

MD Journal  
[13] 2022



BLUEDESIGN

MEDIA MD



BLUEDESIGN

Editoriale

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

Essays

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

# MD Journal

Rivista scientifica di design in Open Access

Numero 13, Luglio 2022 Anno VI

Periodicità semestrale

Direzione scientifica

Alfonso Acocella, Veronica Dal Buono, Dario Scodeller

Comitato scientifico

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

Comitato editoriale

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

Procedura di revisione

Double blind peer review

Redazione

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

Promotore

Laboratorio Material Design, Media MD  
Dipartimento di Architettura, Università di Ferrara  
Via della Ghiara 36, 44121 Ferrara  
[www.materialdesign.it](http://www.materialdesign.it)

Rivista fondata da Alfonso Acocella, 2016

ISSN 2531-9477 [online]

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



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

# BLUEDESIGN

ACQUA E DESIGN NELL'EQUILIBRIO  
TRA UOMO E AMBIENTE

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

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



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

# Sfide per uno yacht design a emissioni zero

Riflessioni sulla progettazione di navi passeggeri a idrogeno

**Giuditta Margherita Maria Ansaloni** Politecnico di Milano, Department of Management, Economics and Industrial Engineering

[giudittamargherita.ansaloni@polimi.it](mailto:giudittamargherita.ansaloni@polimi.it)

**Arianna Bionda** Politecnico di Milano, Design Department

[arianna.bionda@polimi.it](mailto:arianna.bionda@polimi.it)

**Monica Rossi** Politecnico di Milano, Department of Management, Economics and Industrial Engineering

[monica.rossi@polimi.it](mailto:monica.rossi@polimi.it)

Le imbarcazioni sono organismi complessi in cui coesistono più sottosistemi che, in costante interazione reciproca, mirano a rendere questi oggetti fruibili, sicuri, e capaci di adottare le nuove tecnologie come quelle di propulsione a ridotto impatto ambientale. Il presente studio ha come focus l'adozione di tecnologie per la propulsione a idrogeno di imbarcazioni trasporto passeggeri e un duplice obiettivo: individuare scenari applicativi di riferimento e delineare le sfide che i progettisti saranno chiamati ad affrontare nel futuro prossimo. I risultati della ricerca evidenziano gli approcci adottati per i tre scenari di riferimento presentati, con l'obiettivo di fornire un supporto alla progettazione durante le fasi del design loop.

*Mobilità sostenibile, Design navale nautico, Trasporti marittimi, Trasporto a impatto zero, Sfide progettuali*

Vessels are complex organisms in which several subsystems have to coexist. Their constant and reciprocal interaction aims to make these objects safe, user-centered and adopt new propulsion systems addressed to reduce their environmental impact. The focus of this study is the adoption of hydrogen-based propulsion technologies for passenger ferries. It has a twofold objective: identify reference scenarios of application of this technology and outline the challenges that designers will be called to face in the future. The research results highlight the adopted approaches concerning three reference scenarios to provide design support during the design loop phases.

*Sustainable mobility, Yach design, Watertransport, Zero-emission fuