artico, a partire dal **2024**.

## 2.3 Inquinamento da imbarcazione in Italia

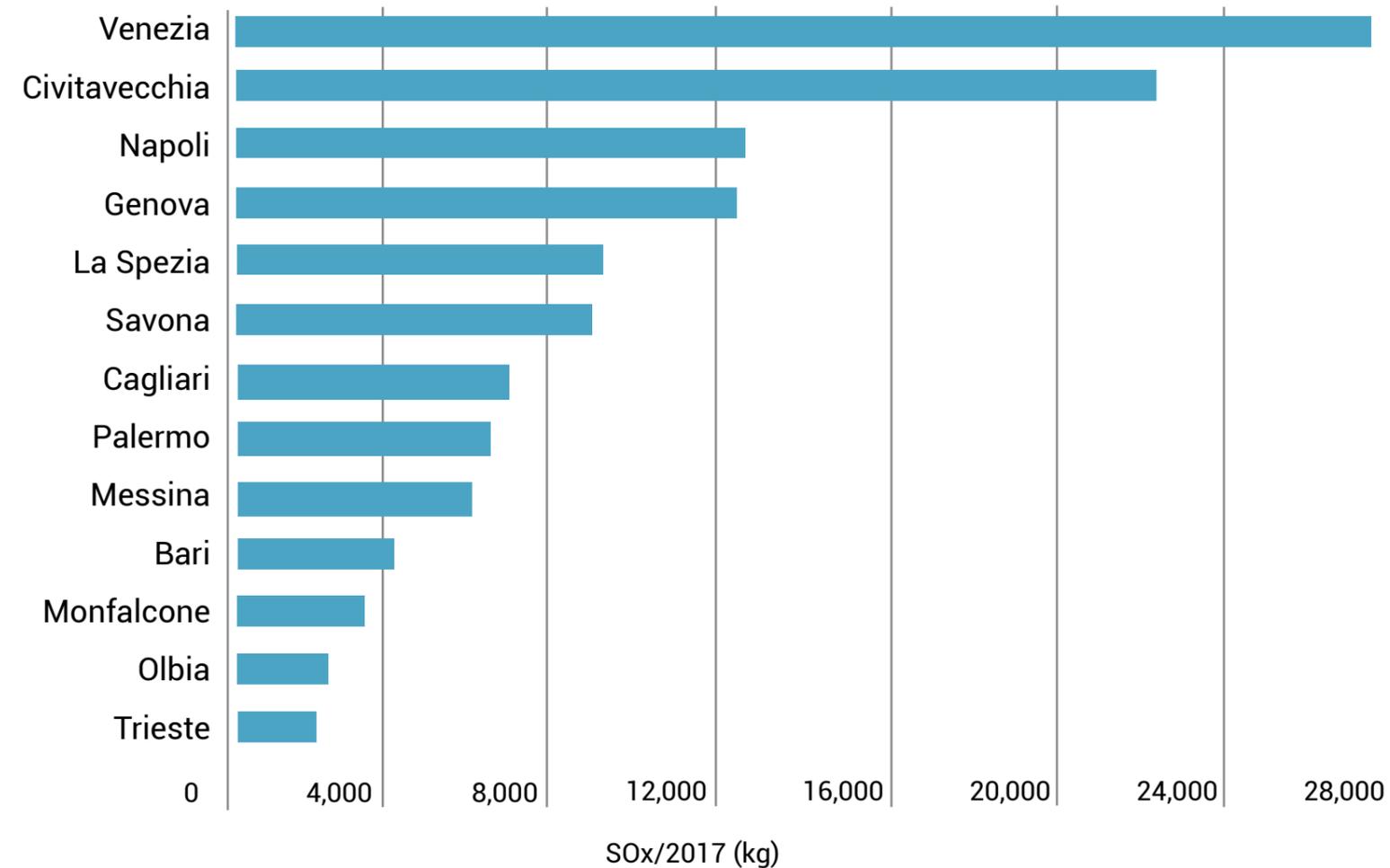
Secondo lo studio di "Transport&Environment" sull'inquinamento atmosferico prodotto dalle grandi navi passeggeri, 203 vascelli causano più emissioni di 260 000 000 di veicoli. Le 203 navi passeggeri che hanno solcato i mari territoriali europei nel 2017 risulta abbiano immesso nell'atmosfera 62 000 tonnellate di ossidi di zolfo, 155 000 tonnellate di ossidi di azoto, 10 000 tonnellate di polveri sottili e più di 10 000 000 di tonnellate di CO<sub>2</sub>. Particolarmente impressionanti sono state le stime degli ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>) che sono risultate 20 volte superiori a quelle emesse dall'intero comparto

automobilistico circolante lo stesso anno nell'UE. Quattro di dieci città costiere italiane, si trovano nelle prime 13 posizioni nella lista delle 50 città costiere più colpite dall'inquinamento atmosferico prodotto dalle grandi imbarcazioni; Venezia si piazza sul podio, in terza posizione: infatti nella laguna veneta stazionano 68 grandi navi per quasi 8 000 ore ferme in porto con i motori accesi, emettendo 27 520 kg di SO<sub>x</sub> (20 volte la quantità prodotta dalle automobili nell'intera area comunale con Marghera e Mestre comprese), 600 337 kg di ossido di azoto e 10 961 kg di particolato.



Figura 2.1.13.  
Fotografia di  
Lisa Risager  
Unsplash.com

## I porti italiani più inquinati da SO<sub>x</sub> dalle navi



Source: Transport & Environment, 2019

Al quarto posto di questa drammatica classifica europea troviamo Civitavecchia, il più grande porto del Tirreno: con 76 vascelli che vi stazionano per 5.466 ore l'anno, emettendo 22.293 kg di ossidi di zolfo (quasi 55 volte la quantità di SOx prodotta dalle 33.591 auto circolanti in città), 500.326 kg di ossidi di azoto (pari a 381 volte i NOx emessi dai veicoli circolanti) e 8.898 kg di particolato.

Napoli e Genova si piazzano rispettivamente al dodicesimo e tredicesimo posto, La Spezia al diciottesimo, Savona al ventesimo, Cagliari al trentesimo posto, Palermo e Messina rispettivamente al trentacinquesimo e trentaseiesimo posto, mentre Bari chiude la classifica occupando la cinquantesima posizione.

Secondo il rapporto pubblicato dalla stessa associazione ambientalista "T&E" è emerso che le navi da crociera circolanti nelle acque europee inquinano 20 volte di più di tutte le auto che percorrono le strade dell'UE. Gran parte delle emissioni delle navi da crociera avviene nei porti, a ridosso di grandi centri abitati, dove le imbarcazioni restano ancorate per giorni con i motori accessi, necessari a far funzionare i servizi di bordo per i passeggeri.



Italia

141



VS

38 000 000

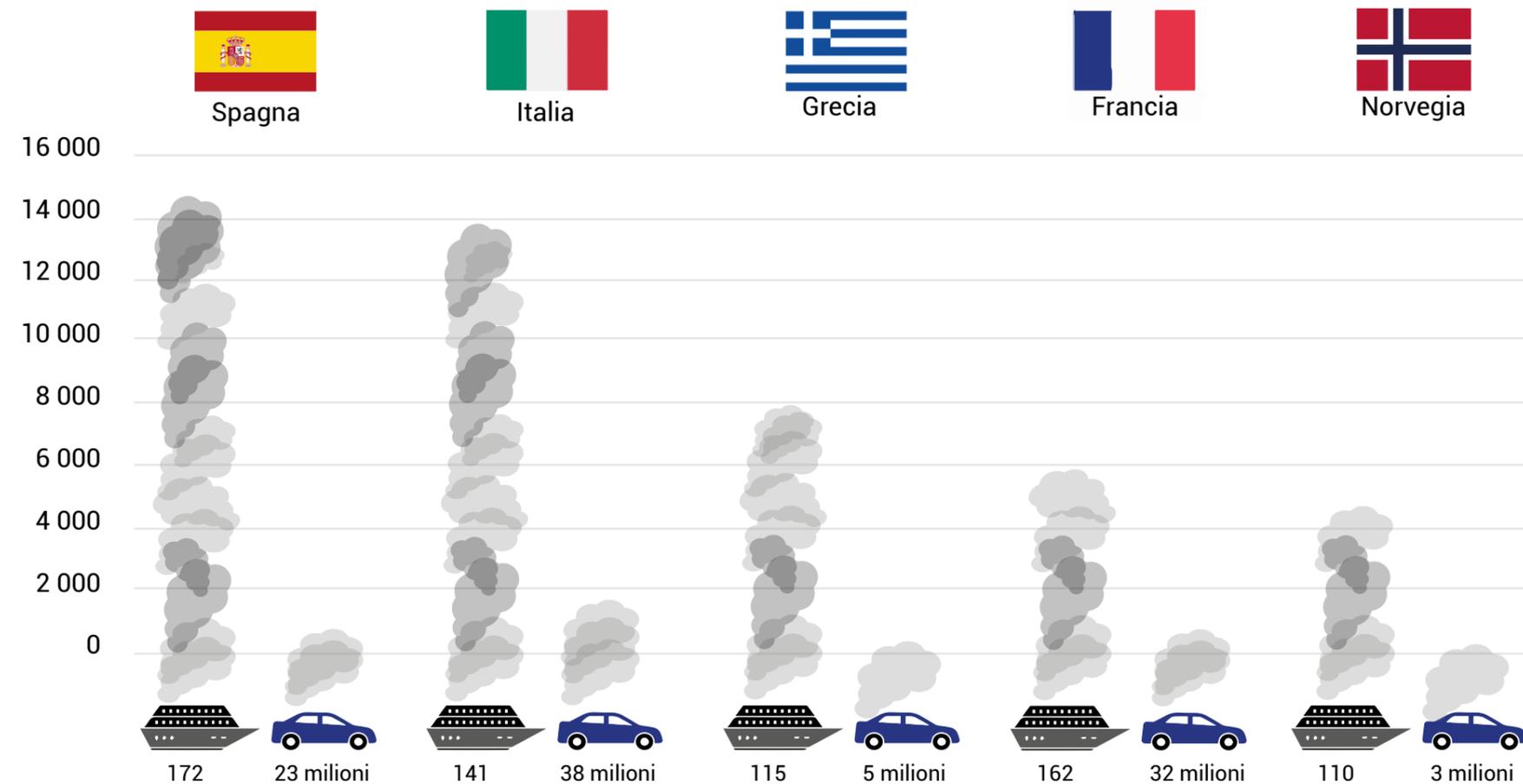


14 000  
emissioni  
di particolato



2 000  
emissioni  
di particolato

## Come si colloca l'inquinamento atmosferico delle navi rispetto a quello delle automobili?



Source: Transport & Environment

Il Mar Mediterraneo è risultato il più colpito dall'inquinamento prodotto dalle grandi navi con circa il 90% dei porti più inquinanti (4 città su 5). Il Mare del Nord, dove da tempo è stata istituita una delle 4 zone al mondo a controllo di emissioni di zolfo (Sulphur emission control area – SECA) è invece riuscito a dimezzare l'inquinamento prodotto dalle navi da crociera.

Ma il problema è negli stessi vincoli applicati al comparto. I migliori standard per il carburante marino prevedono, ad esempio, una percentuale di zolfo (0.1%) di 100 volte superiore a quella ammessa, da ormai 15 anni, nei carburanti usati sulla terra ferma (0.001%). E al di fuori delle aree a emissioni controllate le navi da crociera e passeggeri possono

utilizzare combustibili ancora più inquinanti, con un tetto massimo di zolfo dell'1,5%, mentre ai cargo è concesso di utilizzare olii con un tenore di zolfo che arrivano fino al 3,5%.

In realtà a livello internazionale si è lavorato per abbassare tali percentuali e a partire dal 2020 il nuovo limite al di fuori delle SECA dovrebbe divenire lo 0,5%.

Gli esperti di "T&E" hanno ottenuto i dati sulle emissioni seguendo via satellite gli spostamenti delle navi da crociera e stimando in ottica conservativa (quindi presupponendo il continuo rispetto dei limiti di inquinanti nei carburanti) la quantità d'inquinanti rilasciata sia in navigazione che in fase di stazionamento in porto.

Figura 2.3.14  
Fotografia di  
Alex Gridin  
Unsplash.com



Lo studio si conclude chiedendo eque opportunità fiscali per i sistemi di approvvigionamento elettrico in banchina rispetto all'uso dei combustibili fossili, l'attivazione di misure per la creazione di sistemi portuali a zero emissioni e infine, come più di una volta chiesto da Cittadini per l'aria al Governo, l'adozione di un'area ECA nel Mediterraneo e, in Italia, un fondo NOx, come quello che in Norvegia ha consentito di ripulire oltre 600 navi in pochi anni.

## 2.4 Danni per gli ecosistemi

### Acqua di zavorra

Carl Ostenfeld, botanico danese, ipotizzò nel 1903, come gli scarichi delle acque di zavorra delle navi, andassero ad impattare negativamente l'ambiente marino.

Le acque zavorra sono utilizzate in grandi quantità da navi di grandi dimensioni quali, quelle da crociera o petroliere. Queste acque intraprendono un circolo vizioso, di carico e scarico fra vari porti e navi. Gli scarichi di acque di zavorra generalmente contengono grandi varietà di materiali biologici, questi però trasportano, specie non

autoctone, andando a causare danni gravi all'ecosistema marino. A tutela di ciò, implementando controlli, nel 2017, la convenzione internazionale Ballast Water Management iniziò ad operare.

Figura 2.4.1.  
Fotografia di  
Riley DJI  
Unsplash.com



### Inquinamento acustico

La convenzione sulle Specie Migratorie ha identificato l'inquinamento da suono come minaccia alla vita marina che sfrutta l'eco localizzazione per orientarsi, comunicare e cibarsi, si ritrovano danneggiate da questi suoni che percorrono lunghe distanze, causati da navi e attività umane.

### Impatto delle navi sulla vita degli animali

Le imbarcazioni di grande stazza risultano un grande rischio e grande fattore di morte nei mammiferi marini. Uno studio effettuato nel 2007 ha rilevato che pur navigando a 15 nodi, la probabilità che una collisione risulti letale per un mammifero quale la balena ammonta ad un 79%. Questo fa comprendere

quanto la situazione sia grave a tal punto da essere considerata una minaccia serie per l'estinzione di varie specie, tra cui la balena franca nordatlantica, di cui restano tra i 300 e i 400 esemplari.

Figura 2.4.2  
Fotografia di  
www.whalesand  
dolphins.tethys.  
org/

# 03

---

## Area di ricerca

### 3.1 Energie rinnovabili

Le fonti di energia rinnovabili sono diverse dalle fonti non rinnovabili come il petrolio, il carbone e il gas naturale, poiché sono sorgenti di energia rigenerabile che non esauriscono le risorse naturali e rispettano l'ambiente.

Queste fonti di energia sono considerate la vera risorsa del futuro e si stanno sempre più diffondendo in Italia come una fonte di energia pulita ed economica a disposizione di tutti.

Effettivamente, le fonti energetiche rinnovabili rappresentano una soluzione importante per diversi problemi che il mondo sta affrontando, tra cui la crisi climatica ed energetica. L'energia solare, eolica, idrica, geotermica, delle maree e delle onde sono fonti di energia abbondanti e pulite, che possono ridurre la dipendenza dalle fonti energetiche non rinnovabili e quindi limitare le emissioni di gas serra e l'inquinamento dell'aria e dell'acqua.



La profonda crisi climatica, energetica ed economica che sta colpendo il paese sta causando diverse ripercussioni, tra cui l'impatto economico e monetario sulle persone, con l'aumento dei costi delle bollette e dei prezzi.

Infatti, l'adozione di queste fonti di energia rinnovabile può incontrare ostacoli legati al costo iniziale di installazione degli impianti, alla necessità di adeguare le infrastrutture esistenti e alla mancanza di incentivi o politiche pubbliche adeguate. Inoltre, i problemi economici che il Paese sta affrontando, tra cui l'aumento dei prezzi dell'energia, possono rappresentare un ulteriore ostacolo per la diffusione delle fonti di energia rinnovabile.

*Figura 3.1.1  
Fotografia di  
Chris Leboutillier  
Unsplash.com*

Tuttavia, investire in fonti di energia rinnovabile può portare a lungo termine ad un abbassamento dei costi dell'energia e a benefici economici e ambientali per la società nel suo complesso. È importante che le politiche pubbliche sostengano l'adozione di queste fonti di energia e promuovano il loro sviluppo a livello locale e nazionale, in modo da incentivare la transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio e sostenibile.



Figura 3.1.2  
Fotografia di  
Thomas Richter  
Unsplash.com

L'attuale crisi climatica, caratterizzata dall'aumento della temperatura globale, dall'inquinamento atmosferico e dal conseguente cambiamento climatico, sta ostacolando il ripristino dell'economia. Tuttavia, sono stati adottati numerosi interventi finanziari sostenibili e iniziative green economy per contrastare questa situazione. Tra gli esempi virtuosi ci sono il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, il Next Generation EU e gli obiettivi dell'Agenda 2030, che vengono attuati a livello europeo per rilanciare l'Italia. Grazie a questi sforzi, alcune città italiane si sono già distinte come luoghi con una buona qualità della vita, come dimostrato dai loro elevati punteggi nell'indice di vivibilità climatica.

### 3.1.1 Una panoramica della produzione rinnovabile in Italia

L'Italia si trova in una buona posizione per quanto riguarda le fonti di energia rinnovabile, rappresentando una quota significativa della produzione energetica nazionale. Attualmente, il territorio italiano ha una percentuale di distribuzione del 18% di energia rinnovabile, con una produzione di circa 122 TWh nel **2020**.

**18%** Distribuzione di energia rinnovabile

Produzione di **122TWh**

Le principali fonti di energia rinnovabile utilizzate in Italia sono l'energia solare, eolica, idroelettrica e la biomassa.

L'Italia si è sempre distinta per essere all'avanguardia nel settore delle energie pulite, e sta continuando a investire in questa direzione. Le fonti di energia pulita rappresentano un'alternativa valida ai combustibili fossili, e la loro quota nella produzione energetica del paese sta crescendo di anno in anno. Il vento, il sole, l'acqua e il calore della terra sono le principali fonti di energia rinnovabile a cui l'Italia attinge per accelerare la transizione energetica e garantire un futuro sostenibile.

Figura 3.1.3  
Fotografia di  
Tom Arran  
Unsplash.com



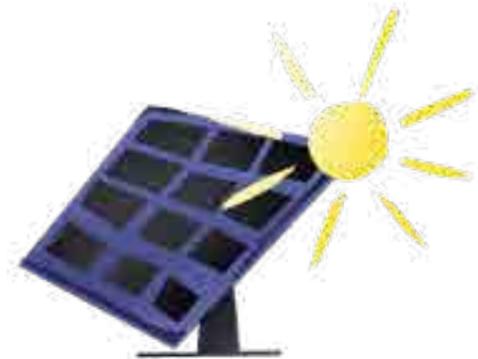
In Italia, la produzione di energia green è influenzata dalla distribuzione delle fonti rinnovabili e dalle caratteristiche del territorio. L'energia idroelettrica è prevalente nelle zone con forti pendenze, come le Alpi e l'Appennino. Il fotovoltaico, invece, è più efficace nel Sud grazie alla maggiore insolazione. L'energia eolica ha una presenza significativa nelle grandi isole come la Sicilia e la Sardegna, insieme a parti meridionali dell'Appennino, come Campania, Puglia e Basilicata. Infine, la geotermia è più diffusa in Toscana, grazie alle sue caratteristiche geologiche. L'uso delle fonti rinnovabili è aumentato notevolmente negli ultimi anni, raggiungendo il **100% dei comuni italiani** con almeno un impianto rinnovabile.

Nel 2010, solo 365 comuni possedevano impianti elettrici o termici rinnovabili. Oggi, invece, il numero supera i 8.000 comuni. Secondo il rapporto **Comunità Rinnovabili di Legambiente**, sono presenti 7.775 comuni con almeno un impianto fotovoltaico installato, 7.223 con un impianto solare termico, 3.616 con sistemi a bioenergia, 1.489 con l'utilizzo dell'energia idroelettrica, 1.049 con impianti eolici e 594 in cui si sfrutta la geotermia. Inoltre, ci sono oltre 3.000 comuni in cui il fabbisogno elettrico delle famiglie è soddisfatto dalla componente rinnovabile.



L'idroelettrico è dominante nelle aree in cui il terreno presenta forti pendenze, come nell'arco alpino e lungo la dorsale appenninica

## Le energie rinnovabili in Italia



Il fotovoltaico è più agevolato nelle zone meridionali, grazie alla minore latitudine e a una più intensa insolazione



L'energia eolica ha una concentrazione prevalente nelle grandi isole come Sicilia e Sardegna, a cui si aggiunge la parte meridionale della dorsale appenninica



L'energia geotermica ha come polo d'eccellenza la Toscana, favorita dalle sue caratteristiche geologiche

illustrazioni di  
Sara Labidi

### 3.1.2 L'idroelettrico

L'energia idroelettrica è stata per molti anni la principale fonte di energia pulita in Italia, già dal secolo scorso. Tuttavia, nel corso del XXI secolo, la capacità installata di questa fonte rinnovabile non ha registrato una significativa crescita, anche se numerosi sono i progetti che mirano a migliorare le tecnologie esistenti per aumentare l'efficienza degli impianti. L'energia idroelettrica rappresenta una grande risorsa per l'Italia, in quanto consente di convertire l'energia potenziale gravitazionale dell'acqua in elettricità, garantendo prestazioni

elettriche significative. Attualmente, gli sforzi innovativi si concentrano sul perfezionamento della gestione dei flussi di acqua e di energia per soddisfare al meglio il fabbisogno energetico del Paese. In particolare, ci si sta concentrando sul micro-elettrico, cercando di migliorare le tecnologie esistenti e di svilupparne di nuove per una maggiore efficienza degli impianti.

Figura 3.1.4  
Fotografia di  
Dan Mayers  
Unsplash.com



### 3.1.3 Il fotovoltaico

L'energia solare è una fonte pulita e inesauribile che sta diventando sempre più popolare tra le persone che vogliono ridurre la loro dipendenza dalla rete elettrica nazionale e contribuire alla salvaguardia del pianeta. Grazie alla sua natura rinnovabile, l'energia solare **non produce emissioni di CO2 nell'atmosfera**, aiutando così a contrastare l'impatto ambientale del nostro consumo energetico e garantendo un futuro sostenibile per le generazioni future.

In Italia, circa un dodicesimo dell'energia totale prodotta proviene dagli impianti fotovoltaici, il che rappresenta una crescita notevole negli ultimi anni. Questo è stato reso possibile dal calo dei costi dell'energia solare e dagli incentivi statali per l'installazione di pannelli solari sui tetti delle abitazioni.

Figura 3.1.5  
Fotografia di  
Andreas  
Gucklho  
Unsplash.com





Figura 3.1.6  
Fotografia di  
Antonio Garcia  
Unsplash.com

Oltre ai classici pannelli solari, ci sono anche altre tecnologie solari come i solari termici, che possono essere utilizzati per riscaldare l'acqua o altri fluidi.

Non solo l'energia solare può essere utilizzata per alimentare i singoli dispositivi o strumenti, ma può anche essere utilizzata per alimentare veicoli, satelliti e persino case e edifici situati in zone remote e non collegabili alla rete elettrica.

In sintesi, l'energia solare è una fonte di energia pulita, sostenibile e versatile che sta diventando sempre più importante per contrastare la crisi energetica ed economica del nostro paese.

### 3.1.4 Energia eolica

L'energia eolica sta crescendo in Italia, anche se più lentamente rispetto ad altri paesi europei.

Al momento, ci sono più di 5.000 impianti distribuiti sul territorio, principalmente composti da turbine eoliche con potenza unitaria compresa tra **20 e 200 kW**.

Entro il prossimo decennio è previsto un raddoppio della produzione di energia da fonti eoliche in Italia, con un aumento della capacità massima erogabile fino a 19 GW rispetto agli attuali 11 GW.

A livello globale, invece, si prevede che entro il **2040 la capacità eolica possa aumentare di 15 volte**, facendo dell'eolico la fonte rinnovabile principale a disposizione dell'umanità.

*Figura 3.1.7  
Fotografia di  
American Public  
PowerAssociation  
Unsplash.com*



### 3.1.5 Energia geotermica

L'Italia ha sempre avuto un ruolo di primo piano nello sfruttamento delle fonti geotermiche, tanto che il primo impianto geotermico della storia fu costruito a Larderello, in provincia di Pisa, già all'inizio del Novecento. L'obiettivo all'epoca era quello di utilizzare il vapore proveniente dal sottosuolo come alternativa alle macchine a vapore alimentate a carbone.

Oggi, circa un secolo dopo, la tecnologia ha fatto grandi progressi e in Toscana ci sono circa 30 impianti geotermici che utilizzano i fluidi estratti direttamente dal sottosuolo, con un rendimento quadruplicato rispetto ai primi

impianti. Inoltre, i gas tossici o climalteranti che si liberano dal sottosuolo vengono contenuti e non vengono immessi in atmosfera. È inoltre possibile utilizzare la geotermia inversa, ovvero sfruttare il sottosuolo come serbatoio per immagazzinare il calore in eccesso durante le stagioni più calde, per poi recuperarlo nei mesi più freddi e trasformarlo in energia elettrica.

Nonostante la diffusione del geotermico sia inferiore rispetto ad altre fonti rinnovabili, l'Italia si posiziona ancora oggi ai vertici mondiali nella produzione di energia geotermica.

*Figura 3.1.8  
Fotografia di  
Viktor Kiryanov  
Bulgaria  
Unsplash.com*



### 3.2 La produzione energetica rinnovabile in Italia

In Italia, le fonti rinnovabili coprono oltre un terzo del fabbisogno energetico totale di oltre **320 TWh**. Secondo l'**ENEA**, il Rapporto sull'efficienza energetica identifica 110 TWh (terawattora) di produzione rinnovabile, che equivale a circa 10 milioni di tonnellate di petrolio.

Secondo ENEA, il Rapporto sull'efficienza energetica identifica

**110 TWh**  
di produzione rinnovabile

equivalenti a

**10 Mt**  
di petrolio

Quota delle  
fonti rinnovabili  
in Italia

**19%**

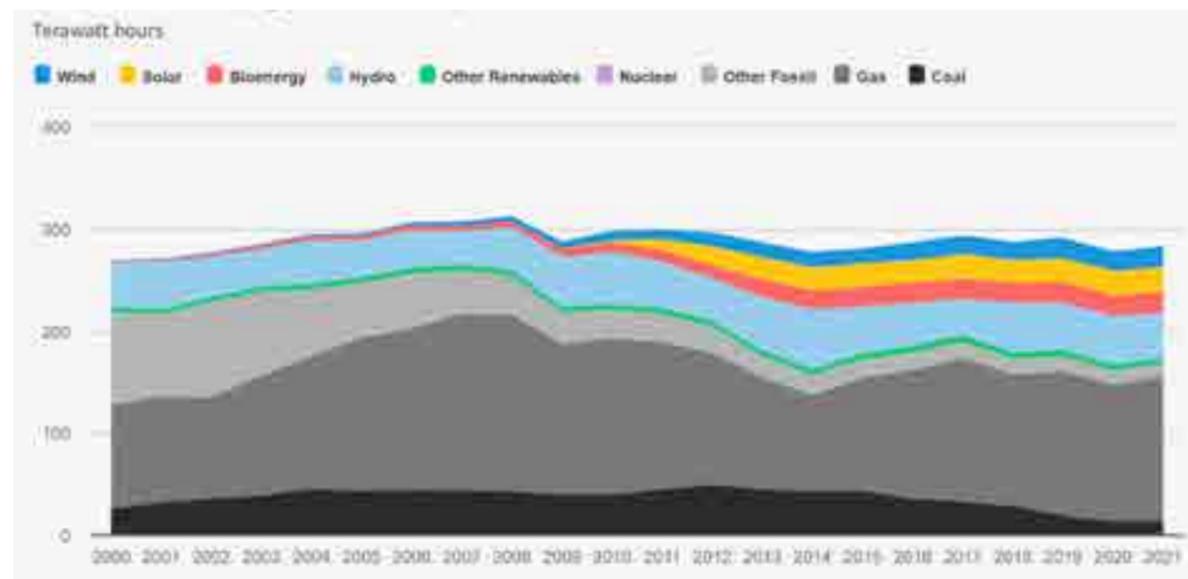
Se consideriamo anche l'energia non elettrica, la quota delle fonti rinnovabili rappresenta il **19% del totale**. L'energia idroelettrica rappresenta il 42% della produzione totale, seguita dal fotovoltaico con il 20%. L'eolico rappresenta il 16% della produzione, seguito dalle bioenergie con il 17%, mentre il geotermico chiude la classifica con il 5%.

<b>42%</b>	Energia idroelettrica
<b>20%</b>	Fotovoltaico
<b>17%</b>	Bioenergie
<b>16%</b>	Energia eolica
<b>5%</b>	Energia geotermica

Questi numeri pongono l'Italia al vertice dei paesi europei nella produzione di energia verde, essendo il terzo produttore di energia rinnovabile in Europa e in grado di generare oltre il **10% della produzione rinnovabile del continente**.

Di seguito riportiamo un'infografica pubblicata sul sito di Ember, uno degli osservatori più affidabili in materia di energie rinnovabili, che presenta una panoramica annuale della produzione di energia elettrica in Italia attraverso le varie fonti energetiche disponibili. Il mercato elettrico sta vivendo un cambiamento significativo: l'**Agenzia internazionale dell'Energia (IEA)**, prevede una crescita del 20% della produzione di energia da fonti rinnovabili (pari a +20 TWh) in Italia entro il 2025, e nello stesso anno la quota delle rinnovabili aumenterà del 35%.

## Produzione energetica in Italia



Infografica pubblicata sul sito di Ember  
Panoramica annuale di produzione di energia elettrica  
attraverso le varie fonti di energia

Purtroppo, l'Italia non ha ancora completato la transizione verso fonti energetiche rinnovabili, e la corsa al gas sembra essere ancora in corso, nonostante la crisi climatica e il rincaro delle bollette.

Legambiente ha realizzato una mappa grafica dei progetti di impianti a combustibili fossili approvati e in attesa di approvazione dal 2020 ad oggi, che comprende centrali termoelettriche, rigassificatori, metanodotti e trivellazioni. Questi impianti non rinnovabili sono ancora presenti sul territorio italiano e producono energia attraverso fonti non sostenibili.

Il futuro delle energie rinnovabili in Italia è in costante crescita e consolidamento, e per accelerare questo processo di transizione si stanno attivando diverse soluzioni.

In primo luogo, si sta lavorando per migliorare l'efficienza degli impianti attraverso l'utilizzo di nuove tecnologie e soluzioni. Ad esempio, i pannelli solari sono passati dall'originale 7% di efficienza in silicio amorfo fino ad arrivare ai record di laboratorio del 50%.

Changeclimatechange.it  
L'Italia fossile (fonte: La Repubblica)



Un altro trend è la cogenerazione, ovvero la combinazione di più fonti rinnovabili insieme. Un esempio è rappresentato dall'integrazione del fotovoltaico termico ed elettrico. Un'altra possibilità è rappresentata dalle torri solari, che raccolgono energia solare e la utilizzano per produrre elettricità grazie a turbine eoliche.

In conclusione, le energie rinnovabili rappresentano il futuro energetico del nostro paese e, per questo motivo, è importante impegnarsi quotidianamente per agevolare il passaggio a queste fonti pulite di produzione di energia.

Figura 3.1.5  
Fotografia di  
Nicholas Doherty  
Unsplash.com



### 3.3 Imbarcazioni: i materiali

#### Il Legno

Essendo il materiale da costruzione più antico utilizzato nelle barche da tempo immemorabile, il legno presenta sia vantaggi che svantaggi. La costruzione dello scafo manca principalmente della capacità dell'acqua di passare attraverso le giunture tra le piastre. Ciò è dovuto principalmente all'espansione e alla contrazione del legno quando si bagna o si asciuga, provocando rotture e screpolature.

Per risolvere questo problema, la barca non è tutta in legno massello, ma un legno multistrato resistente all'umidità, duro e leggero chiamato **compensato marino**. Il materiale deve possedere proprietà di adesione atte a resistere sia a sbalzi di umidità estremi che a sollecitazioni climatiche. Per far fronte a questo, viene utilizzata la resina melamminica. Il compensato marino risulta molto utilizzato sia per l'esterno che per



fig.3.3.1

l'arredamento, soprattutto in ambienti marini, per le diverse proprietà del materiale. Le barche in legno sono costruite con un misto di elementi trasversali e longitudinali. Lo scheletro costituito da un elemento centrale rigido detto chiglia, rinforzato da elementi longitudinali detti paramezzale, presenta per tutta la lunghezza della spina dorsale dello scafo, nervature di questo telaio che avanzano verso prua e poppa, diventando sempre più angolate nella parte inferiore. Nella parte interna quest'ultime sono collegate tra loro lungo l'asse longitudinale da una o più strisce dette serrette. Alla cui sommità si poggiano altre travi dette dormienti che vanno a loro volta a collegare i lati dello scafo e sostengono i ponti.

Il pagliolo trovato sul carrello risulta composto da varie parti, spesso removibili, sono destinati a raggiungere agevolmente la sentina, la parte più interna e profonda dello scafo. I collegamenti tra le diverse parti di una struttura in legno sono realizzati con chiodi, viti, bulloni e colla. Tutti i raccordi sono in rame o acciaio e l'adesivo è di tipo marino.

Figura 3.3.1  
Fotografia di  
Jakarta Parquet  
Unsplash.com

## Vetroresina

La vetroresina è un materiale leggero e resistente agli agenti atmosferici. Composta di una plastica rinforzata con vetro, impregnata con resine termoindurenti a base di poliesteri, vinilesteri o epossidici, induriscono dopo la lavorazione per intervento di catalizzatori e acceleranti. Non marcendo e non arrugginendosi, risulta un materiale ottimo per la costruzione navale dato il costo di costruzione ridotto. La realizzazione di un'imbarcazione in vetroresina avviene tramite la costruzione di un modellino in legno (scala 1:1), dove devono essere anticipati i dettagli e i particolari. Il modellino dovrà essere quindi perfetto e lucido per il risultato in vetroresina.

Vengono quindi usati distaccanti e resine particolari di grande durezza sul modellino per poi esserci applicati sopra i tessuti di fibra di vetro, che caratterizzati da una trama e da pesi diversi vengono applicati con un ordine dal più leggero, come ad esempio il feltro a quelli più pesanti. A fine stratificazione, vanno applicati esternamente agli stampi, dei rinforzi metallici che vanno ad evitare deformazioni nel prodotto finale, che va lucidato prima di essere utilizzato. La procedura richiede tempistiche lunghe, dettate dal processo di indurimento che può andare da giorni a settimane. Essendo non richiedere manutenzioni straordinarie



fig.3.3.2

la vetroresina risulta ideale per i suoi costi non elevati e la sua lunga durata. Seppur stagno come materiale non risulta del tutto impermeabile dato che ci sono casi in cui l'acqua salina va a superare la barriera di gelcoat formando un fenomeno detto osmosi, che intride la vetroresina, risultando dannoso. Nonostante tutti questi lati positivi, non tutti sanno che la vetroresina, seppur stagna, non è del tutto impermeabile. Il gelcoat è la parte stagna della barca. Alle volte l'acqua supera la barriera del gelcoat e quindi piccole quantità di sali si sciolgono e con l'acqua salata formano degli acidi che attaccano ulteriormente la vetroresina. Questo fenomeno si chiama osmosi. L'osmosi intride la vetroresina e, per quanto sia un fenomeno lento, è dannoso.

Figura 3.3.2  
Tenciche di  
costruzione:  
stratificazione

## La lega leggera

Comunemente denominata alluminio, anche se composta da leghe di alluminio, magnesio, silicio e altri materiali, la lega leggera risulta molto leggera ed auto protettiva per la sua composizione rappresentata in percentuale maggiore dall'alluminio. Questo materiale non si degrada, ne si arrugginisce anche se bisogna tenere conto delle proprietà meccaniche e non solo caratteristiche del materiale, dato che richiede un dimensionamento strutturale superiore a quello dell'acciaio.

Risulta quindi conveniente per alcune tipologie di imbarcazioni utilizzare questa lega per la costruzione delle sovrastrutture, mentre utilizzare l'acciaio per lo scafo; dato che vanno ad abbassare il centro di gravità. Nonostante gli innumerevoli vantaggi, la costruzione in lega leggera presenta degli svantaggi: il costo, la corrosione elettrolitica e il rischio d'incendio. Quest'ultima è derivata dal fatto che le leghe leggere bruciano con relativa facilità.

Figura 3.3.3  
Scafo in  
alluminio  
nauticexpo.it



## L'acciaio

Da circa 150 anni l'acciaio è uno dei materiali più utilizzati nella costruzione di grandi navi militari perché produce una struttura molto forte e resistente, anche se molto pesante.

La costruzione in acciaio può essere classificata come la più pesante ma anche la più semplice, è un materiale facilmente lavorabile anche all'aperto, anche se è difficile da modellare, esiste una gamma di macchine in grado di ridurre la fatica.

Questo acciaio è molto resistente, elastico, isotropo e unito mediante saldatura. Si possono costruire strutture forti, spesso solo con la concentrazione si possono creare punti deboli. Ciò che distrugge questo materiale

è la ruggine. Le strutture in acciaio si assottigliano nel tempo, quindi è necessario consentire tolleranze di spessore per la corrosione. I componenti in ferro dovevano essere protetti anche durante la costruzione; quindi, sono stati sabbiati prima di ricevere un primo ciclo di verniciatura. A seconda del tipo di superficie da trattare e dei risultati che si vogliono ottenere, vengono utilizzate diverse granulometrie metalliche per la sabbiatura a diverse pressioni.

Successivamente deve essere verniciato entro mezz'ora dalla sabbiatura, altrimenti l'ossidazione superficiale si ripeterà. L'acciaio utilizzato per costruire lo scafo è solitamente acciaio dolce.



fig.3.3.4

Per la cantieristica navale, che consente l'utilizzo di acciai alto-resistenziali oltre all'acciaio ordinario, il suo maggior costo unitario è quasi sempre compensato dal minor peso del materiale utilizzato. Le proprietà meccaniche delle leghe leggere utilizzate nella costruzione navale sono specificate dal Codice RINa, che fornisce i criteri per l'applicazione delle norme di costruzione in acciaio alle strutture in lega leggera. Gli edifici in acciaio hanno molti vantaggi rispetto agli edifici in legno, con meno rischi di incendio e allagamento. La manutenzione è più comoda e rapida e la durata è relativamente lunga (anche più di 40-50 anni).

Figura 3.3.4  
Fotografia di:  
Yasin Hm  
Unsplash.com

L'acciaio ha un peso specifico maggiore rispetto al legno, ma l'acciaio è più resistente e richiede profili più sottili e la capacità utilizzabile è maggiore.

Rispetto a questi vantaggi, ci sono alcuni piccoli difetti, deviazione della bussola magnetica, corrosione, bassa resistenza agli urti e una maggiore possibilità di lacerare lo scafo.

Per fabbricare scafi in acciaio si possono utilizzare tre sistemi:

- **sistemi strutturali laterali** in cui elementi longitudinali quali travetti e montanti sostengono una serie di telai trasversali, detti telai, posti ad intervalli inferiori al metro. I pannelli lignei dell'esterno e delle montagne sono sostenuti dal telaio. Il sistema è derivato direttamente dalla struttura in legno;

- **un sistema a struttura longitudinale** in cui, oltre ai suddetti elementi longitudinali, è presente una serie di correnti longitudinali, poste ad intervalli inferiori al metro, in corrispondenza del fondo, delle fiancate e delle ginocchia. Le doghe sono principalmente sostenute da elementi longitudinali;

- **sistema strutturale ibrido**, in cui le aree dello scafo superiore e inferiore, dove le aree sollecitate longitudinalmente sono longitudinali, e l'area centrale, dove le aree sollecitate tangenzialmente sono trasversali.

Figura 3.3.5  
Fotografia di  
Kirkilai  
Unsplash.com



### Lega di rame

Nelle applicazioni nautiche vengono utilizzate tre diverse tipologie di leghe di rame:

- **il bronzo**, lega di rame e stagno, sempre presente a bordo, in quanto risente poco degli agenti atmosferici e dell'acqua di mare, non alterandosi nel tempo. È amagnetico e ideale per le fonderie in quanto è molto malleabile e ha un punto di fusione inferiore rispetto all'acciaio. Ha buone proprietà meccaniche e una forte resistenza alla corrosione;
- **l'ottone**, una lega rame-zinco; un materiale simile al bronzo ma si caratterizza per il suo aspetto dorato, che lo rende ideale per tutte quelle applicazioni dove la corrosione degli agenti atmosferici è bassa ed è richiesta una

buona presenza. Viene poi utilizzato per produrre accessori nautici.

- **il cupronichel**, una lega di rame-nichel, è l'ultima ad entrare nell'uso marino ed è utilizzata negli impianti di desalinizzazione e nei condensatori marini. Resiste alla colonizzazione dei molluschi e della vegetazione marina. Se utilizzato per la chiglia dell'imbarcazione, riduce la resistenza al moto della nave e inoltre si riducono i costi per "scrostamento".

Figura 3.3.6  
Fotografia di  
Ra Dragon  
Unsplash.com



### 3.4 Imbarcazioni: riciclo dei materiali

Secondo l'**European Maritime Transport Enviromental Report 2021**, la fabbricazione e il riutilizzo delle navi sono intrinsecamente legati allo spostamento marino. Esercitano, oltre a ciò, pressioni ambientali legate alla responsabilità dei rifiuti pericolosi, delle acque reflue, delle acque meteoriche e delle emissioni nell'aria generate dalle solerzia da fabbricazione, conservazione, rimedio e abbattimento delle navi. I cantieri navali sono spesso situati in aree sensibili dal punto di vista ambientale. Durante i lavori di installazione possono verificarsi perdite di

olio che possono contaminare l'acqua che circonda l'oggetto. I metalli possono entrare nell'acqua attraverso frammenti di vernice deragliati e materiali di sverniciatura che si accumulano durante la manutenzione della nave.

*Figura 3.4.1  
Fotografia di  
Michael Olsen  
Unsplash.com*



In base alle ultime informazioni disponibili sulla costruzione di navi nell'UE, il 9,6% del numero totale di nuove costruzioni nel 2019 è stato realizzato in cantieri navali con sede nell'UE, il che corrisponde al 3,8% del totale della stazza lorda mondiale costruita in quell'anno (IHSMarkit, 2020). Tra il 2000 e il 2008, il numero medio annuo di nuove costruzioni nell'UE ha rappresentato circa il 20% del numero medio annuo di nuove costruzioni a livello mondiale. Ciò indica chiaramente una diminuzione dell'attività di costruzione navale negli Stati membri dell'UE dai primi anni di questo secolo ai tempi recenti. Il settore ha tuttavia aumentato la produzione negli ultimi anni, con un incremento delle nuove costruzioni dal 2,5% nel 2014 al 3,8% nel 2019.

Gli Stati membri dell'UE (e dell'Area europea di libero scambio) in cui è stato costruito il maggior numero di navi nel 2019 sono Polonia, Spagna, Paesi Bassi, Croazia e Norvegia, che rappresentano il 65% di tutte le nuove costruzioni nei cantieri europei nel 2019. Tuttavia, Italia, Germania, Croazia e Francia si concentrano sulla costruzione di navi di grandi dimensioni, che rappresentano il 66% di tutta la stazza lorda costruita nei cantieri dell'UE nel 2019.

La costruzione e la manutenzione dei materiali utilizzati nelle imbarcazioni da diporto, risultano essere una fonte di inquinamento, dato che questi materiali tendono a contenere sostanze inquinanti che se rilasciate nell'ambiente, possono avere un impatto negativo sulla salute degli ecosistemi e degli organismi che vi ci vivono.

Molte grandi navi vengono smantellate in impianti di riciclaggio situati al di fuori dell'UE, alcuni dei quali operano in condizioni di sicurezza e standard ambientali inadeguati. Alcune tecniche possono comportare il cosiddetto "spiaggiamento da marea", in cui la nave viene portata a riva durante l'alta marea e diventa quindi facilmente accessibile dalla spiaggia.

**Molte grandi navi vengono smantellate in impianti di riciclaggio situati al di fuori dell'UE, alcuni dei quali operano in condizioni di sicurezza e standard ambientali inadeguati.**

Questo processo esercita pressioni sull'ambiente, in quanto i materiali pericolosi eventualmente presenti a bordo, come oli, amianto o vernici tossiche, potrebbero essere rilasciati nell'ambiente locale, alterando la biodiversità.

Il riciclaggio delle navi nell'UE ha registrato un picco nel 2017 (con 40 navi riciclate, per un totale di 21.000 LDT, o tonnellate di dislocamento leggero (peso dell'acqua che la nave sposterebbe se galleggiasse liberamente in quiete vuota)); tuttavia, tale quantità si è ridotta a 4.500 LDT nel 2019. Tra il 2014 e il 2019 sono state riciclate 211 navi in impianti dell'UE, principalmente in Danimarca e Belgio.

Figura 3.4.2  
Fotografia di  
Noaa  
Unsplash.com



fig.3.4.2

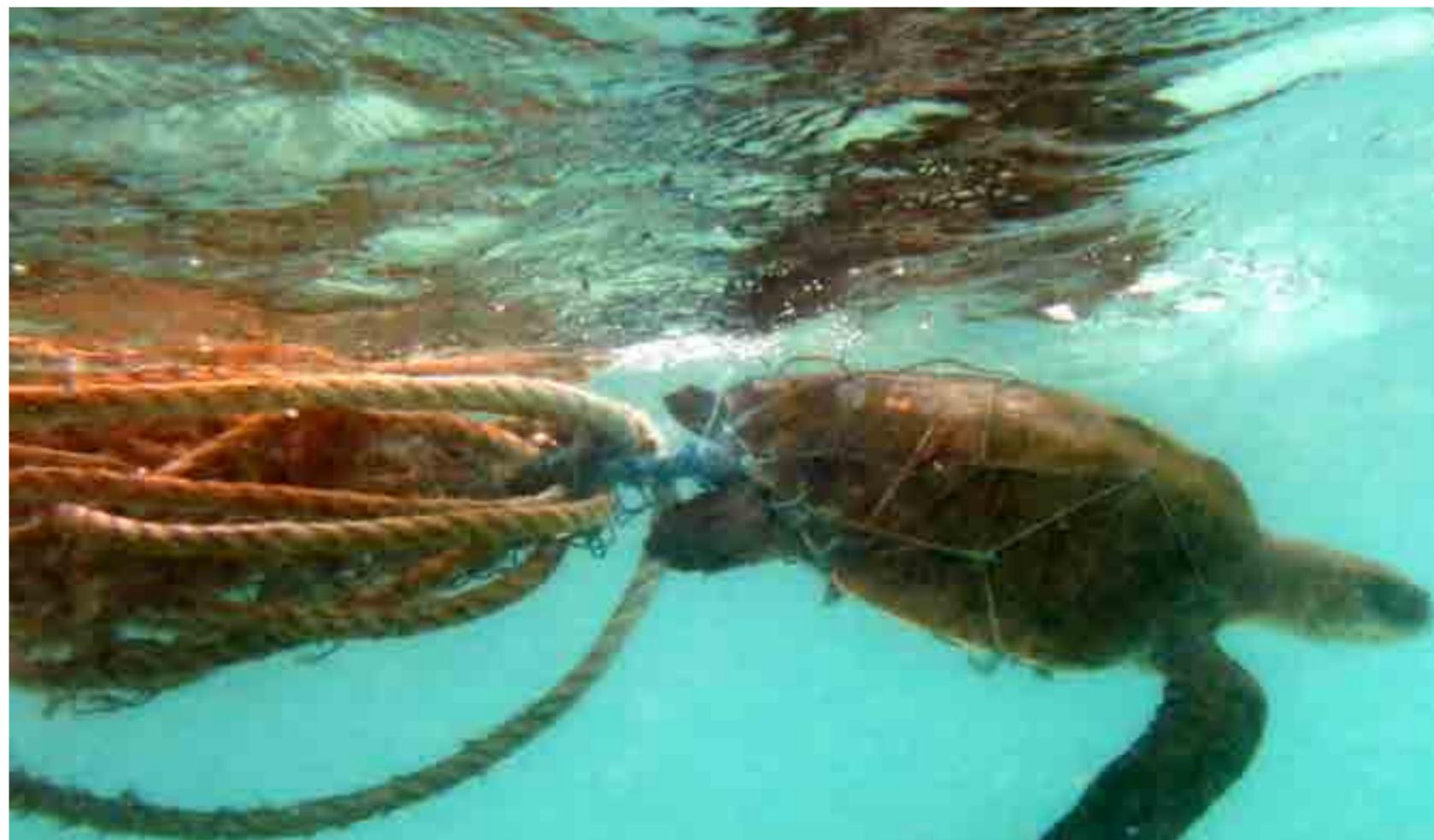


fig.3.4.3



Dal 2018, le grandi navi commerciali marittime registrate sotto la bandiera di uno Stato membro dell'UE possono essere riciclate solo in impianti di riciclaggio autorizzati, sicuri ed ecocompatibili, che sono inclusi nell'elenco europeo degli impianti di riciclaggio delle navi (UE, 2020b). Tuttavia, dal 2016 il numero e le dimensioni delle navi registrate sotto la bandiera di uno Stato membro dell'UE, al momento del riciclaggio, sono in costante diminuzione. Nel 2019, la LDT totale delle navi registrate sotto la bandiera di uno Stato membro dell'UE nella fase di riciclaggio era di 20 600 LDT, rispetto alle 628 000 LDT del 2016.

Inoltre, la LDT totale delle navi con un proprietario registrato domiciliato in uno Stato membro dell'UE era circa quattro volte la LDT delle navi registrate sotto la bandiera di uno Stato membro dell'UE al momento del riciclaggio. I dati dell'EMSA suggeriscono che le navi registrate sotto la bandiera di uno Stato membro dell'UE possono, per motivi economici, sembrano essere assegnate a registri di Paesi terzi per evitare di essere riciclate negli impianti inclusi nell'elenco europeo degli impianti di riciclaggio delle navi. Tuttavia, va notato che l'elenco europeo è ancora in fase di sviluppo, in modo che gli impianti di riciclaggio delle navi inclusi possano servire pienamente tutte le dimensioni delle navi e il mercato internazionale.

Questa ricerca ha come obiettivo l'analisi dei materiali inquinanti delle imbarcazioni da diporto, la comprensione del loro impatto sull'ambiente marino e i possibili sostituti a tali materiali. Le imbarcazioni da diporto possono contenere una serie di materiali inquinanti, tra cui vernici, adesivi, resine e isolanti termici. Per quanto le imbarcazioni costruite in vetroresina possano essere leggere e resistenti, garantendo buona tenuta all'acqua e una buona stabilità strutturale; la produzione della vetroresina comporta l'impiego di materiali inquinanti e potenzialmente nocivi per l'ambiente, come il poliestere, l'acido isoftalico e il catalizzatore. L'utilizzo di materiali

Figura 3.4.5  
Resti di  
imbarcazioni  
abbandonate



sostenibili e il corretto smaltimento dei materiali impiegati nelle imbarcazioni sono temi molto importanti per il settore nautico. ANSA.it affronta il tema delle barche abbandonate, un problema ambientale che sta diventando sempre più rilevante.

Secondo l'articolo, infatti in Italia ci sono circa 30.000 barche abbandonate, che rappresentano un rischio per l'ambiente e la sicurezza della navigazione.

Il **Ministero della Transizione Ecologica** ha lanciato una campagna di sensibilizzazione per promuovere il corretto smaltimento delle barche fuori uso e prevenire il fenomeno

dell'abbandono.

La campagna prevede anche un aumento delle sanzioni per chi abbandona le barche, che possono arrivare fino a 30.000 euro.

L'articolo riporta anche le possibili soluzioni per smaltire le barche fuori uso in modo sostenibile; tra queste, vi è la demolizione e il riciclaggio dei materiali, che possono essere riutilizzati per la produzione di nuovi prodotti. Tuttavia, viene sottolineata una necessità di una maggiore collaborazione tra gli enti preposti, le autorità portuali, i cantieri e i proprietari delle barche per gestire in modo efficace il problema

delle barche abbandonate

Secondo un articolo pubblicato su **Cestra Ecologia**, anche l'Unione Europea ha adottato una normativa per il riciclaggio delle navi che prevede l'obbligo di smaltire correttamente i materiali impiegati nelle imbarcazioni. La normativa per la gestione dei rifiuti delle navi da diporto, ha l'obiettivo di ridurre l'impatto ambientale dell'industria navale e promuovere l'utilizzo di materiali sostenibili.

Questa normativa prevede il riciclaggio del 90% delle navi entro il 2025 e del 100% entro il 2030.

riciclaggio del

**90%**  
delle navi

entro il  
**2025**

riciclaggio del

**100%**  
delle navi

entro il  
**2030**

Alcune associazioni e aziende del settore nautico hanno iniziato a sviluppare soluzioni per il riciclaggio e la gestione sostenibile delle barche in disuso.

Tra queste, il progetto **Circular Boats**, che prevede la creazione di una piattaforma digitale per la vendita e il riciclaggio di barche usate in Europa, e la società italiana Green Boats, che ha sviluppato un metodo per smantellare le barche in disuso in modo sostenibile.

L'adozione di soluzioni sostenibili per la gestione delle barche in disuso è un passo importante per ridurre l'impatto ambientale dell'industria navale e promuovere uno sviluppo sostenibile del settore.

### 3.5 Materiali innovativi per le imbarcazioni

Un esempio di utilizzo di materiali sostenibili nella costruzione di barche in composito viene riportato nell'articolo di Boat Industry. La società svizzera **Bcomp** ha infatti sviluppato un materiale composito in fibra di lino e resina biodegradabile che può sostituire il vetroresina tradizionale. Secondo l'articolo, l'utilizzo di questo materiale ha permesso di ridurre l'impatto ambientale della produzione delle barche in composito.

Anche riporta un esempio di utilizzo di materiali sostenibili nella costruzione di barche in composito.

Andrea Paduano, Cto e co-founder di NL Comp., ha dichiarato che nel 2011 circa 75.000 imbarcazioni in vetroresina non erano più in circolazione nel mondo e come il 54% di queste sia stato abbandonato, con oltre 53.460 tonnellate di rifiuti da smaltire.

Nel 2011  
**75.000**  
imbarcazioni  
in vetroresina  
non erano più in  
circolazione

**54%**  
di queste  
è stato abbandonato,

oltre  
**53.460**  
tonnellate di rifiuti

Un disastro  
ambientale che  
tutt'ora non si è  
fermato

Figura 3.5.1  
Fotografia di  
Vince Veras  
Unsplash.com



fig.3.4.3

Ha infine affermato come nell'ultimo decennio, questo disastro ambientale non si sia mai fermato.

Secondo l'articolo di LifeGate, la società olandese **NL Comp**, ha infatti sviluppato un materiale composito in fibra di lino e resina a base di alghe che può sostituire la resina epossidica tradizionale.

**Northern-Light Composites**, in aggiunta alla realizzazione di imbarcazioni riciclabili, ha per l'appunto adottato anche materiali naturali come il lino, il quale offre ottime proprietà rispetto ad altre fibre naturali. Sebbene il costo di produzione di un'imbarcazione in lino sia stimato essere circa il 10% superiore rispetto alla produzione di una barca in vetroresina, il divario risulta minimo se si vanno soprattutto a considerare poi i costi di smaltimento di una

barca tradizionale.

Northern-Light Composites ha difatti condotto diverse ricerche e sviluppato un nuovo materiale denominato "**rComposite**", che è progettato per essere altamente sostenibile e riciclabile.

Questo materiale ha dimostrato di avere proprietà simili alla vetroresina e può essere riciclato alla fine della sua vita utile, consentendo così il riutilizzo di tutte le materie prime iniziali come materie prime secondarie. In questo modo, il ciclo di vita del materiale può essere esteso e il materiale stesso diventa un'alternativa più sostenibile alle opzioni tradizionali.

Per raggiungere questo obiettivo, la Northern-Light Composites ha utilizzato una resina termoplastica, che può essere sciolta e separata



fig.3.5.2

dalle fibre di rinforzo, le quali possono essere riutilizzate per la creazione di nuovi materiali. In questo modo, l'azienda è riuscita a rivoluzionare il materiale di partenza e a creare un prodotto altamente sostenibile.

L'utilizzo di questo materiale ha permesso di ridurre l'impatto ambientale della produzione delle barche in composito e migliorare le prestazioni delle imbarcazioni. L'industria nautica sta cercando di adottare soluzioni sostenibili per la costruzione delle imbarcazioni e il corretto smaltimento dei materiali impiegati.

Ciò dimostra un impegno concreto per ridurre l'impatto ambientale dell'industria navale e promuovere uno sviluppo sostenibile del settore.

**Bcomp**  
**Materiale composito in fibra di lino e resina a base di alghe che sostituisce la resina epossidica tradizionale**

**Northern-Light Composites**  
**rComposite: materiale altamente sostenibile e riciclabile. Possiede proprietà simili alla vetroresina**

Figura 3.5.2  
 Fotografia di Benjamin Jones  
 Unsplash.com

### 3.6 Tecnologie innovative per le imbarcazioni

#### L'idrogeneratore

L'idrogeneratore utilizza lo spostamento della barca per produrre elettricità pertanto risulta una soluzione ecologica ed economica per ottenere l'autonomia elettrica a bordo. Consiste in un'elica sommersa che trasforma l'energia dell'acqua in elettricità. Questa soluzione rinnovabile è facile da installare e occupa poco spazio, tuttavia, può generare resistenza durante la navigazione.

In media, l'idrogeneratore può produrre circa 60 watt di energia. In precedenza, si utilizzava un alternatore, che era posizionato sull'asse dell'elica, il funzionamento era più o meno lo stesso di quello dell'idrogeneratore, ma tendeva a creare troppa resistenza nell'acqua.

**Vantaggi:  
ecologico, silenzioso,  
alte prestazioni**

**Svantaggi:  
perdita di velocità,  
prezzo, funziona solo  
quando si naviga**

Figura 3.6.1  
Idrogeneratore  
Watt & sea



fig.3.6.1

## Le celle solari organiche

Il campo delle celle solari organiche comprende tutti i componenti la cui parte foto-attiva è basata su composti di carbonio organico. Denominata "Sandwich", la struttura di base di queste celle è semplice; è di fatti costituita da un substrato, più comunemente trovato in vetro, ma che può essere anche di plastica flessibile; e uno o più film molto sottili contenenti materiale foto-attivo che viene frapposto fra due elettrodi conduttivi. Esistono celle organiche più efficienti, che si basano su un processo di fotosintesi clorofilliana mediante l'utilizzo di miscele di materiali e uno strato sottile di pigmento

(anche a base vegetale) che va a massimizzare l'assorbimento dello spettro solare, che viene estratto e convertito in corrente elettrica, dagli altri componenti. DSSC Cell - Dye sensitized solar cell (DSC) module  
La ricerca dell'ampia gamma di celle solari organiche è in continua maturazione tecnologica. In queste, sono comprese anche le celle "dye sensitized", organiche, ibride organico/inorganico ed ibride biologico. Per queste ultime, la ricerca punta a stabilizzare i materiali necessari, andando ad aumentare l'efficienza d'assorbimento della cella stessa, che ad oggi si avvicinano all'1%.



Figura 3.6.2  
Cella fotovoltaica  
Chose.uniRoma2.it

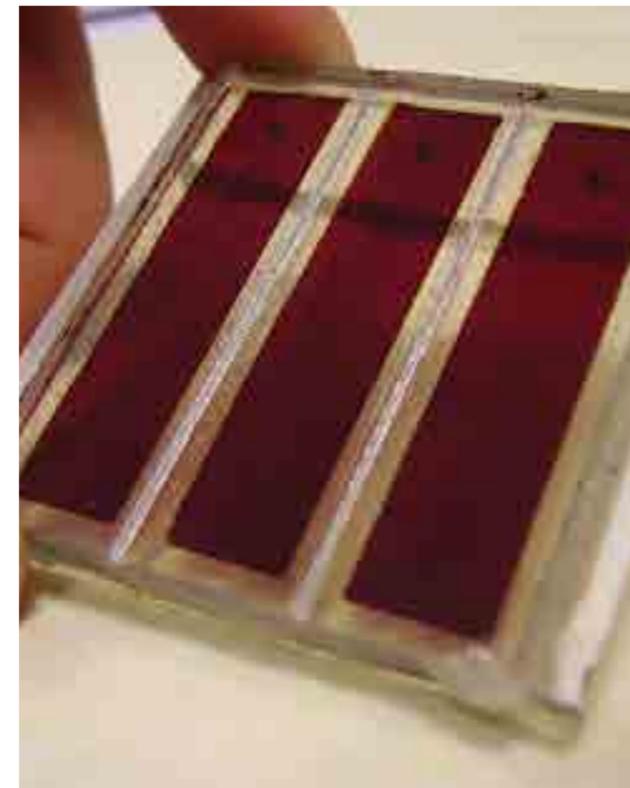


Figura 3.6.3  
Modulo  
Chose.uniRoma2.it

Le DSC risultano interessanti per la loro compatibilità biologica del materiale foto-attivo; altro loro componente importante è la presenza di una pasta di ossido di titanio, elemento eco-compatibile con la funzione di estrazione della carica generata all'interno del pigmento dopo l'assorbimento della luce. La ricerca punta infatti allo sviluppo di celle bio-eco-compatibili. Allo stato attuale, le cellule sensibilizzate con coloranti che sono più vicine alla maturità tecnologica, e di conseguenza risultano vicine anche allo sfruttamento commerciale per applicazioni su vasta area, sono state sfuggenti, anche

dopo i complessi studi di simulazione teorica, nei quali i coloranti, mediante processi di chimica organica, sono stati sintetizzati. Lo scopo di questi studi sta nell'aumentare il più possibile la foto-stabilità e l'assorbimento totale dello spettro solare, portando ad avere picchi di efficienza massima variano tra il 10% e il 12%, e tempo di vista di svariati anni. Questi valori misurati in laboratorio sono peraltro in costante crescita. In contrapposizione, le celle fotovoltaiche, completamente polimeriche, sono recentemente salite in efficienza massima in un livello che va dal 4% al 5%.

Con l'obiettivo di aumentarne ancora l'efficienza e il tempo di vita, sono in atto ricerche basate sull'introduzione di nano-cristalli inorganici nel polimero.

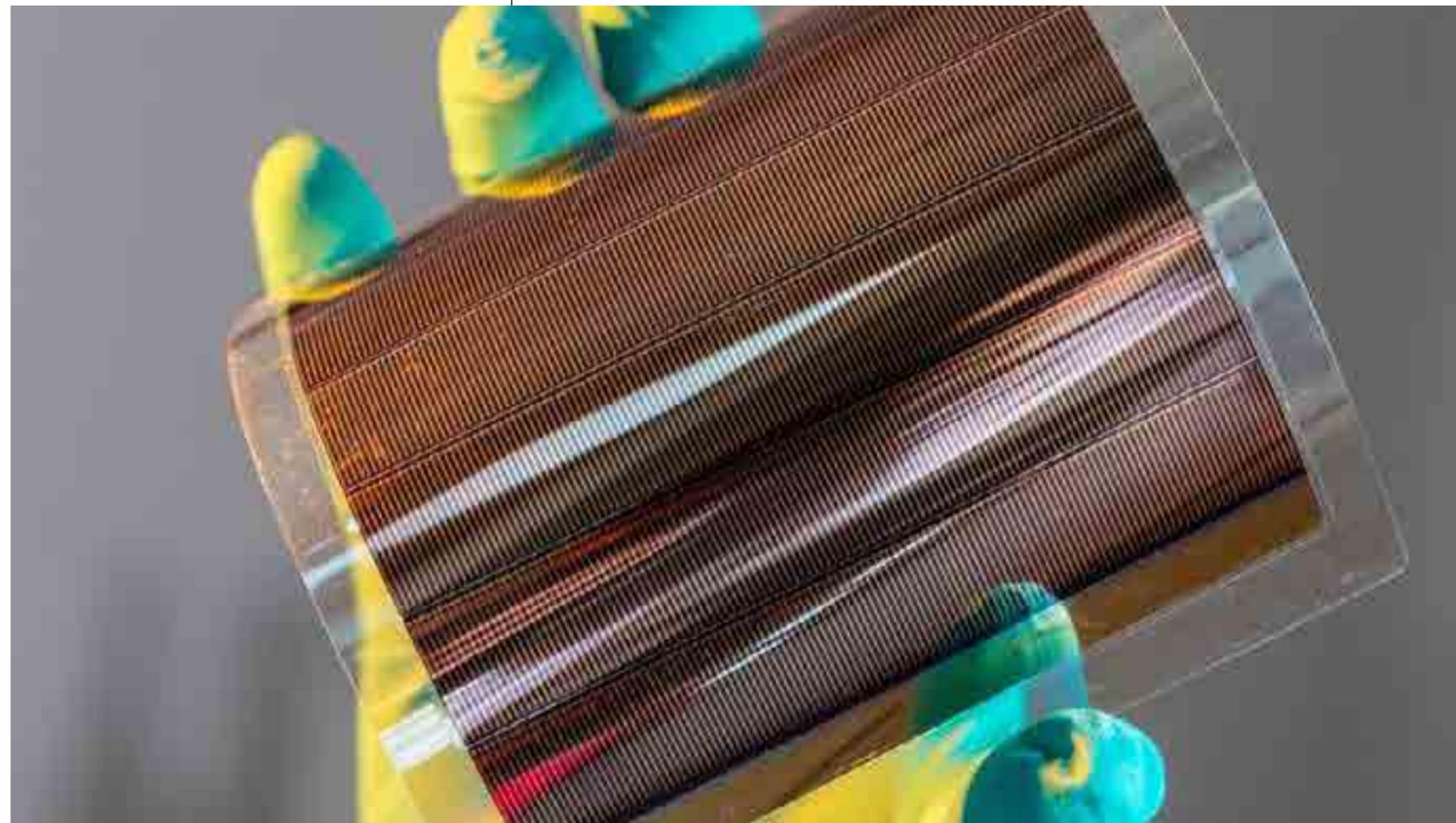
Le tecniche di fabbricazione di queste celle risultano le più semplici da attuare, con costi ridotti, rendendole molto interessanti.

Il vantaggio dei materiali fotovoltaici organici o ibridi, si basa sulla loro capacità di essere depositati su larghe aree a costi ridotti considerevolmente, essendo in soluzione liquida come inchiostri o paste, che una volta depositati assumono la forma

di vere e proprie pellicole. Sono quindi facilmente stampate tramite l'utilizzo di stampa a getto d'inchiostro, metodologia oltretutto in via di utilizzo per la fase produttiva in larga scala di celle solari, eliminando così gli alti costi di materiale e di processo tipici dell'industria.

L'utilizzo di ink jet printing (i.e. stampa a getto di inchiostro) e screen printing (tecnica simile alla serigrafia) è un programma d'innovazione tecnico della costruzione dei pannelli, andando in costruzione ad utilizzare contatti multistrato per aumentare la tensione ed efficienza della cella.

Figura 3.6.4  
Celle organiche



I nuovi materiali e le nuove tecniche di fabbricazione previste presentano vantaggi notevoli, partendo da tutti i loro processi additivi dove solo il materiale necessario viene depositato, garantendo risparmi di materiale oltre il 90% e riducendo in tale maniera l'impatto ambientale. Inoltre, attraverso lo sviluppo di tecniche di incapsulamento per substrati flessibili, si apre una vasta serie di nuove possibilità di integrazione, di applicazione e di mercati.

Si prevede quindi che il fotovoltaico organico commerciabile, possano portare il costo del fotovoltaico dai circa 6-12 €/Wp dei pannelli in silicio odierni a circa 2 €/Wp o meno, rendendo finalmente competitivo il fotovoltaico con le fonti di energia odierne.

fig.3.4.6

### Celle OPV

Per molto tempo in tutto il mondo, i collegamenti elettrici e i pannelli solari sono stati usati come fonti di energia alternative e sono anche ampiamente utilizzati sulle navi. Soprattutto per il sistema di alimentazione per la guida a lunga durata e la più grande autonomia, il sistema di alimentazione del sistema di alimentazione e l'energia delle apparecchiature elettroniche del suo consiglio. La tecnologia convenzionale dei pannelli solari utilizza caratteristiche di silicio. Tuttavia, anche in questo caso, la tecnologia si sviluppa costantemente e alcune persone stanno monitorando un nuovo percorso. Ad esempio, questo è il caso della società francese

Heole. Di recente ha progettato una nuova vela fotovoltaica che include celle organiche, note anche come "OPV" o fotovoltaico organico. È un sostituto del silicene basato su assorbitori molecolari o polimerici. Queste celle sono incapsulate su vari frame, con vantaggi flessibili, leggeri e traslucidi. Le vele fotovoltaiche di Heole possono produrre la produzione giornaliera di energia (WH), da 2 a 3 volte superiore ai pannelli di silicio con la stessa potenza (WP). Inoltre, nei vantaggi di queste nuove unità utilizzate da Heole, anche se in condizioni di media luce, la capacità di carico è ancora valida rispetto al sole.

Figura 3.6.5  
Celle solari Heole  
vaielettrico.it



Lo skipper quindi non deve preoccuparsi di adattare l'orientamento delle sue vele. Inoltre la vela sarà gestita a tutti gli effetti come una vela classica non fotovoltaica. Quindi senza un impatto significativo sulle prestazioni a causa del suo peso. "Se parliamo del mercato dello yachting e prendiamo una barca a vela da 10 a 12 metri – spiega il manager di Heole Jean-Marc Kubler – con una randa di 60 metri quadri con 40 di celle OPV, possiamo puntare a 6 kilowattora di produzione di energia. Possiamo anche pensare di ricaricare le batterie per i motori elettrici ausiliari. Pensiamo di sfruttare le caratteristiche di queste nuove celle oltre che nella vela, anche per le tende degli edifici, delle serre ma pure dei dirigibili".

**Le vele in OPV  
producono  
energia  
da 2 a 3 volte  
superiore ai  
pannelli di silicio**

# 04

---

**ALBA**

ALBA è un'imbarcazione ecosostenibile con l'obiettivo di utilizzare zero combustibili fossili, in grado di impiegare fonti energetiche idroelettriche e solari per navigare, grazie a nuove tecnologie in fase di sviluppo. Uno dei propositi fondamentali dell'imbarcazione non è solo quello di raggiungere la piena autonomia attraverso l'uso di energie rinnovabili, ma proprio come l'imbarcazione rispetti l'ambiente in cui naviga, con la totale assenza di emissione di gas.

Questo progetto vuole spingere la mobilità del futuro: il prospetto per la barca a vela di circa 14 metri intende applicare il principio del riciclo e del riutilizzo di materiali di altre imbarcazioni, e rifiuti presenti nell'ambiente, con l'obiettivo di ridurre gli sprechi. Quest'ultimo assieme all'energia pulita fa parte di una serie di obiettivi per lo sviluppo sostenibile redatta dall'ONU per l'agenda 2030.

Dal punto di vista estetico, l'imbarcazione è stata progettata per immergersi e fondersi con il suo ambiente naturale, la sua forma si inserisce perfettamente nello spazio marino, quasi a simulare la vita del mare.

ALBA is an environmentally sustainable boat with the goal of using zero fossil fuels, it is able to use hydroelectric and solar energy sources to sail, thanks to the new technologies being developed. One of the boat's fundamental aims is not only to achieve full autonomy through the use of renewable energy, but also how the boat respects the environment in which it sails, with complete absence of gas emissions.

This project wants to propel the mobility of the future: the prospectus for the approximately 14-metre sailing boat seeks to apply the principle of recycling and reusing materials from other boats, and waste in the environment, with the aim of reducing waste. The latter, together with clean energy, is part of a set of goals for sustainable development drawn up by the UN for the 2030 agenda.

Aesthetically, the boat is also designed and meant to immerse and merge with its natural environment, its shape fitting seamlessly into the marine space, almost simulating marine life.

Cause

Le emissioni delle navi a oggi alimentate quasi esclusivamente con olio combustibile pesante contengono ossidi di azoto, ossidi di zolfo e particolato sottile (PM10 e PM2.5), responsabili dell'aumento di patologie cardiovascolari e polmonari e sono anche stati collegati alle piogge acide. Prima della pandemia nessun settore turistico cresceva come quello delle navi da crociera. Il ritmo è stato del 6,6% annuo. Grazie a questo le navi da crociera sono aumentate esponenzialmente in numero, dimensione e capienza. Alcune

possono ospitare addirittura ottomila persone, e contenere molteplici confort, ristoranti, piscine, pareti da arrampicata, campi da basket, teatri e tanto altro ma tutto ciò ha un prezzo. Il settore delle navi da crociera che costituisce solo il 3% del trasporto navale produce ben il 24% dei rifiuti. La maggioranza delle compagnie utilizza combustibili inquinanti con elevate emissioni di CO2. Un pernottamento su una nave da crociera consuma 12 volte l'energia di uno in hotel e l'impronta carbonica di questi viaggi è ancora più alta di quelli in aereo.

3%

navi da crociera nel settore navale

24%

rifiuti prodotti da navi da crociera

## Conseguenze

Secondo lo studio di "Transport&Environment" sull'inquinamento atmosferico prodotto dalle grandi navi passeggeri, 203 vascelli causano più emissioni di 260 000 000 di veicoli.

Di questi navi passeggeri che hanno solcato i mari territoriali europei risulta abbiano immesso nell'atmosfera 62 000 tonnellate di ossidi di zolfo, 155 000 tonnellate di ossidi di azoto, 10 000 tonnellate di polveri sottili e più di 10 000 000 di tonnellate di CO<sub>2</sub>. Quattro di dieci città costiere italiane, si trovano nelle prime 13 posizioni nella lista delle 50 città costiere più colpite dall'inquinamento atmosferico

prodotto dalle grandi imbarcazioni; Venezia si piazza sul podio, in terza posizione: infatti nella laguna veneta stazionano 68 grandi navi per quasi 8 000 ore ferme in porto con i motori accesi, emettendo 27 520 kg di SO<sub>x</sub> ossidi di zolfo (20 volte la quantità prodotta dalle automobili nell'intera area comunale con Marghera e Mestre comprese), 600 337 kg di ossido di azoto e 10 961 kg di particolato.

### Elevate emissioni di

# CO<sup>2</sup>

### Danno per gli ecosistemi

### Danni sulla salute umana

## Danni per gli ecosistemi

### Impatto delle navi sulla vita degli animali

Le imbarcazioni di grande stazza risultano un grande rischio e grande fattore di morte nei mammiferi marini.

**Uno studio effettuato nel 2007 ha rilevato che pur navigando a 15 nodi, la probabilità che una collisione risulti letale per un mammifero quale la balena ammonta ad un 79%.**

Questo fa comprendere quanto la situazione sia grave a tal punto da essere considerata una minaccia seria per l'estinzione di varie specie, tra cui la balena franca nordatlantica, di cui restano tra i 300 e i 400 esemplari.

### Acqua di zavorra

Le acque zavorra sono utilizzate in grandi quantità da navi di grandi dimensioni quali, quelle da crociera o petroliere. Queste acque intraprendono un circolo vizioso, di carico e scarico fra vari porti e navi. Gli scarichi di acque di zavorra generalmente contengono grandi varietà di materiali biologici, questi però trasportano, specie non autoctone, andando a causare danni gravi all'ecosistema marino.

### Inquinamento acustico

La convenzione sulle Specie Migratorie ha identificato l'inquinamento da suono come minaccia alla vita marina che sfrutta l'eco localizzazione per orientarsi, comunicare e cibarsi, si ritrovano danneggiate da questi suoni che percorrono lunghe distanze, causati da navi e attività umane.

## Rischi per la salute umana

Il rischio per la salute umana cresce nelle città portuali, dove i fumi ricadono sulla popolazione locale. Ciò che rende più pericolose le navi da crociera rispetto a quelle commerciali è il fatto che attraccano vicino al centro delle città, continuando ad alimentare i numerosi servizi che offrono al loro interno con il carburante più inquinante che esista. uno studio sempre condotto da Tr.En. nel porto di Civitavecchia ha la popolazione residente entro 500 metri dal porto è soggetta a un incremento di mortalità del 51% per malattie neurologiche e del 31% per tumori ai polmoni.

### Incremento di mortalità del

**51%** malattie neurologiche

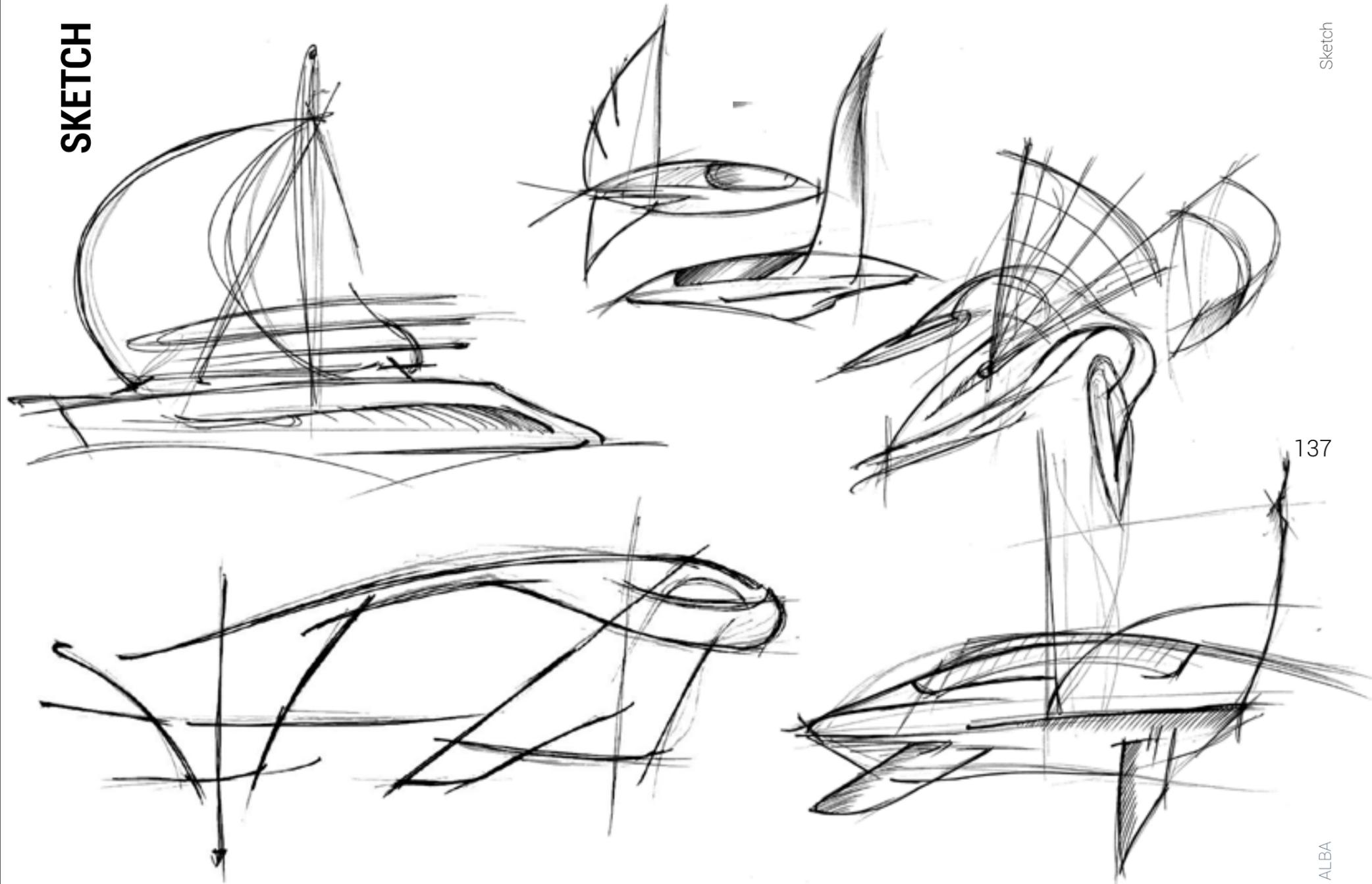
**31%** tumori ai polmoni

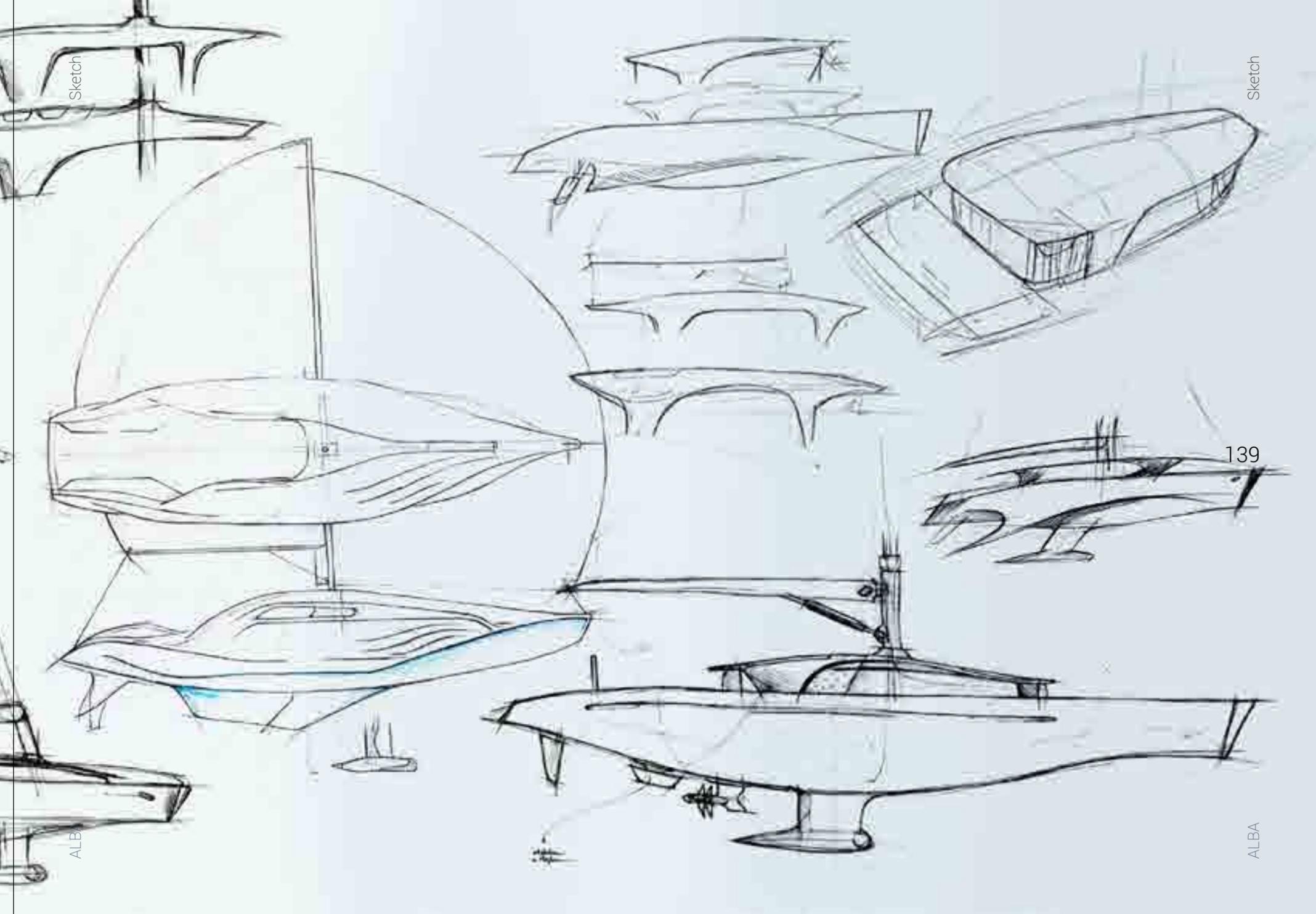
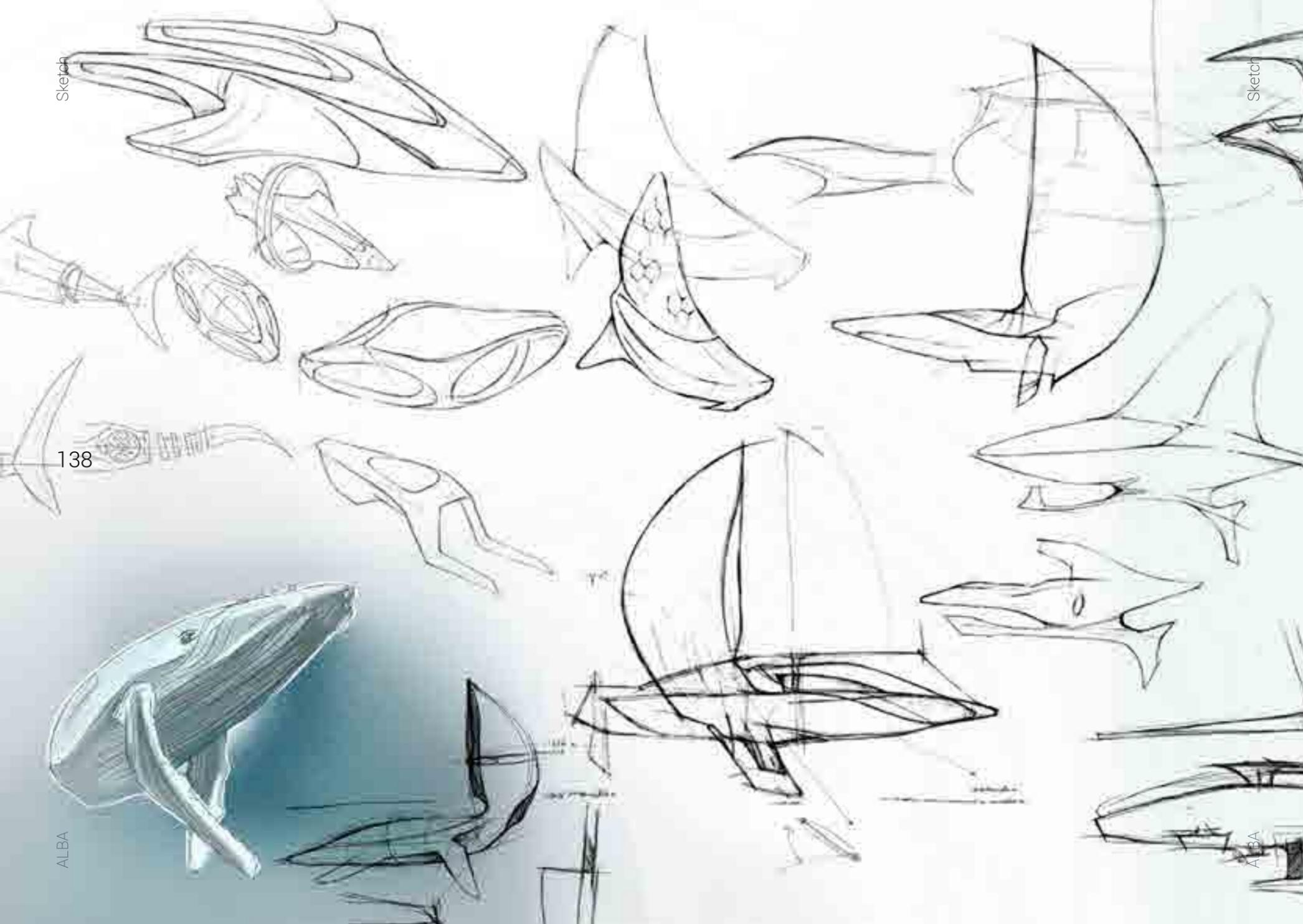
## BRIEF

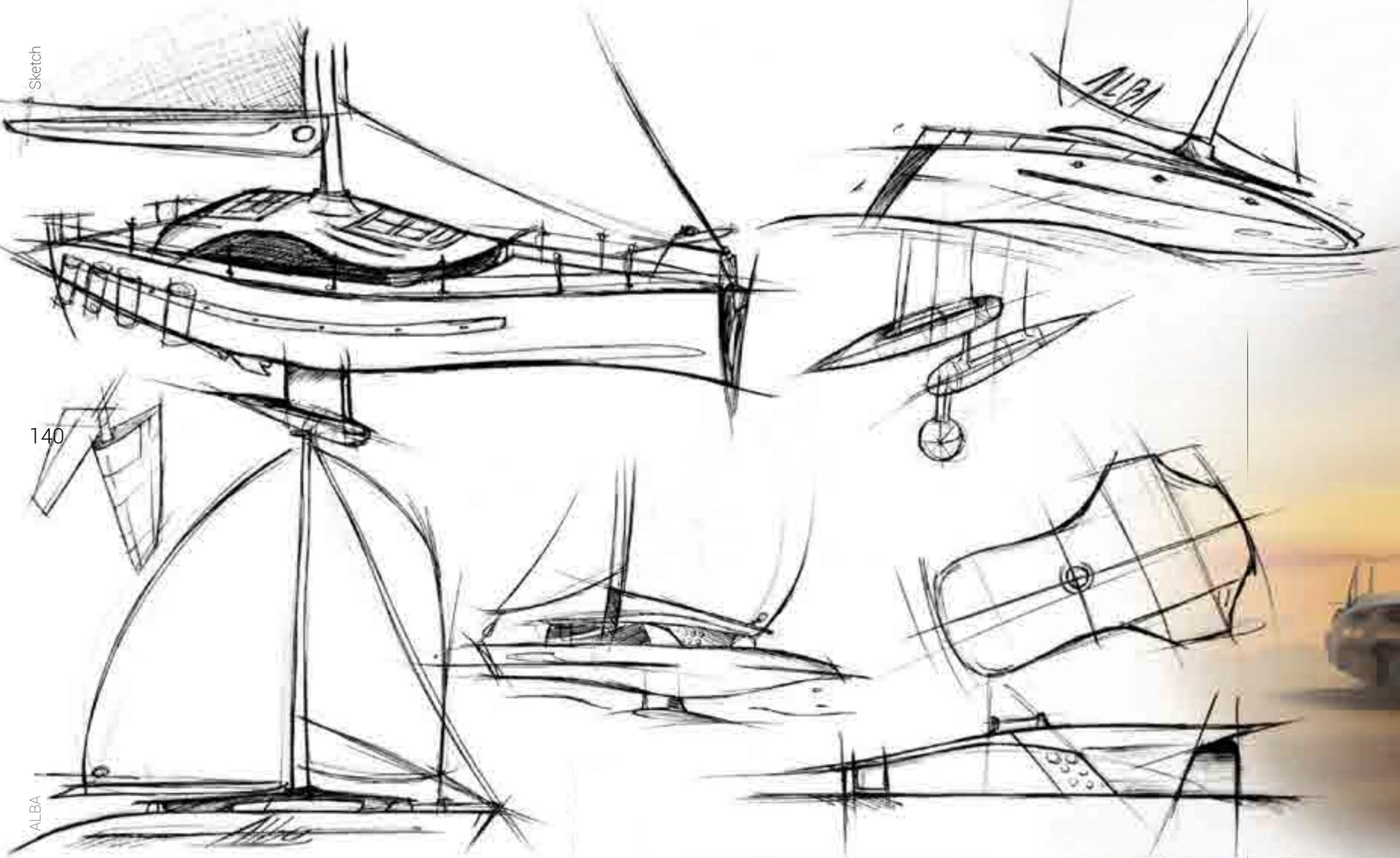
ALBA è un'imbarcazione ad energia totalmente rinnovabile, funzionante grazie a due idro-generatori e 64 pannelli solari, volti all'alimentazione di tre batterie presenti, realizzati in OPV, una tecnologia più efficiente delle celle in silicio.

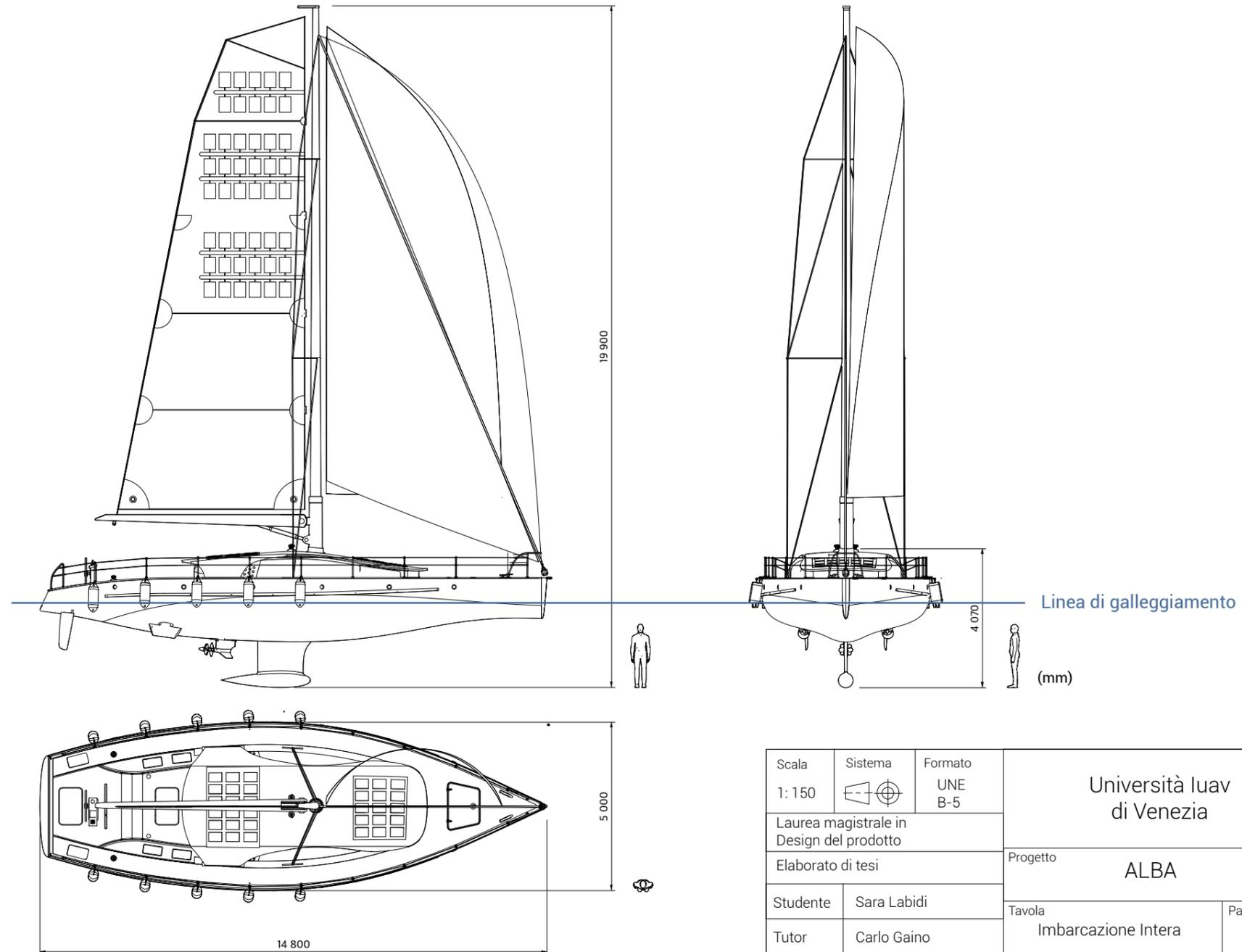
Ho pensato all'installazione di un motore a propulsione a basso consumo, utile all'uscita dell'imbarcazione dal porto quando le vele non sono ancora issate o come motore di trazione in caso di emergenza.

Lo scopo finale del progetto è quello di voler dare una visuale differente e moderna al mondo della nautica, dal punto di vista non solo estetico, ma anche tecnologico e ambientale.

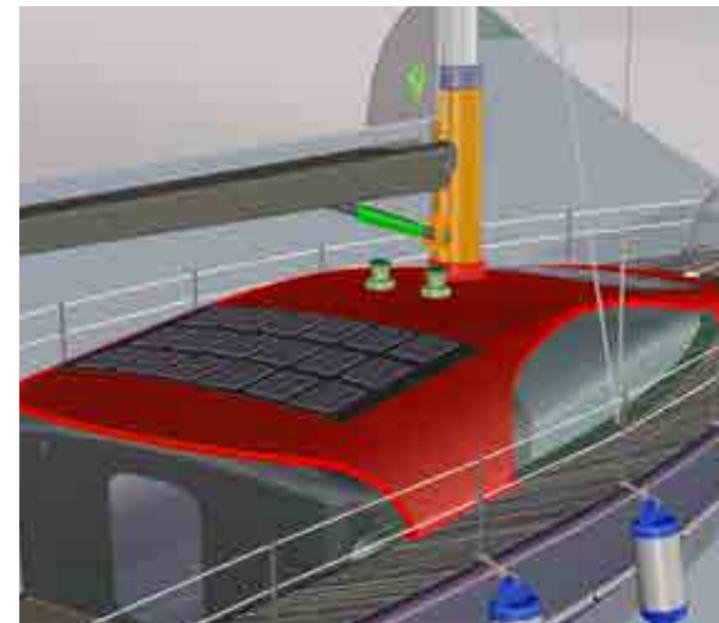
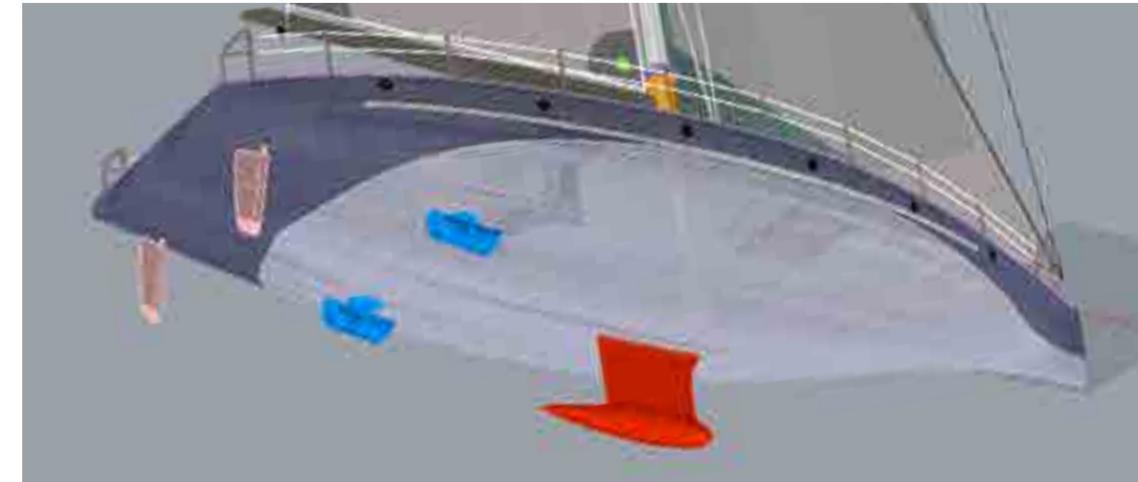
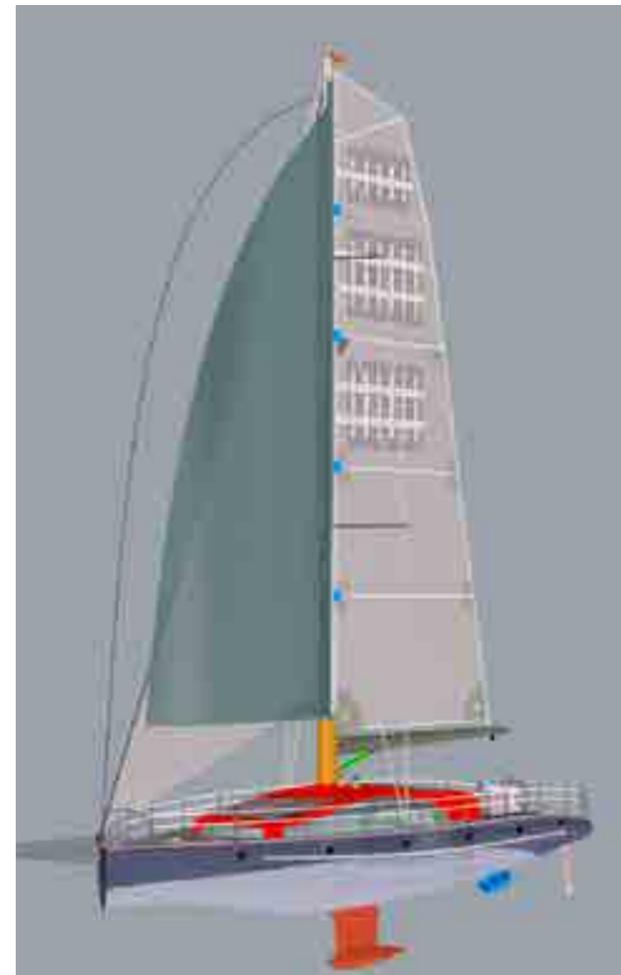


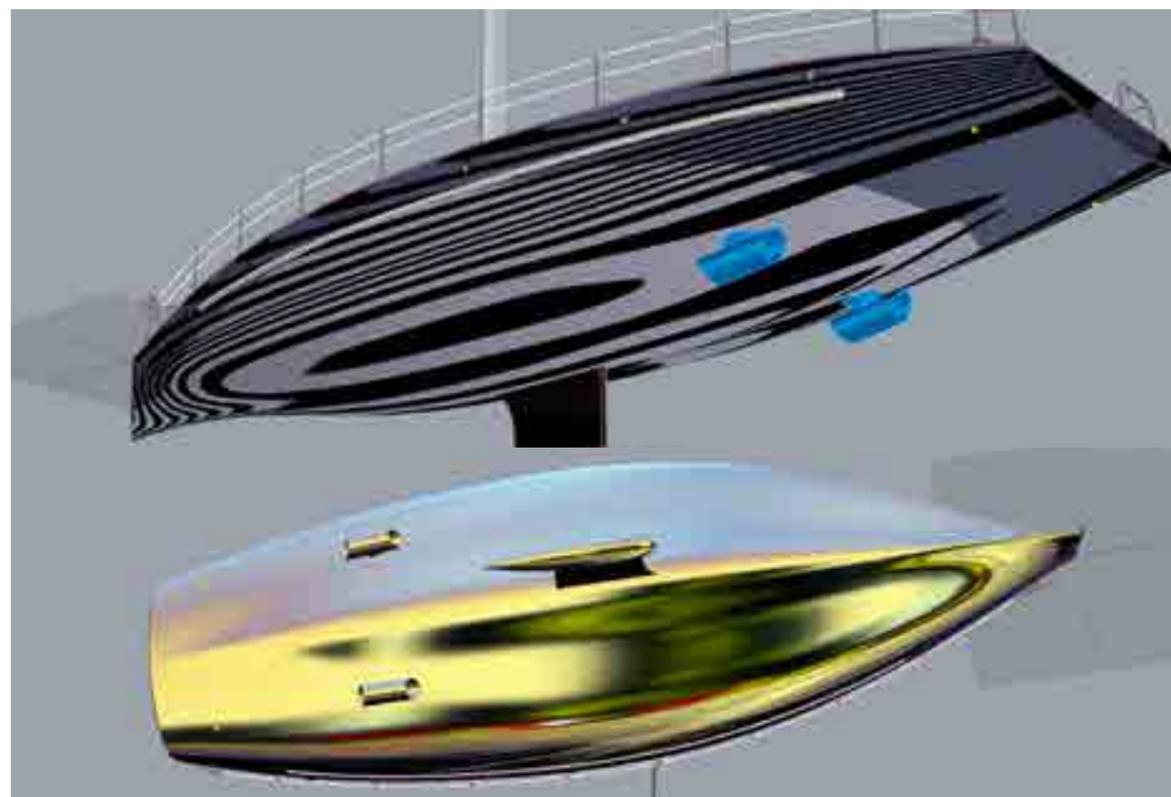
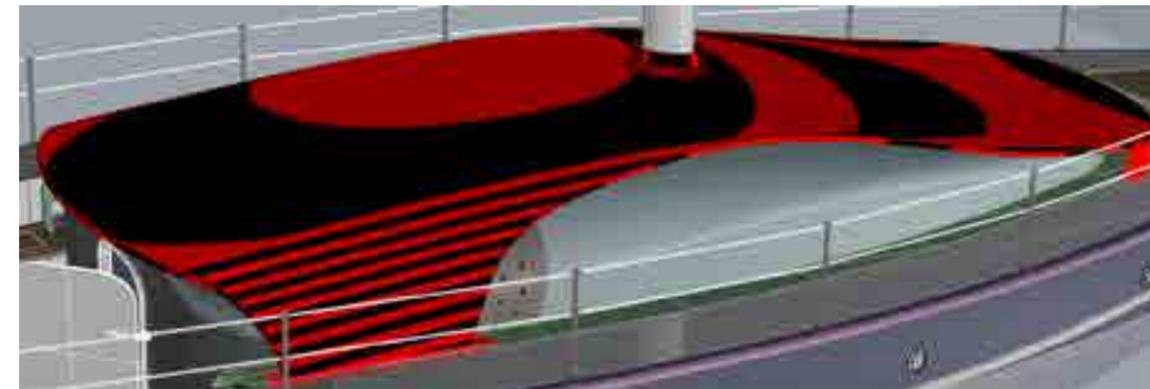
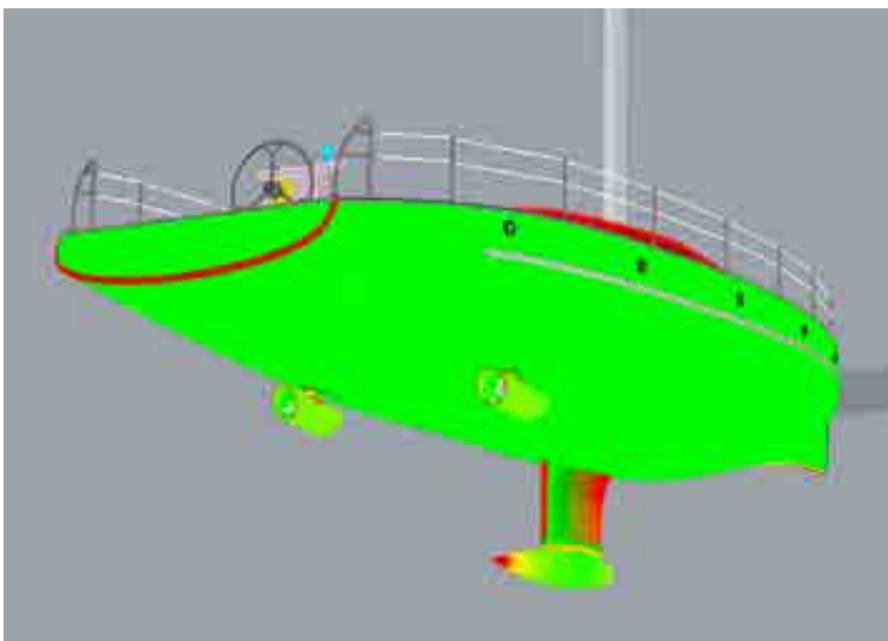
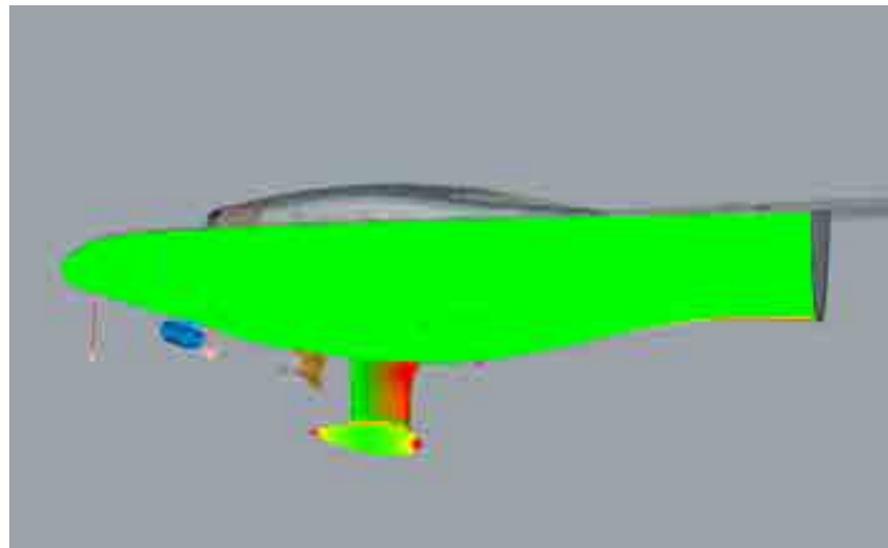
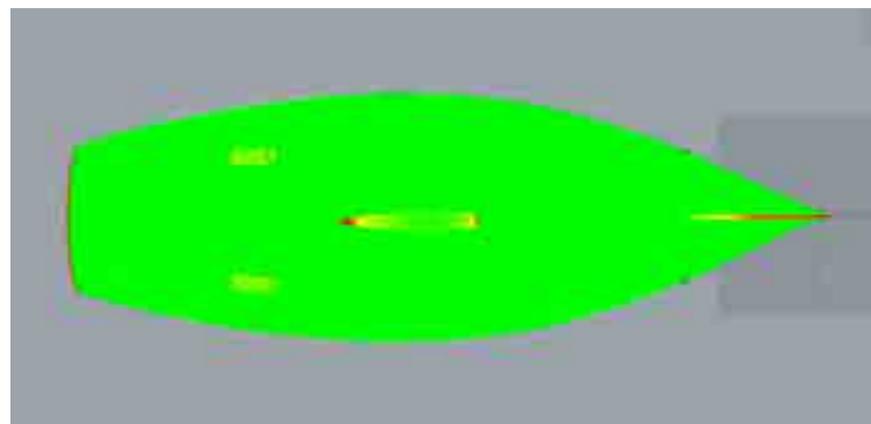
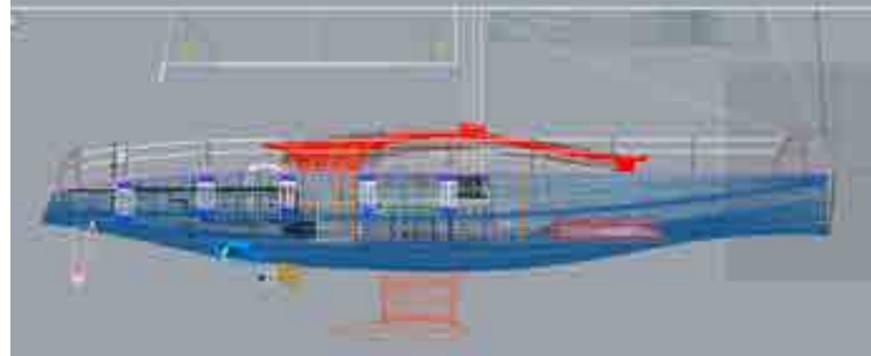
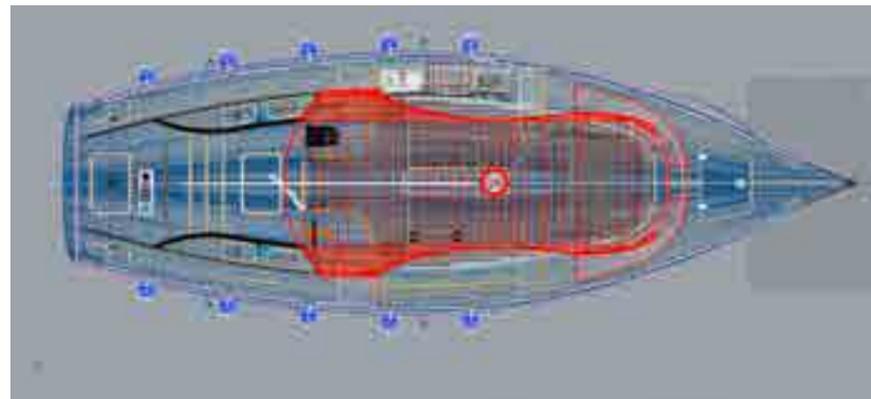






Sviluppo modello CAD curve, superfici e analisi



**PROGRESSIONE MODELLAZIONE**

Riprogettazione scafo  
 Analisi curve  
 Analisi delle superfici  
 Progettare i piani dell'immagine  
 Modello di schizzo iniziale

**TECNICA COSTRUTTIVA**

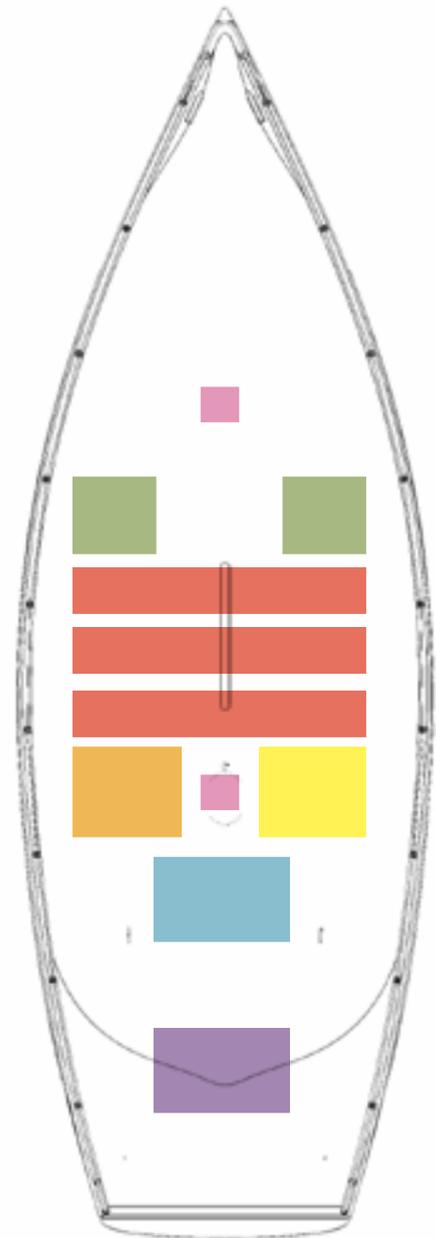
Grandi superfici: si intersecano  
 Grandi superfici: rifinite  
 Allineamento: posizione, tangenza  
 Creazione: curvatura G2  
 Creazione: superfici  
 Finitura: raggio e smussi

**PROGRAMMA CAD**

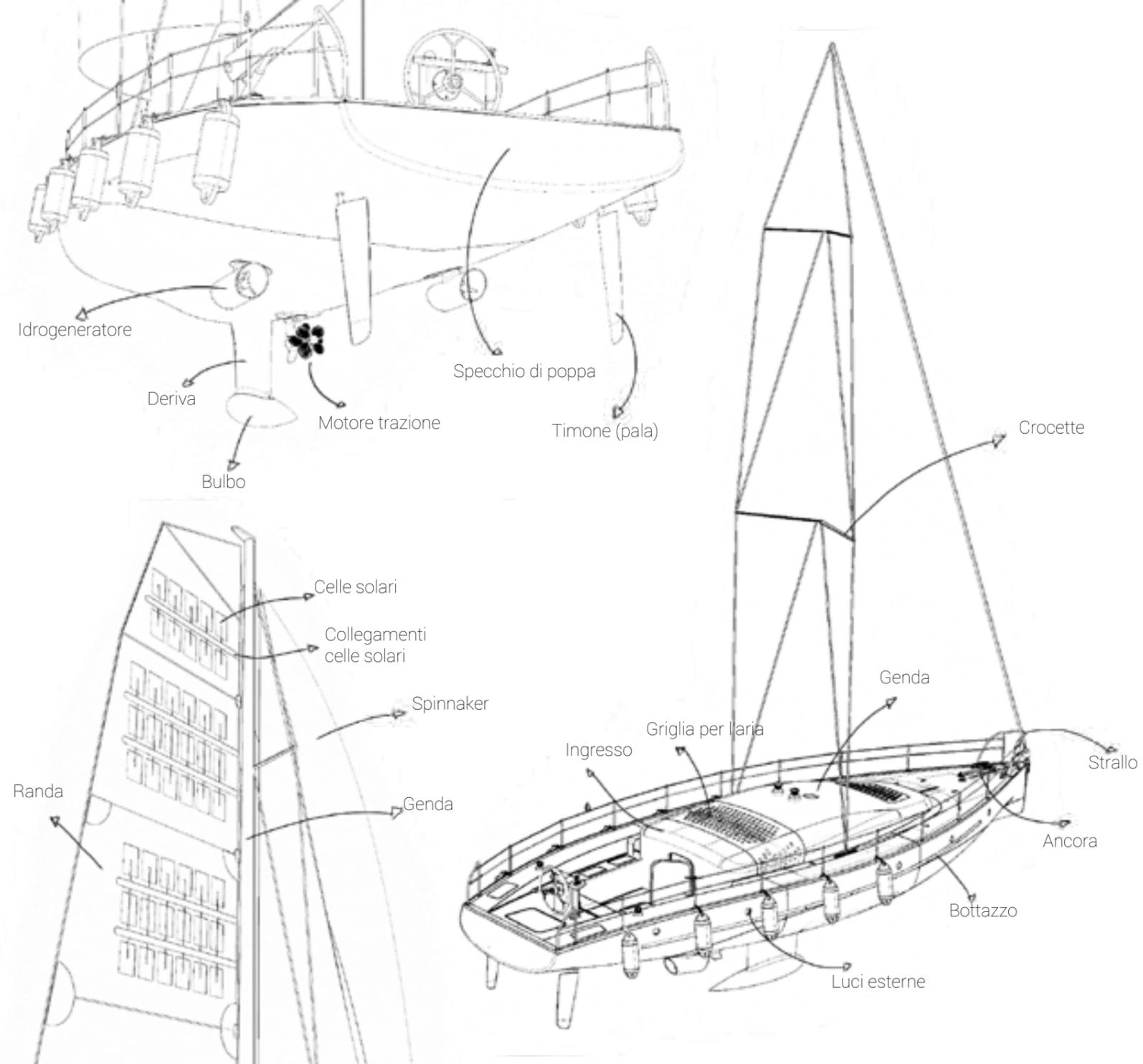
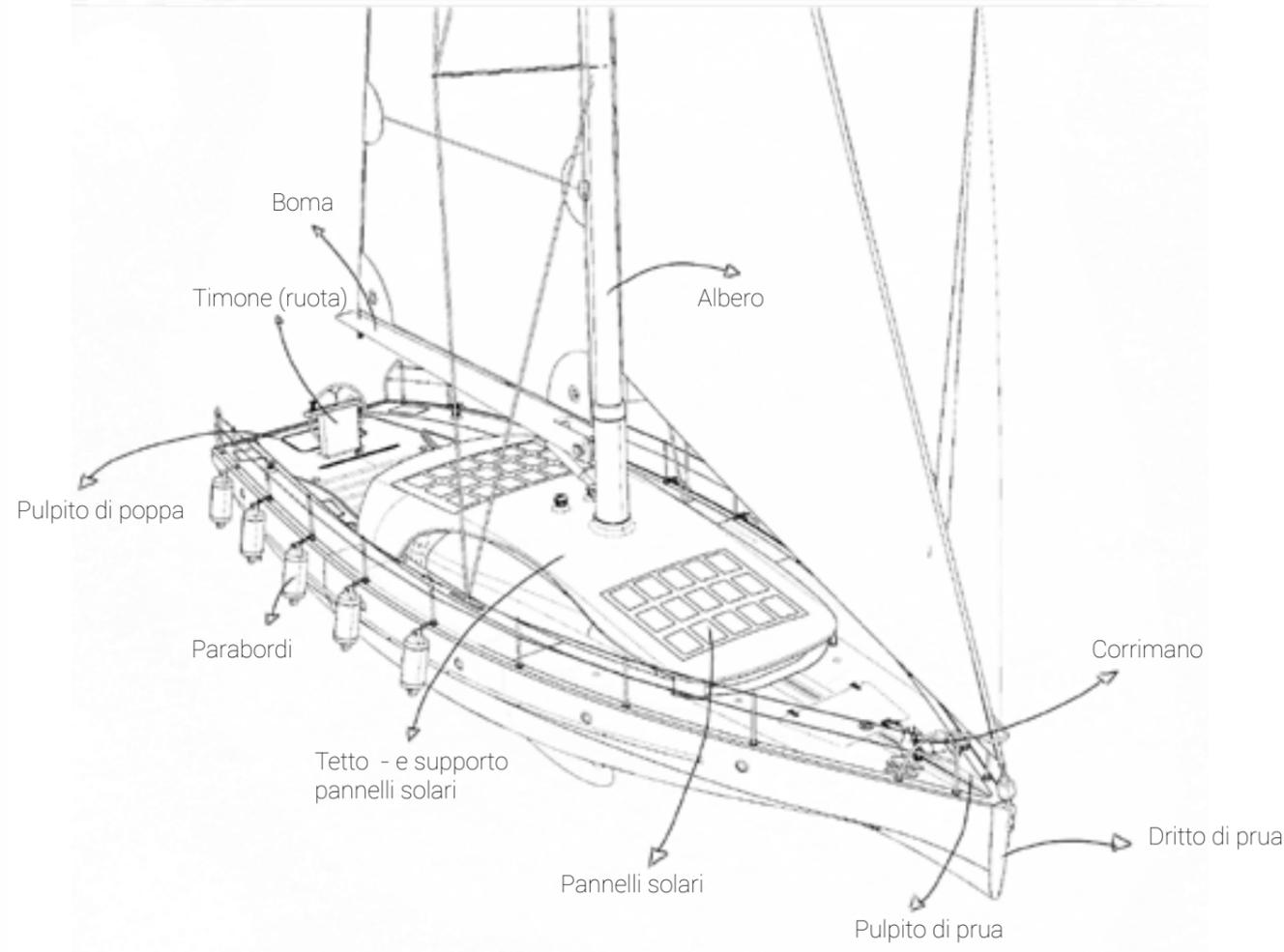
Struttura: Rhinoceros 3D  
 Test di rendering: Rinoceronte 3d  
 Render finale: Keyshot  
 Render Ambientato: Blender, Cinema 4D

**TEMPO STIMATO**

Realizzazione 3d: 180 h ca  
 Realizzazione render finale: 10 h ca



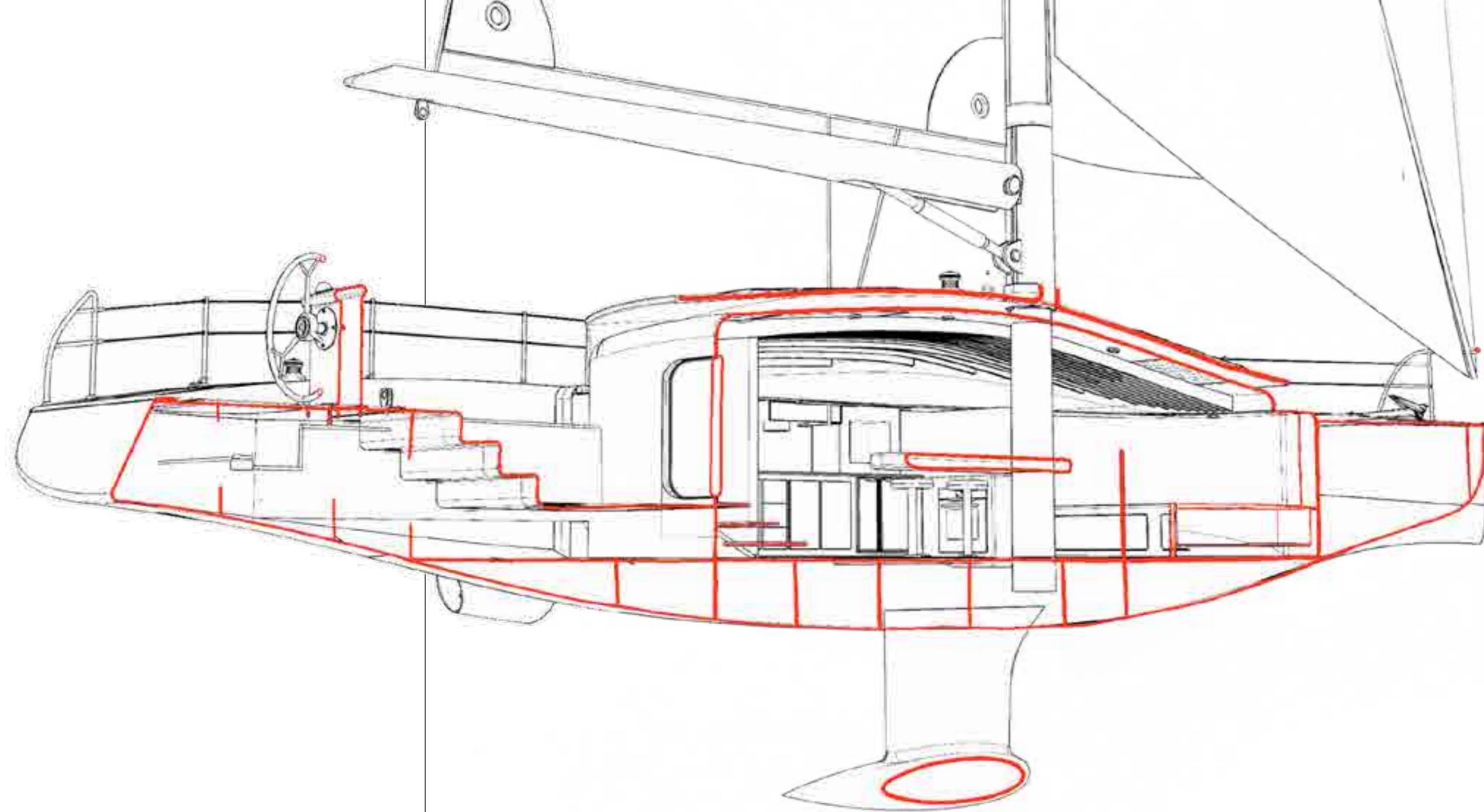
- Generatori
- Batterie
- Serbatoio di scarico
- Serbatoio acqua dolce
- Sistema di propulsione
- Sistema timoni
- Pompe di sentina



## Struttura generatrice del progetto

Il progetto è inizialmente scaturito da un reticolo a "ragno", che consente di scaricare gli sforzi sugli elementi portanti principali che a loro volta favoriscono uno scaricamento di forze al resto della struttura ed allo scafo. Su questo reticolato vengono in seguito fatti aderire i pannelli dello scafo, della copertura e quelli della fuga. Questo genere di struttura è funzionale essendo che garantisce rigidità e

leggerezza, considerate essenziali per la sicurezza e la velocità, dato che risulterebbe sottoposta a sforzi minori. La struttura è quindi stata la sorgente e il centro dell'intero processo progettuale;



## Analisi delle componenti di movimento

### L'idrogeneratore

150

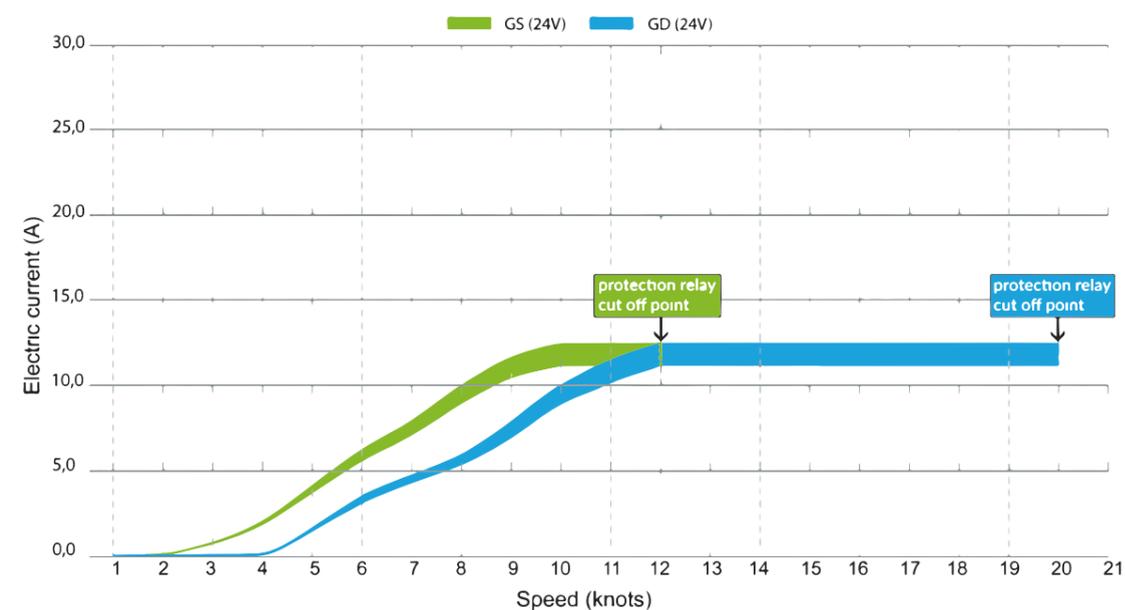
L'idrogeneratore utilizza lo spostamento della barca per produrre elettricità pertanto risulta una soluzione ecologica ed economica per ottenere l'autonomia elettrica a bordo. Consiste in un'elica sommersa che trasforma l'energia dell'acqua in elettricità. Questa soluzione rinnovabile è facile da installare e occupa poco spazio, tuttavia, può generare resistenza durante la navigazione.

Un'idrogeneratore attuale può caricare a **3 nodi (5,56 Km/h)** e genera la massima corrente a **10 nodi (18,52 Km/h)**.  
 ci sono modelli che caricano a **4 nodi (7,41 Km/h)** e generano la massima corrente a **12 nodi (22,22 Km/h)**.  
 Se la barca supera i 10 o i 12 nodi, è necessario installare un relè di distacco automatico, che interviene a 12 o 20 nodi.

**Vantaggi:**  
 ecologico, silenzioso,  
 alte prestazioni,  
 autonomia elettrica a bordo.

**Svantaggi:**  
 perdita di velocità,  
 funziona solo quando si naviga

Corrente di carica su impianti a 24V.



La curva mostra che da 3 nodi l'erogazione di corrente inizia ad essere apprezzabile. **A partire dai 5-6 nodi si pareggia il consumo degli strumenti tipicamente accesi in navigazione: vhf, display di vento e log, plotter.**

151

Il miglior rendimento si ottiene a 20-25 nodi, con i quali possono essere prodotti anche 400 W/h.



### Pannelli solari

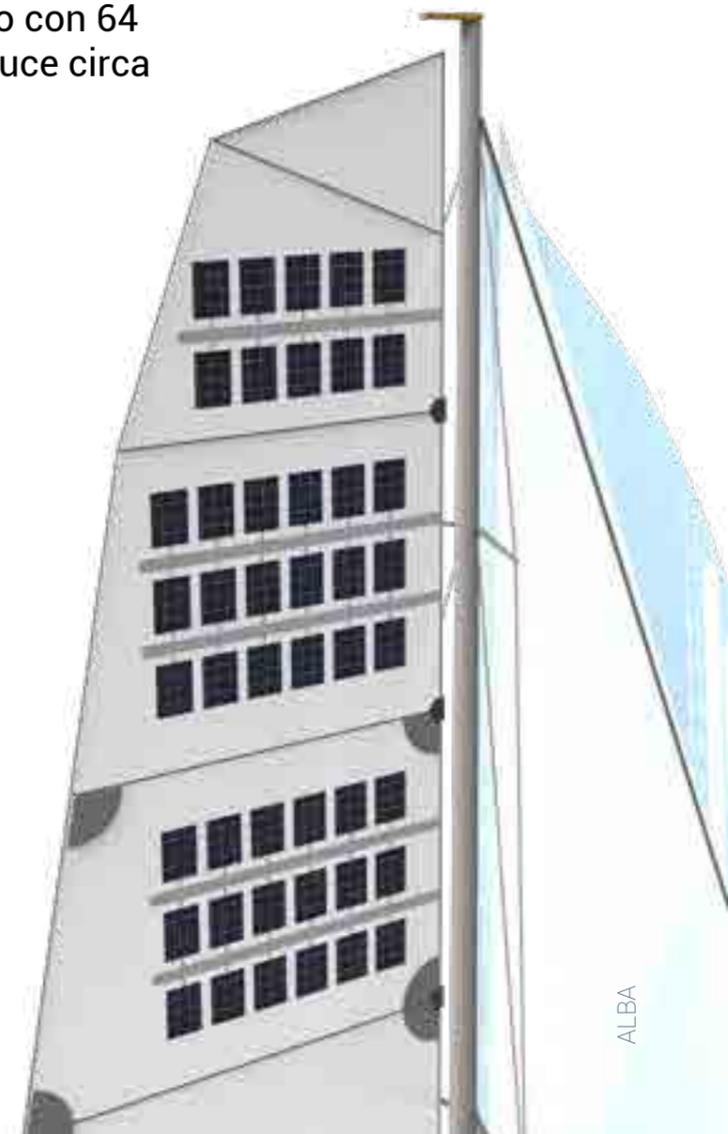
Ho deciso di usare celle solari organiche dette OPV ossia per Organic PhotoVoltaic, come quelle realizzate dall'azienda francese Heole.

Si tratta di un'alternativa al silicio basata su assorbitori molecolari o polimerici. Tali celle vengono incapsulate in diversi supporti e i loro punti di forza sono flessibilità, leggerezza, traslucenza. può generare una produzione di energia giornaliera (Wh) da 2 a 3 volte superiore a quella dei pannelli in silicio della stessa potenza (Wp). Inoltre tra i vantaggi di queste nuove celle impiegate da Heole c'è la capacità di carico che rimane efficiente anche in condizioni di luce medie e qualunque sia la posizione della barca rispetto al sole.

**Lo skipper quindi non deve preoccuparsi di adattare l'orientamento delle sue vele.**

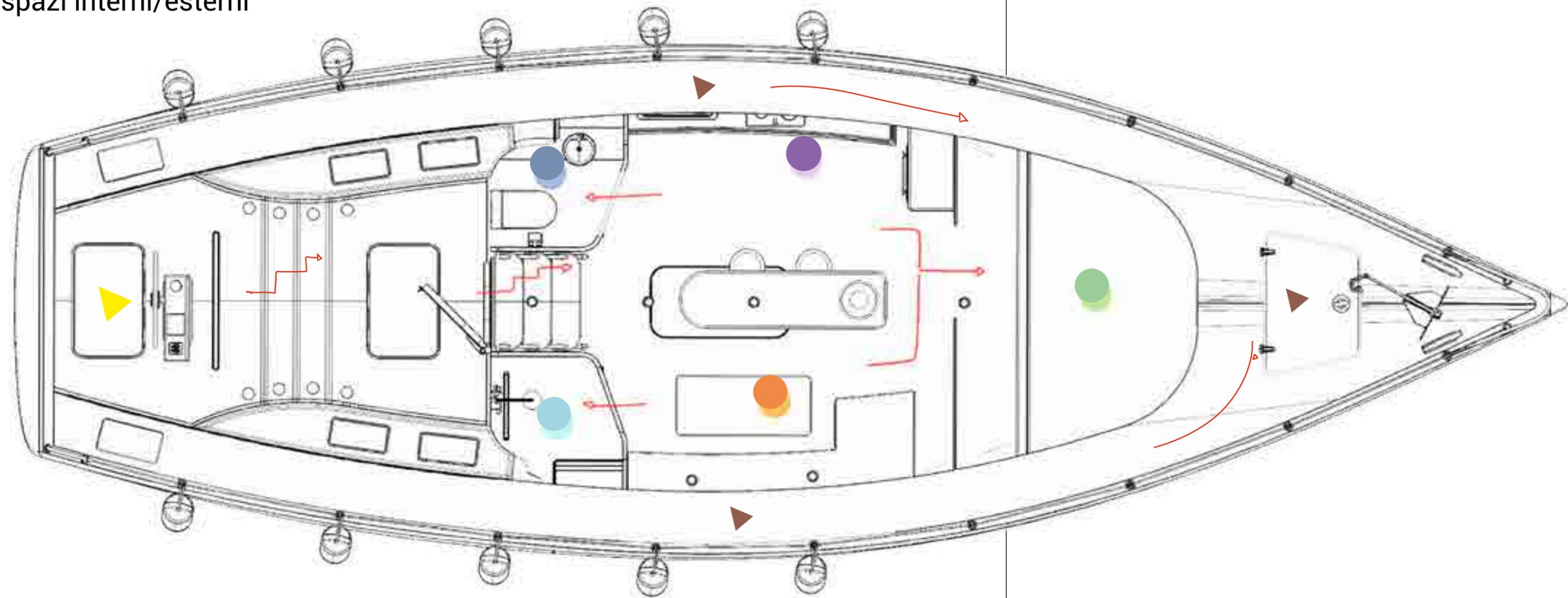
Inoltre la vela sarà gestita a tutti gli effetti come una vela classica non fotovoltaica. Quindi senza un impatto significativo sulle prestazioni a causa del suo peso. Se parliamo del mercato dello yachting e prendiamo una barca a vela da 10 a 12 metri – spiega il manager di Heole Jean-Marc Kubler – con una randa di 60 metri quadri con 40 di celle OPV, possiamo puntare a 6 kilowattora di produzione di energia. Possiamo anche pensare di ricaricare le batterie per i motori elettrici ausiliari. Pensiamo di sfruttare le caratteristiche di queste nuove celle oltre che nella vela, anche per le tende degli edifici, delle serre ma pure dei dirigibili”.

**Nel mio caso con 64 celle si produce circa 9,6 KW /h.**



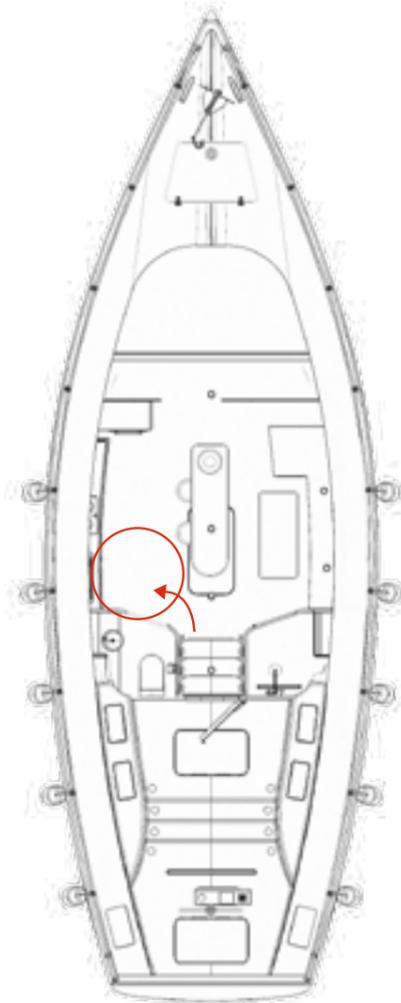


Vista in pianta e sezioni  
spazi interni/esterni

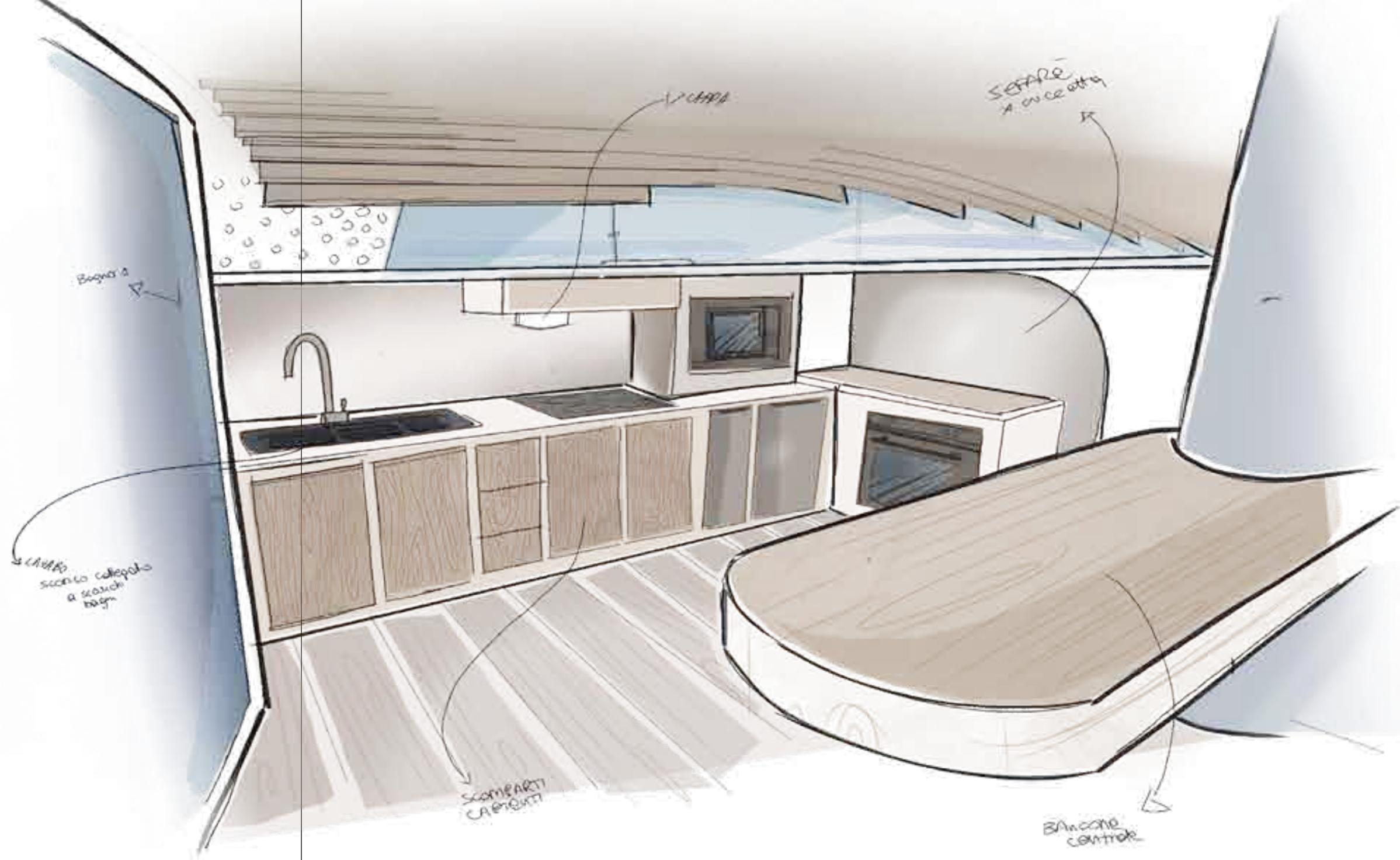


- Flusso di persone/utenti
- Area stanze/ cuccette
- Area soggiorno
- Area cucina
- Stanza doccia
- Stanza gabinetto e lavandino
- Prua
- Poppa /Postazione timoniere

Ambiente cucina



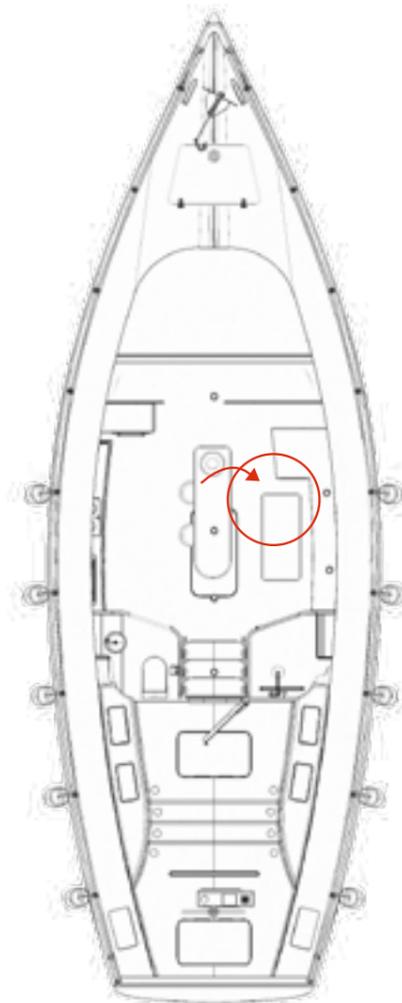
La zona cucina é caratterizzata da un design moderno, accogliente e funzionale, pensata per avere le stesse funzioni e comodità di una abitazione; dispone quindi di un doppio lavabo utile ad una confortabilità nella pulizia delle stoviglie, un forno, un microonde e una piastra ad induzione composta di 4 fuochi. Presenta anche vari scomparti e cassetti nascosti.







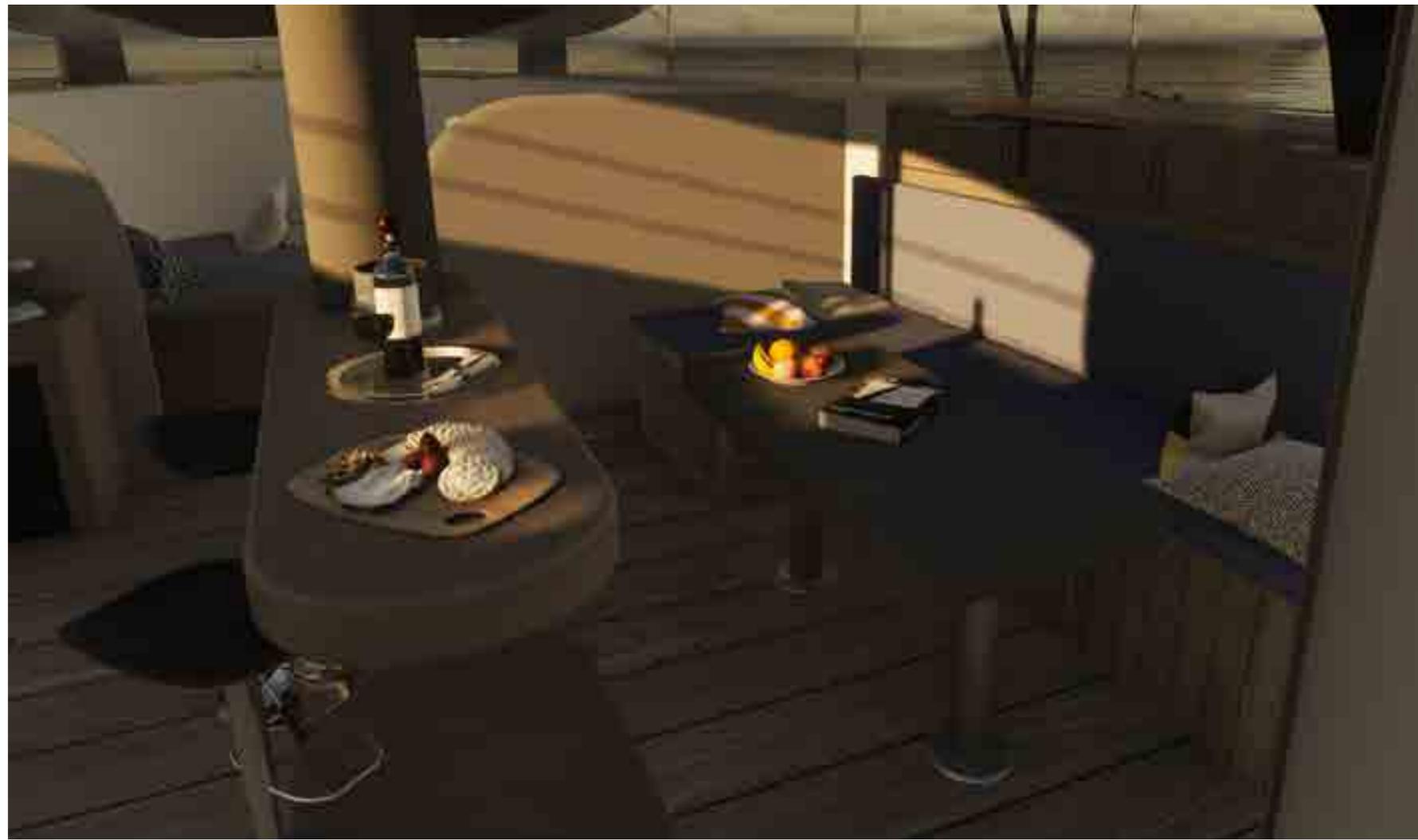
## Ambiente soggiorno



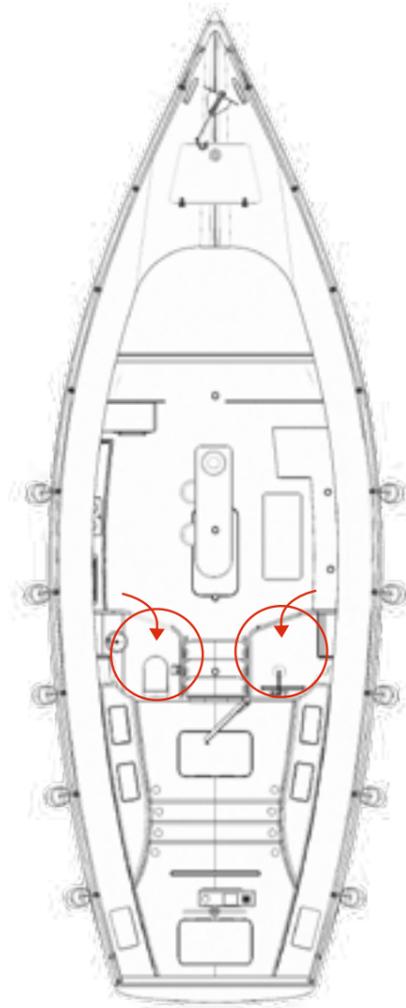
Per la zona living, ho studiato l'inserimento di una panca larga composta di letto estraibile in caso di necessità. Strutturata di scoparti ampi e nascosti, perfetti per conservare oggetti e il necessario per lunghi viaggi, la zona soggiorno risulta confortevole in ogni suo aspetto. Lo spazio è stato studiato in maniera da risultare largo ed agibile comodamente, i pannelli sul soffitto conferiscono luce all'ambiente, lasciando nelle persone un sensazione di aperto e di comfort.





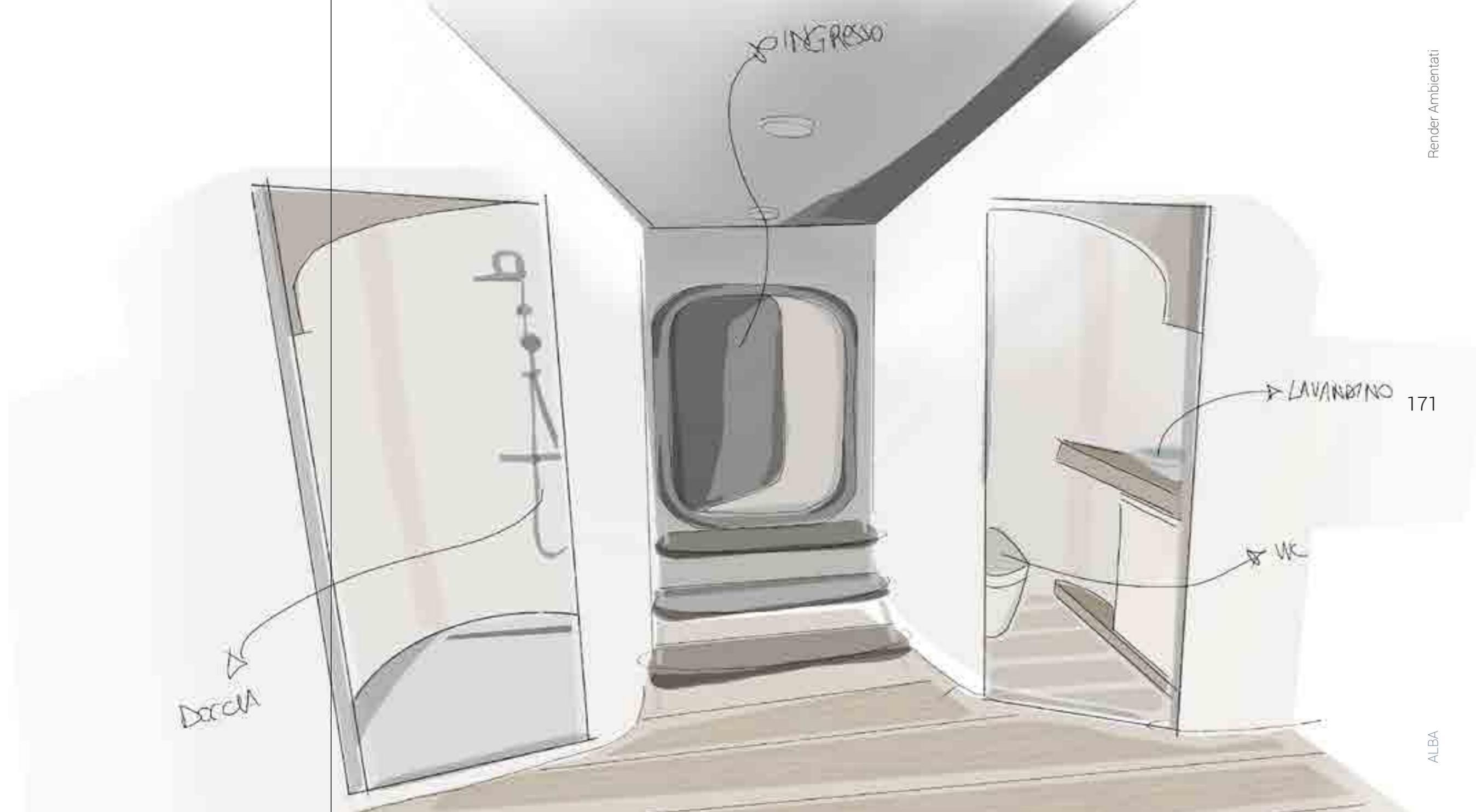


## Zona bagni



170

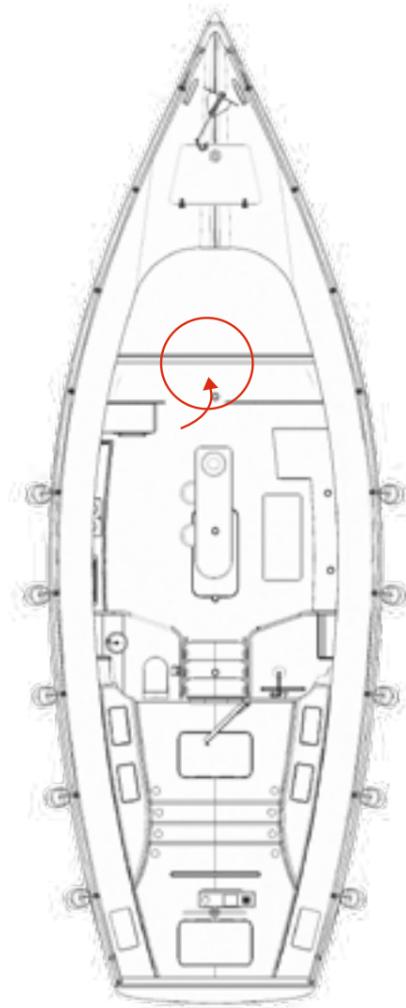
Per la zona sanitari, ho deciso di separare i servizi stessi, ossia Wc e lavandino, dalla doccia; studiando due stanze separate complete di tutto il corredo necessario utile.



171

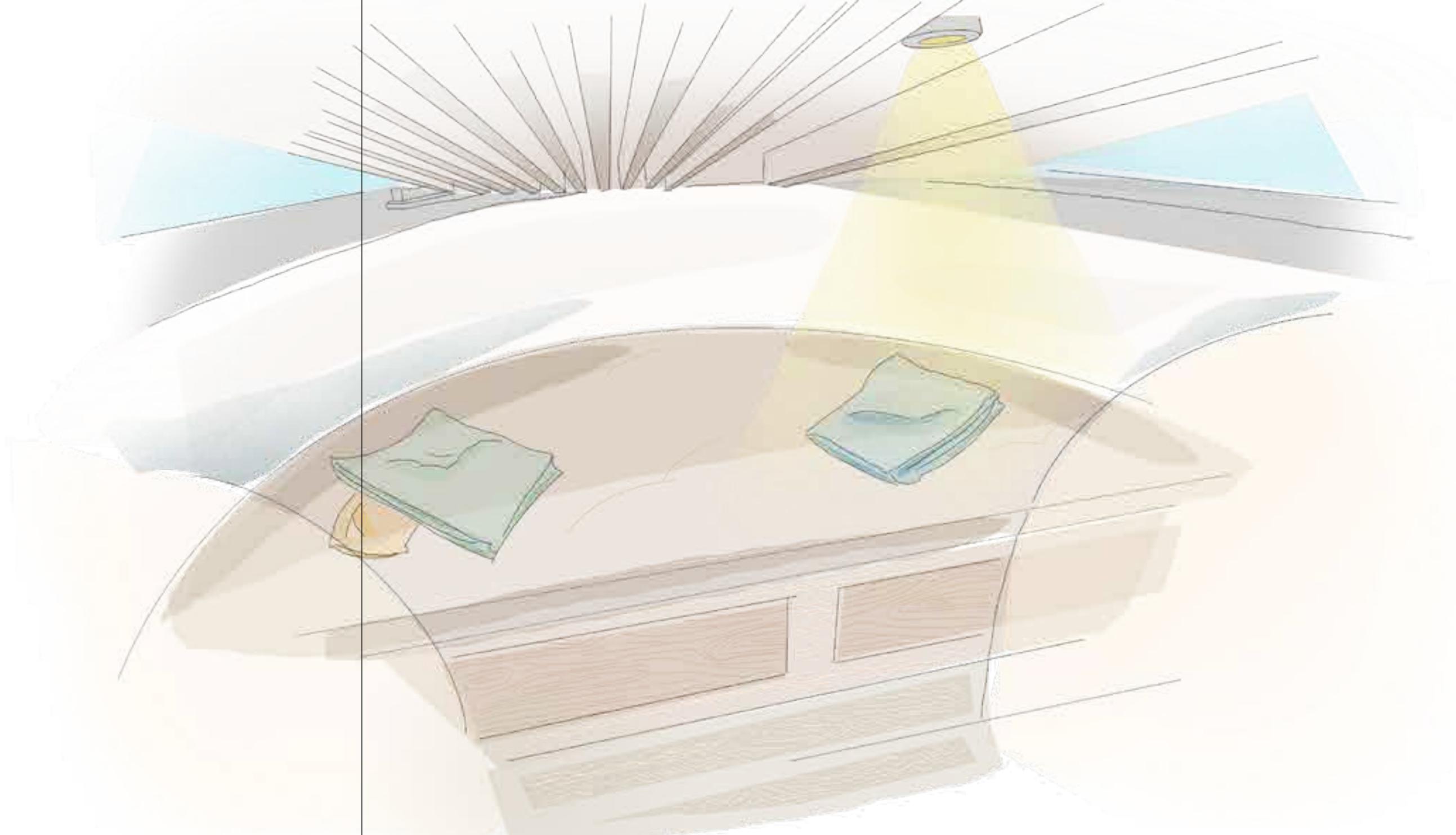


## Zona notte



174

Per la zona notte ho optato sul lasciare uno spazio largo, comodamente agibile e modificabile secondo le esigenze del proprietario dell'imbarcazione. Anche in questo caso i pannelli sul soffitto sono stati studiati in maniera da conferire una sensazione di luminosità all'ambiente facendolo apparire confortevole e non oppressivo.



175











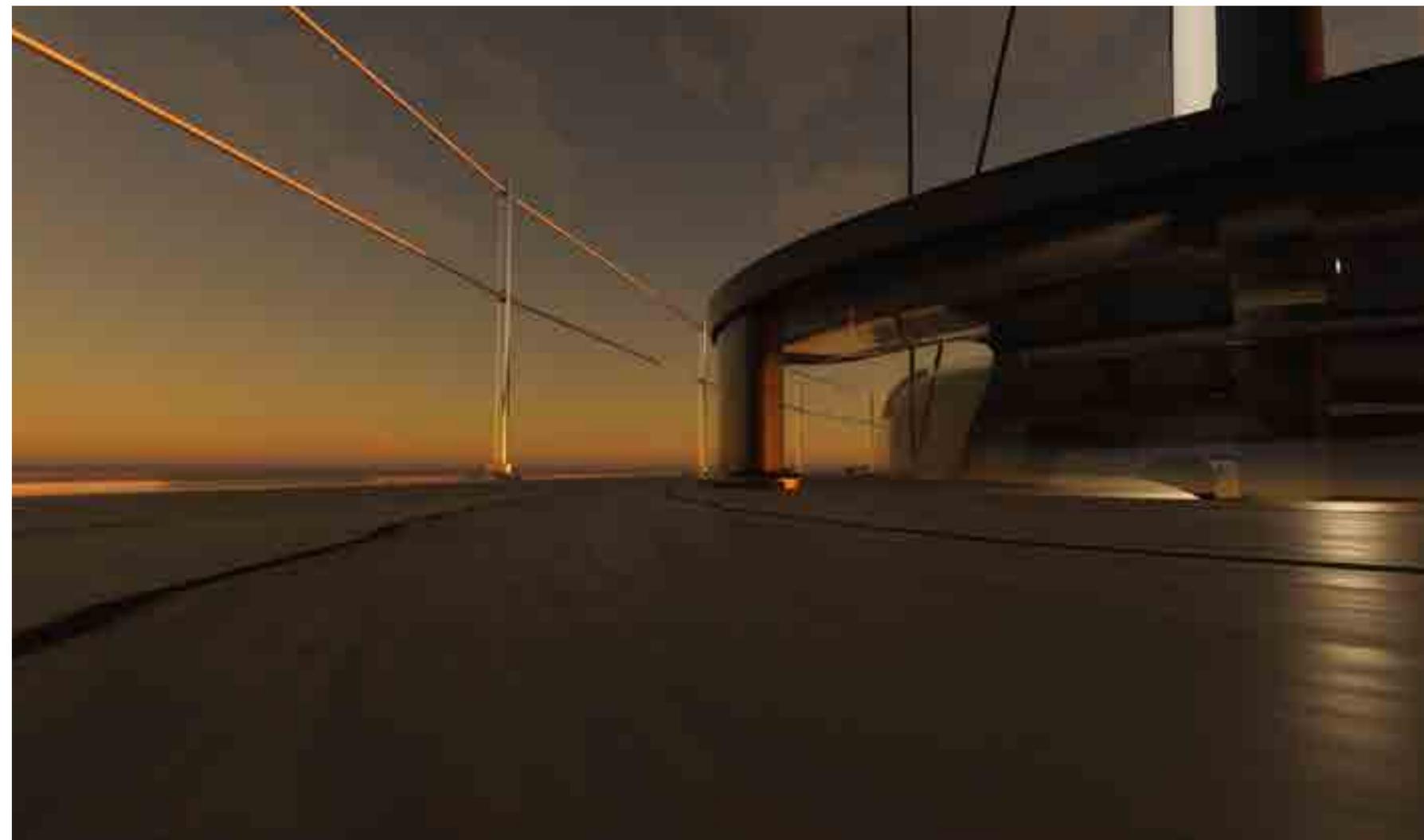
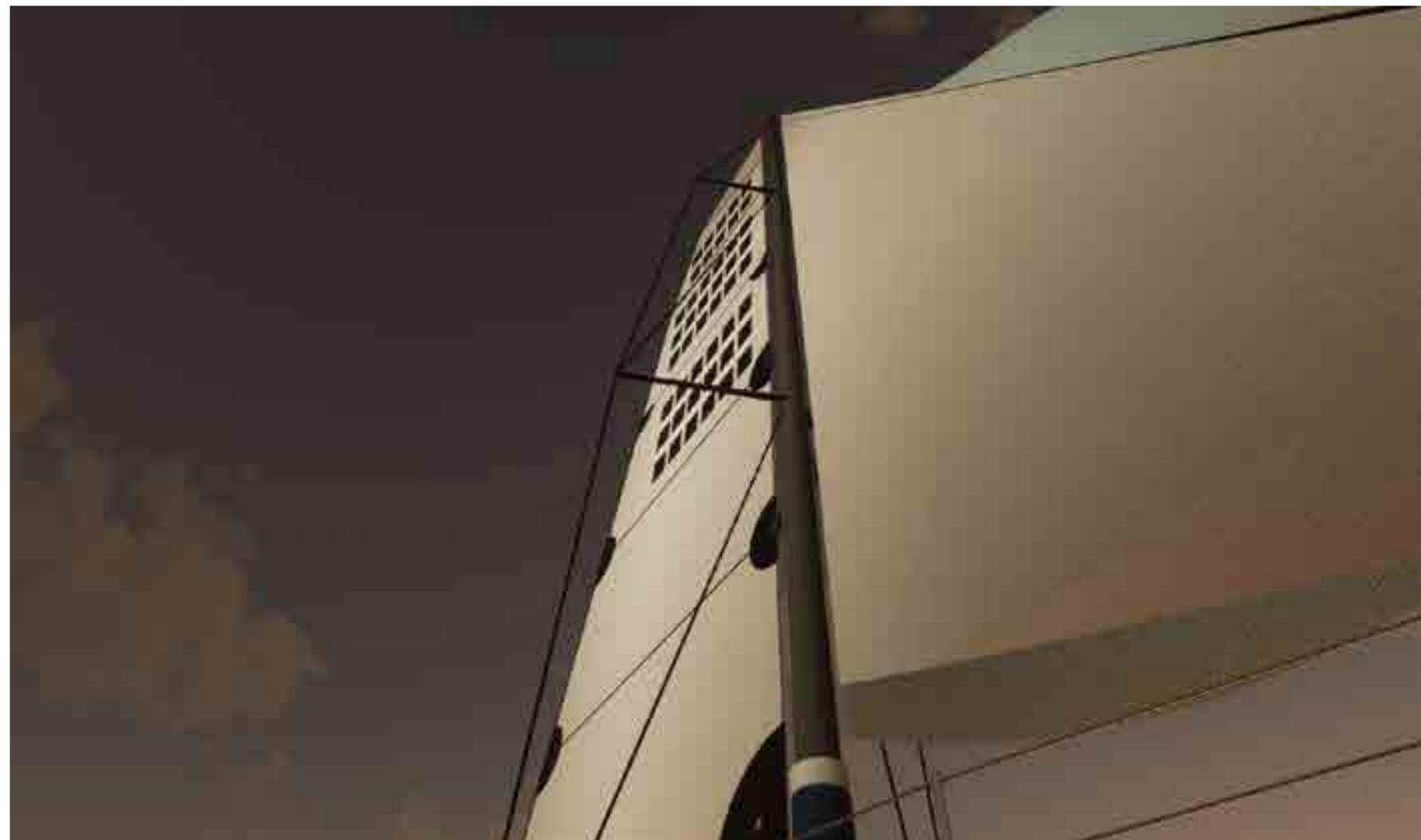


















La cognizione di ciò che avverrà in futuro è per tutti noi ignota: se su un piatto della bilancia troviamo un costante progresso nell'uso e nella consapevolezza delle rinnovabili, sull'altro l'ambiente risulta ancora assiduamente deturpato dal continuo uso di idrocarburi e dall'emissione di vari gas nocivi per l'ecosistema e i suoi componenti, tra cui l'uomo. I provvedimenti in merito risultano comunque ineffettivi, inefficaci e inconsistenti per gli agenti coinvolti. È necessario sottolineare la rilevante centralità del suddetto progresso che si rende indispensabile in tutti i passaggi del processo e tra di essi, in primo luogo nella produzione dell'energia stessa.

L'impresa spetta in prima istanza ai ricercatori, ai quali è affidato il compito notevole di ideare soluzioni realistiche e sempre più efficienti e sostenibili anche sul piano economico, sempre considerati gli ingenti investimenti necessari. Nuovi design innovativi, affiancati a nuovi materiali e da una diversificazione della gamma dei metodi di costruzione, a loro volta sottintesi a una visione sempre più proiettata del trasporto, sono introdotti da una transizione decisiva e dal sempre maggiore impiego delle energie rinnovabili in tutti i settori, tra cui quello marittimo.

Trovo importante sottolineare che il successo nella sostituzione delle tecnologie correnti con altre a impatto zero nei veicoli e nei mezzi di trasporto è, comunque, necessariamente subordinato all'implementazione delle prestazioni di quest'ultime, con l'obiettivo contingente di ridurre i consumi di carburante e i costi ad esso collegati.

Nonostante ottenere tali prestazioni possa apparire come un obiettivo irraggiungibile, mediante gli studi in continuo avanzamento così non è; risulta, però, ancora consistente la necessità e preferenza del pubblico dell'uso del motore ibrido, del quale prestazioni e consumi sono già ben noti.

Le tecnologie rinnovabili da me scelte ed incluse nel progetto sono state considerate sulla base di una futuribile scarsa disponibilità dei combustibili fossili; esse hanno la potenzialità di produrre energia pulita utile ad alimentare questo sistema come motore trainante.

Il mio progetto, in conclusione, ha per obiettivo principale un contributo allo studio di sistemi e ad un utilizzo intelligente di energie rinnovabili, attraverso un restyling elegante e leggero, incline alla sensibilizzazione crescente e necessaria dell'utilizzo di tecnologie a zero emissioni.

Il progetto, che ha per nome ALBA, cerca, tra tutte, la rinascita migliore.

*“È una consolazione dell'uomo il fatto che il futuro sia un'alba invece che un tramonto. “[Victor Hugo]*

## Bibliografia

[1] Nic Compton; a cura di Peter Scott  
*BARCHE MEMORABILI, Nutrimenti, 2020.*

[2] Massimo Pappalardo  
*Storia della vela, tra commercio guerra e sport, Roma, Hoepli, 2019.*

[3] Kenneth Bene, Bruno Cianci  
*Vele leggendarie, Bene of Cowes, Idea Libri, 2020 .*

[4] Enzo Angelucci, Attilio Cucari  
*le navi, 1000 MODELLI DI TUTTO IL MONDO DALLE ORIGINI A OGGI CON DATI TECNICI, Milano, Mondadori, 1975.*

[5] Gilberto Penzo,  
*Barche di Venezia, I piani di costruzione. Catalogo illustrato, Venezia, Il Leggio, 2002.*

[6] Bill Gates,  
*Clima come evitare un disastro, le soluzioni di oggi le sfide di domani, Milano, la nave di Teseo, 2021.*

[7] Nicola Armaroli, Vincenzo Balzari  
*Energia per l'astronave Terra. L'era delle rinnovabili, Zanichelli, 2017.*

[8] Massimo Pappalardo  
*Manuale sull'inquinamento ambientale: Inquinamento idrico e inquinamento atmosferico, Roma, Edizione Sapienza, 2023.*

[9] Nicola Armaroli, Vincenzo Balzari  
*Energia per l'astronave Terra. L'era delle rinnovabili, Zanichelli*

[10] Edoardo Borgomeo  
*Oro blu. Storie di acqua e cambiamento climatico, Gius. Laterza & Figli Spa, 2020.*

## Documentari - Docuserie

[1] Davis Guggenheim,  
Documentario  
*Una scomoda verità, 20th Century Studios Italia, 2017.*

[2] Craig Leeson, Tanya Streeter  
Documentario  
*A Plastic Ocean, Jo Ruxton, Adam Leipzig, 2016.*

[3] Josh Tickell, Rebecca Harrel Tickell,  
Documentario  
*Kiss the Ground, Darius Fisher, Sean P. Keenan, Danqing Lu, Ryan A Nicholas, Antony Ellison, 2020.*

[4] David Attenborough  
Docuserie  
*Una vita sul nostro pianeta, Alastair Fothergill, Jonnie Hughes, Keith Scholey, 2020.*

[5] Ali Tabrizi,  
Documentario  
*Seaspiracy: esiste la pesca sostenibile?, Kip Andersen, 2021.*

[6] Zac Efron,  
Docuserie  
*Zac Efron: con i piedi per terra, Darin Olien, 2020.*

## Fonti Web

[1] Stefano Medas, Nautica Antica, 2015, Itinerari nel mondo della navigazione, tra storia, archologia ed etnografia, <[www.lerma.it/download/3179/a1e80610c6e9/pagine-da-9788891326409.pdf](http://www.lerma.it/download/3179/a1e80610c6e9/pagine-da-9788891326409.pdf)>;  
[2] Nautica Editrice, Le antiche imbarcazioni egiziane, 05 luglio 2016, <[www.nautica.it/cultura-nautica/imbarcazioni-egiziane/](http://www.nautica.it/cultura-nautica/imbarcazioni-egiziane/)>;  
[3] Tim Migaki, Ships of history- early boats (Egypt & the Nile), 16 giugno 2019, <[www.thetidesofhistory.com/2019/06/16/ships-of-history-early-boats-egypt-the-nile/](http://www.thetidesofhistory.com/2019/06/16/ships-of-history-early-boats-egypt-the-nile/)>;  
[4] NAVAL ENCYCLOPEDIA warships and naval warfare from antiquity to this day, <[www.naval-encyclopedia.com/antique-ships/carthaginian-ships/](http://www.naval-encyclopedia.com/antique-ships/carthaginian-ships/)>;  
[5] Phoenician Ships, <[www.oocities.org/capitolhill/parliament/2587/ships.html](http://www.oocities.org/capitolhill/parliament/2587/ships.html)>;  
[6] Report, Nautica: storia della navigazione, 5 agosto 2013 <[www.nauticareport.it/dettnews/report/nautica\\_storia\\_della\\_navigazione-6-4013/](http://www.nauticareport.it/dettnews/report/nautica_storia_della_navigazione-6-4013/)>;

[7] Matteo Cogno, Le tappe fondamentali della navigazione, 30 maggio 2013 <[www.matteo-cogno-navigazione.blogspot.com](http://www.matteo-cogno-navigazione.blogspot.com)>;  
[8] Yacht, significato del termine e tipologie di imbarcazioni | <[www.tuttobarche.it](http://www.tuttobarche.it)>  
[9] [www.confcommercio.it/-/nautica-da-diporto-la-crisi-c-e-ma-la-barca-non-affonda](http://www.confcommercio.it/-/nautica-da-diporto-la-crisi-c-e-ma-la-barca-non-affonda)  
[10] Tosca Ballerini 2020, Inquinamento atmosferico: è colpa anche dei carburanti delle navi, <[www.renewablematter.eu/articoli/article/inquinamento-atmosferico-e-colpa-anche-dei-carburanti-delle-navi](http://www.renewablematter.eu/articoli/article/inquinamento-atmosferico-e-colpa-anche-dei-carburanti-delle-navi)>;  
[11] IMO, International Maritime Organization <[www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Air-Pollution.aspx](http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Air-Pollution.aspx)>  
[12] IMO, 14 Life Below Water, Conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources for sustainable

development, <[www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/SustainableDevelopmentGoals.aspx#number14](http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/SustainableDevelopmentGoals.aspx#number14)>;  
[13] REMPEC, Med SOx ECA, <[www.rempec.org/en/our-work/pollution-prevention/hop-topics/med-eca/med-sox-eca-introduction](http://www.rempec.org/en/our-work/pollution-prevention/hop-topics/med-eca/med-sox-eca-introduction)>;  
[14] Mar. Sci., 2018, A New Perspective at the Ship-Air-Sea-Interface: The Environmental Impacts of Exhaust Gas Scrubber Discharge, <[www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2018.00139/full](http://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2018.00139/full)>;  
[15] Marianna Usuelli, 1 gennaio 2022, L'impatto delle navi da crociera sugli ecosistemi e sulla salute, <[www.altreconomia.it/limpatto-delle-navi-da-crociera-sugli-ecosistemi-e-sulla-salute](http://www.altreconomia.it/limpatto-delle-navi-da-crociera-sugli-ecosistemi-e-sulla-salute)>;  
[16] Anna Fleck, 2 maggio 2022, Cruise Ships Are the Biggest Black Carbon Polluters, <[www.statista.com/chart/27353/worst-black-carbon-polluters/](http://www.statista.com/chart/27353/worst-black-carbon-polluters/)>  
[17] The ERS International Congress 2023, Study of people exposed to air pollution reveals

greater effects on females than males, <[www.ersnet.org/news-and-features/news/study-of-people-exposed-to-air-pollution-reveals-greater-effects-on-females-than-males/](http://www.ersnet.org/news-and-features/news/study-of-people-exposed-to-air-pollution-reveals-greater-effects-on-females-than-males/)>

**[18]** Cestra Ecologia, marzo 2017, Smaltimento Dei Materiali Impiegati Nelle Imbarcazioni, <[www.cestraecologia.it/news/smaltimento-dei-materiali-impiegati-nelle-imbarcazioni/](http://www.cestraecologia.it/news/smaltimento-dei-materiali-impiegati-nelle-imbarcazioni/)>

**[19]** Anna Fleck, 2 maggio 2022, Cruise Ships Are the Biggest Black Carbon Polluters, <[www.statista.com/chart/27353/worst-black-carbon-polluters/](http://www.statista.com/chart/27353/worst-black-carbon-polluters/)>

**[20]** Francesca Frazza, 7 febbraio 2023, Cominciamo a parlarne: che fine fanno le barche abbandonate?, <[www.ansa.it/vela/notizie/2023/02/07/cominciamo-a-parlarne-che-fine-fanno-le-barche-abbandonate\\_e737fd1e-1820-45d1-8245-ba7d3aa2b76a.html](http://www.ansa.it/vela/notizie/2023/02/07/cominciamo-a-parlarne-che-fine-fanno-le-barche-abbandonate_e737fd1e-1820-45d1-8245-ba7d3aa2b76a.html)>;

**[21]** EMSA, European Maritime Transport Environment Report 1 ottobre 2021, Fatti e cifre: la

relazione ambientale sul trasporto marittimo europeo, <<https://www.eea.europa.eu/publications/maritime-transport/>>;

**[22]** Barche Magazine, Materiali innovativi e riciclo, le nuove sfide della startup nlcomp, <<https://www.barchemagazine.com/materiali-innovativi-e-riciclo-le-nuove-sfide-della-startup-nlcomp/>>;

**[23]** Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea, DIRETTIVA 2013/53/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 20 novembre 2013 relativa alle imbarcazioni da diporto e alle moto d'acqua e che abroga la direttiva 94/25/CE, <[www.eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/](http://www.eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/)>;

**[24]** Francesca Frazza, 7 febbraio 2023, Cominciamo a parlarne: che fine fanno le barche abbandonate?, <[www.ansa.it/vela/notizie/2023/02/07/cominciamo-a-parlarne-che-fine-fanno-le-barche-abbandonate\\_e737fd1e-1820-45d1-8245-ba7d3aa2b76a.html](http://www.ansa.it/vela/notizie/2023/02/07/cominciamo-a-parlarne-che-fine-fanno-le-barche-abbandonate_e737fd1e-1820-45d1-8245-ba7d3aa2b76a.html)>;

**[25]** EMSA, European Maritime

Transport Environment Report 1 ottobre 2021, Fatti e cifre: la relazione ambientale sul trasporto marittimo europeo, <<https://www.eea.europa.eu/publications/maritime-transport/>>;

**[26]** Barche Magazine, Materiali innovativi e riciclo, le nuove sfide della startup nlcomp, <<https://www.barchemagazine.com/materiali-innovativi-e-riciclo-le-nuove-sfide-della-startup-nlcomp/>>;

**[27]** Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea, DIRETTIVA 2013/53/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 20 novembre 2013 relativa alle imbarcazioni da diporto e alle moto d'acqua e che abroga la direttiva 94/25/CE, <[www.eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/](http://www.eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/)>;

**[28]** Mondo Barca Market, 30 agosto 2021, Il futuro dei materiali nella costruzione nautica, <<https://www.mondobarcamarket.it/il-futuro-dei-materiali/>>;

**[29]** Partnership, Bcomp: materiali più sostenibili usati con

successo nella costruzione di barche in composito, 11 marzo 2022, <[www.boatindustry.it/news/39554/bcomp-materiali-piu-sostenibili-usati-con-successo-nella-costruzione-di-barche-in-composito](http://www.boatindustry.it/news/39554/bcomp-materiali-piu-sostenibili-usati-con-successo-nella-costruzione-di-barche-in-composito)>.

**[30]** Gloria Schiavi, Sostenibilità nella nautica: NL Comp tra materiali innovativi e approccio circolare, 15 giugno 2022, <[www.lifegate.it/nautica-nl-comp-northern-light-composite/](http://www.lifegate.it/nautica-nl-comp-northern-light-composite/)>;

**[31]** Di Redazione, Barche riciclabili in lino: la sfida all'inquinamento da vetroresina, 16 luglio 2021, <[www.nonsolonautica.it/16/07/2021/nautica-news/barche-riciclabili-lino/](http://www.nonsolonautica.it/16/07/2021/nautica-news/barche-riciclabili-lino/)>;

**[32]** Barca, Barche in vetroresina: resistenti e leggere, 24 marzo 2021, <[www.nauticaideaverde.it/barche-in-vetroresina/](http://www.nauticaideaverde.it/barche-in-vetroresina/)>;

**[33]** Euronews, Orcadi: come produrre energia grazie al movimento delle onde, 2019, <[www.youtube.com/watch?v=YE6YQBU2mNk](https://www.youtube.com/watch?v=YE6YQBU2mNk)>;

**[34]** Euronews, Oceano, ultima

frontiera delle energie rinnovabili, 2019, <[www.youtube.com/watch?v=lKsFzetoRxU](https://www.youtube.com/watch?v=lKsFzetoRxU)>;

**[35]** VIVI energia, Energie rinnovabili, <[www.vivienergia.it/casa/vivipedia/consigli-di-risparmio/energie-rinnovabili-cosa-sono-e-come-funzionano](http://www.vivienergia.it/casa/vivipedia/consigli-di-risparmio/energie-rinnovabili-cosa-sono-e-come-funzionano)>;

**[36]** Camilla Antonini, novembre 2022, Energie rinnovabili in Italia: una panoramica, <[www.otovo.it/blog/energie-rinnovabili-in-italia/](http://www.otovo.it/blog/energie-rinnovabili-in-italia/)>;

**[37]** Energit, Che cosa sono le energie rinnovabili?, 19 Ottobre 2019, <[www.energit.it/che-cosa-sono-le-energie-rinnovabili/](http://www.energit.it/che-cosa-sono-le-energie-rinnovabili/)>;

**[38]** Maurizio Spagnolo, Pannelli solari tessili per realizzare tende fotovoltaiche, 1 agosto 2020, <[www.rinnovabili.it/energia/fotovoltaico/pannelli-solari-tessili-per-realizzare-tende-fotovoltaiche/](http://www.rinnovabili.it/energia/fotovoltaico/pannelli-solari-tessili-per-realizzare-tende-fotovoltaiche/)>;

**[39]** IDROGENERATORE WAVE 3, <[www.nextboat.it/energia/132-idrogeneratore-wave-3.html](http://www.nextboat.it/energia/132-idrogeneratore-wave-3.html)>;

**[40]** Idro-generatore per barca a vela da crociera POD 600, <[www.nauticexpo.it/prod/watt-sea/](http://www.nauticexpo.it/prod/watt-sea/)

>; <[www.donnegeometra.it/product-34072-515651.html](http://www.donnegeometra.it/product-34072-515651.html)>;

**[41]** Tecnici e professione, 10 agosto 2022, Il fotovoltaico di tessuto sfrutta l'energia solare per illuminare e ombreggiare e in più combatte l'inquinamento luminoso, <[www.donnegeometra.it/](http://www.donnegeometra.it/)

**[42]** Tessile Case Histories, Smart clothes. Energia rinnovabile dai tessuti: il fotovoltaico diventa indossabile, 3 ottobre 2017, <[www.alternativasostenibile.it/articolo/smart-clothes-energia-rinnovabile](http://www.alternativasostenibile.it/articolo/smart-clothes-energia-rinnovabile)>

**[43]** Morena deriu, Giro del mondo in barca a vela grazie al fotovoltaico, <[www.fotovoltaicosulweb.it/guida/giro-del-mondo-in-barca-a-vela-grazie-al-fotovoltaico.html](http://www.fotovoltaicosulweb.it/guida/giro-del-mondo-in-barca-a-vela-grazie-al-fotovoltaico.html)>

**[44]** Gian Basilio Nieddu, La vela fotovoltaica Heole, debutto alla Route du Rhum, 18 agosto 2022, <[www.vaielettrico.it/ecco-la-vela-fotovoltaica-heole-debutto-alla-route-du-rhum/](http://www.vaielettrico.it/ecco-la-vela-fotovoltaica-heole-debutto-alla-route-du-rhum/)>

**[45]** Il Mare, Una vela fotovoltaica a celle organiche per Maribelle,

20 settembre 2012, <[www.ilmare.com/it/blog/post/una-vela-fotovoltaica-celle-organiche](http://www.ilmare.com/it/blog/post/una-vela-fotovoltaica-celle-organiche)>;

[46] PoloSolareOrganico Regione Lazio, Celle fotovoltaiche organiche , <[www.chose.uniroma2.it/ricerca/6-celle-fotovoltaiche-organiche.html](http://www.chose.uniroma2.it/ricerca/6-celle-fotovoltaiche-organiche.html)>;

[47] IDROGENERATORE WAVE 3, <[www.nextboat.it/energia/132-idrogeneratore-wave-3.html](http://www.nextboat.it/energia/132-idrogeneratore-wave-3.html)>;

[48] Idro-generatore per barca a vela da crociera POD 600, <[www.nauticexpo.it/prod/watt-sea/product-34072-515651.html](http://www.nauticexpo.it/prod/watt-sea/product-34072-515651.html)>;

[49] Tecnici e professione, 10 agosto 2022, Il fotovoltaico di tessuto sfrutta l'energia solare per illuminare e ombreggiare e in più combatte l'inquinamento luminoso, <[www.donnegeometra.it/](http://www.donnegeometra.it/)>

[50] Tessile Case Histories, Smart clothes. Energia rinnovabile dai tessuti: il fotovoltaico diventa indossabile, 3 ottobre 2017, <[www.alternativasostenibile.it/articolo/smart-clothes-energia-rinnovabile](http://www.alternativasostenibile.it/articolo/smart-clothes-energia-rinnovabile)>

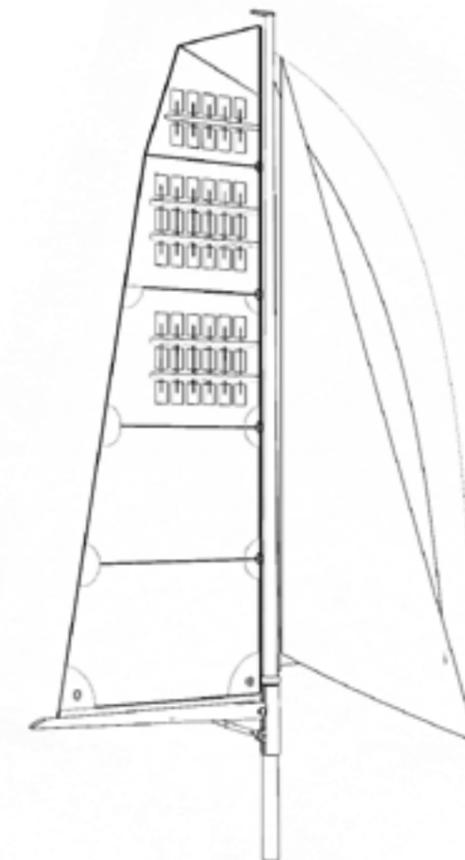
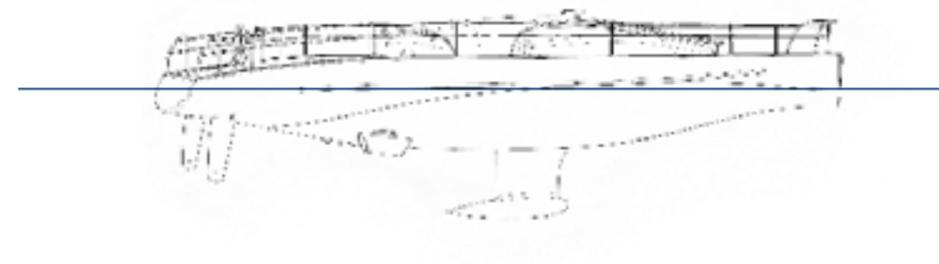
[51] Morena deriu, Giro del

mondo in barca a vela grazie al fotovoltaico,

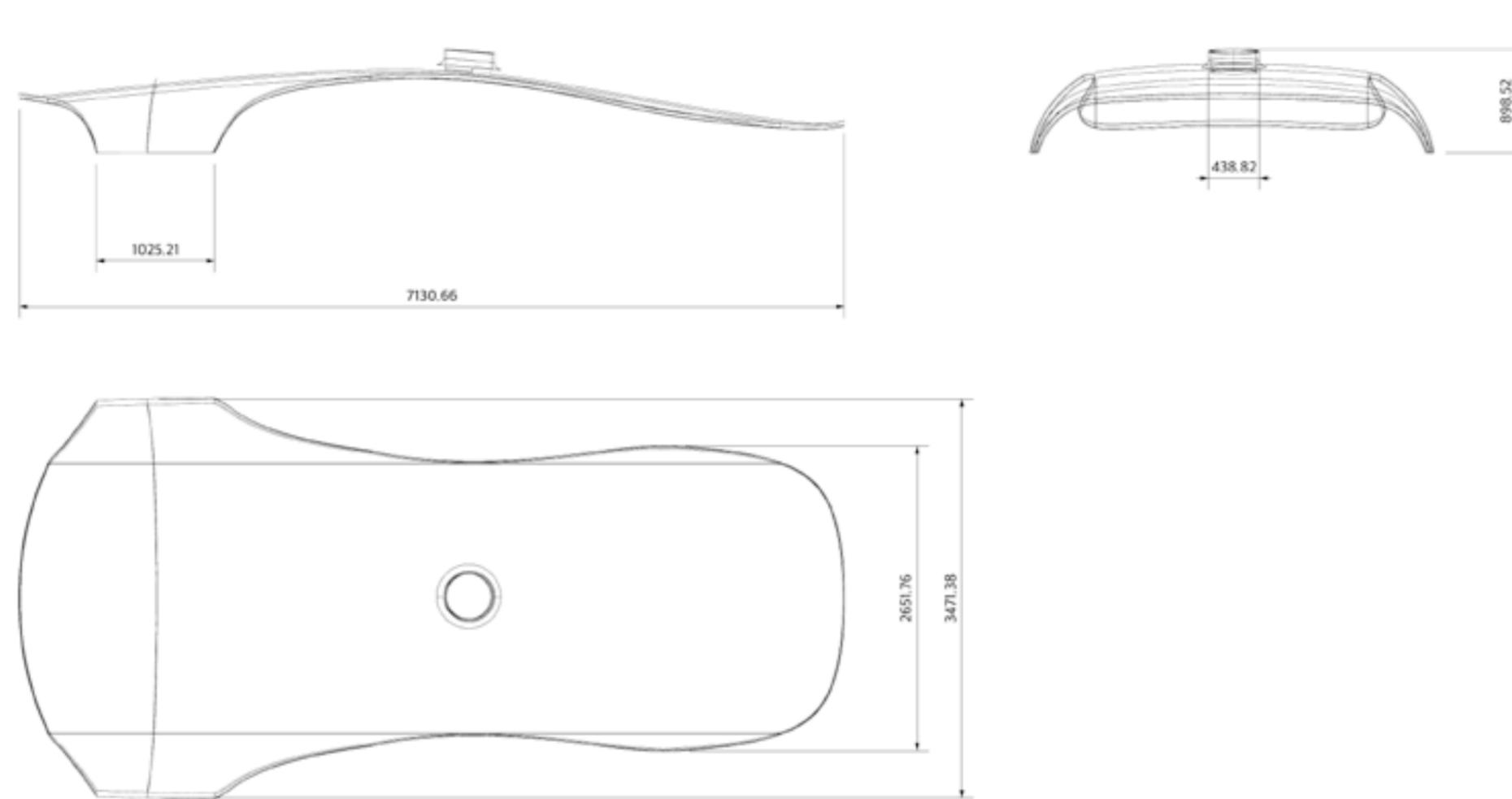
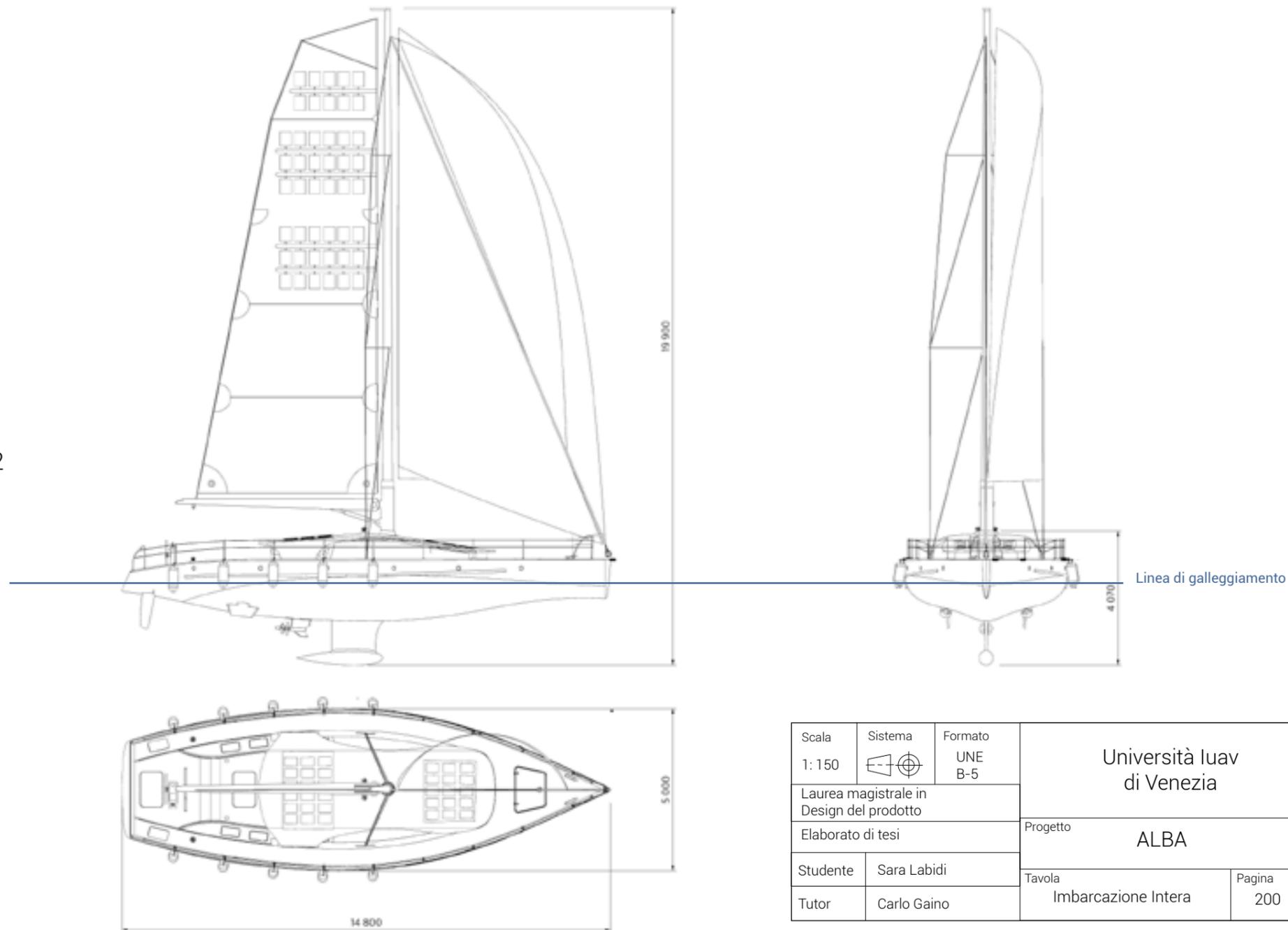
<[www.fotovoltaicosulweb.it/guida/giro-del-mondo-in-barca-a-vela-grazie-al-fotovoltaico.html](http://www.fotovoltaicosulweb.it/guida/giro-del-mondo-in-barca-a-vela-grazie-al-fotovoltaico.html)>

[52] Gian Basilio Nieddu, La vela fotovoltaica Heole, debutto alla Route du Rhum, 18 agosto 2022, <[www.vaielettrico.it/ecco-la-vela-fotovoltaica-heole-debutto-alla-route-du-rhum/](http://www.vaielettrico.it/ecco-la-vela-fotovoltaica-heole-debutto-alla-route-du-rhum/)>

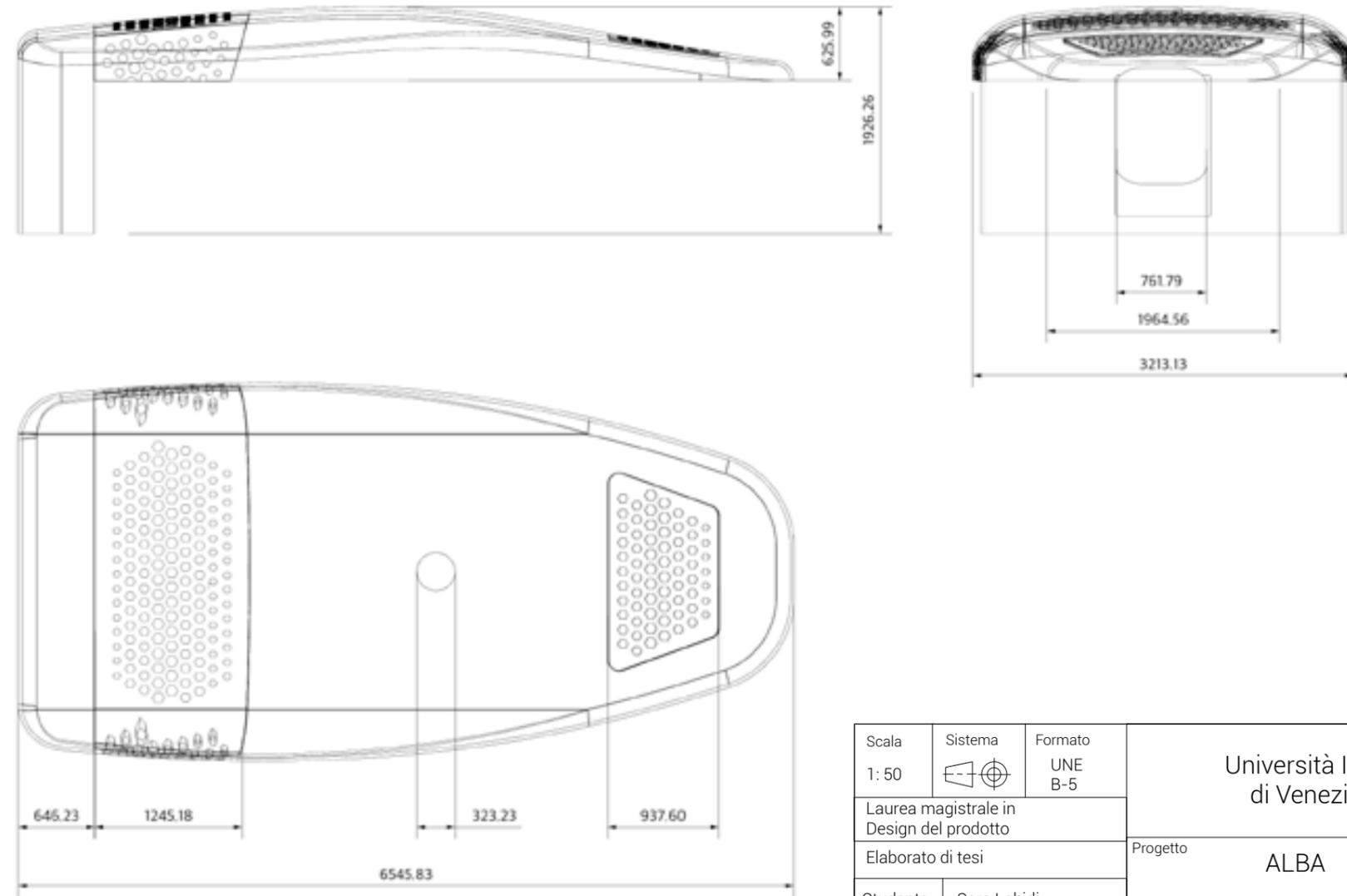
## TECNICI



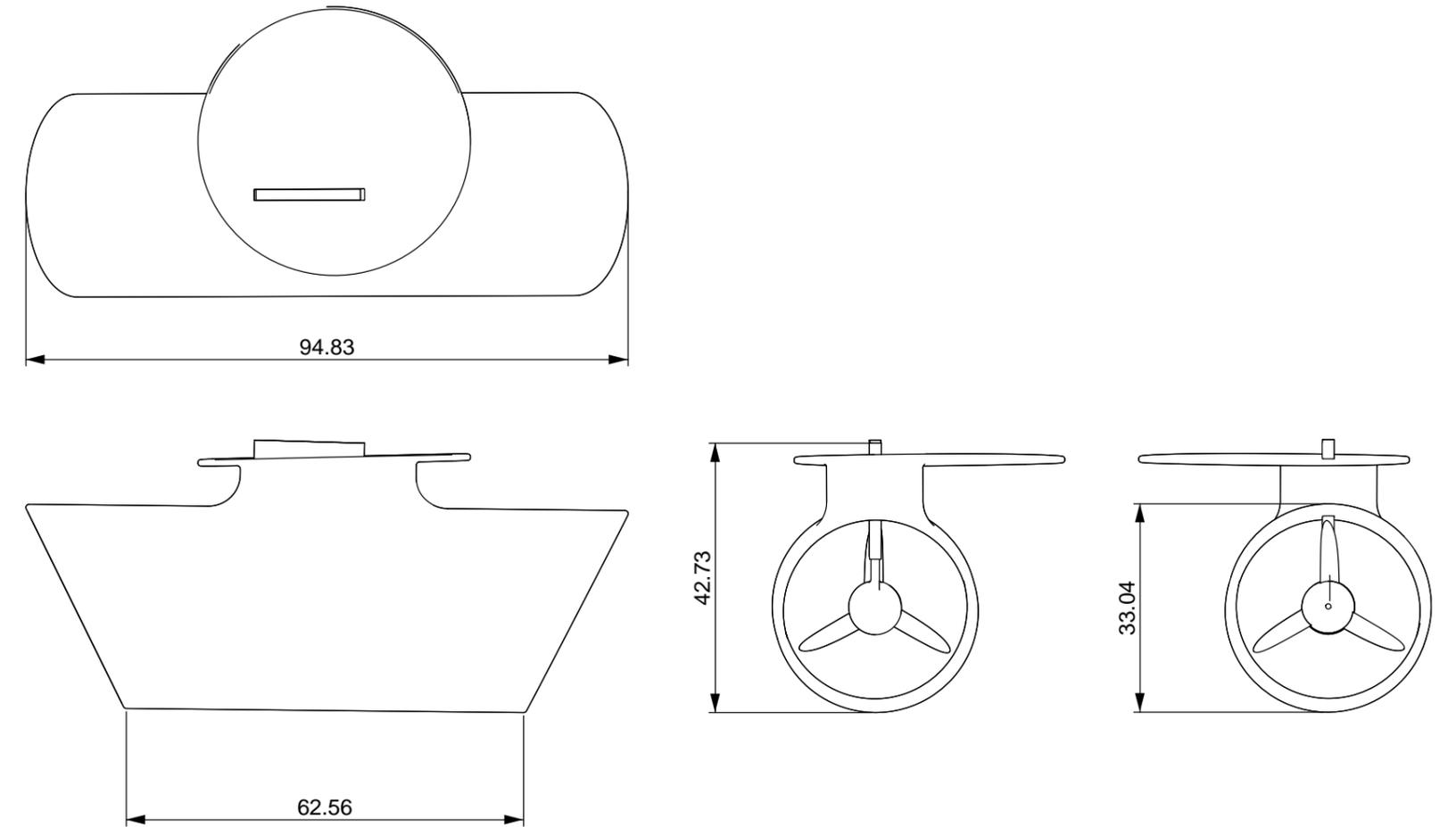
Scala	Sistema	Formato	Università Iuav di Venezia	
1: 150		UNE B-5		
Laurea magistrale in Design del prodotto			Progetto ALBA	
Elaborato di tesi				
Studente	Sara Labidi	Tavola		Pagina
Tutor	Carlo Gaino	Imbarcazione Intera		200



Scala	Sistema	Formato	Università Iuav di Venezia	
1:50		UNE B-5	Laurea magistrale in Design del prodotto	
Elaborato di tesi			Progetto ALBA	
Studente	Sara Labidi		Tavola	Pagina
Tutor	Carlo Gaino		Tetto	201



Scala 1: 50	Sistema 	Formato UNE B-5	Università Iuav di Venezia	
Laurea magistrale in Design del prodotto			Progetto	
Elaborato di tesi			ALBA	
Studente	Sara Labidi		Tavola	Pagina
Tutor	Carlo Gaino		Interno	202



Scala 1: 25	Sistema 	Formato UNE B-5	Università Iuav di Venezia	
Laurea magistrale in Design del prodotto			Progetto	
Elaborato di tesi			ALBA	
Studente	Sara Labidi		Tavola	Pagina
Tutor	Carlo Gaino		Turbina	203

## Ringraziamenti

A conclusione di questo elaborato, desidero dedicare questo spazio alle persone che hanno contribuito attivamente e passivamente, con il loro instancabile supporto, dedizione e pazienza, alla realizzazione dello stesso.

In primis un ringraziamento speciale va al mio relatore Gaino Carlo per i suoi indispensabili consigli, per le conoscenze trasmesse e per il supporto dimostratomi nei mesi della realizzazione dell'elaborato.

Ringrazio, inoltre, infinitamente i miei genitori che mi hanno sempre sostenuto nonostante la lontananza, appoggiando ogni mia decisione, supportando ogni mia scelta, spronandomi e credendo in me fin dalla scelta iniziale del mio percorso di studi.

Ringrazio ancora tutte le persone che mi hanno accompagnata in questi ultimi due anni e, soprattutto, ringrazio le mie amiche Francesca ed Alessia che mi sono state sempre accanto sostenendomi emotivamente e supportandomi, ma, specialmente, sopportandomi particolarmente in questi ultimi mesi.

Un grazie di cuore va alla mia sorellina Yasmine che ad ogni mia richiesta di aiuto è stata sempre presente e disponibile.

Ringrazio sinceramente anche i miei compagni di viaggio, amici e team fedele, Giuseppe e Daniela, i quali mi hanno costantemente dato lo sprint giusto e la prospettiva differente per riuscire a realizzare cose fantastiche.

Ringrazio tutte quelle persone comparse nella mia vita, che hanno lasciato sempre un qualcosa da insegnarmi per crescere in ogni forma.

Ringrazio, quindi, tutti coloro che in questi ultimi anni hanno creduto in me.

Dedico, infine, questa tesi a me stessa, ai miei sacrifici e alla mia tenacia che mi hanno permesso di arrivare fin qui.

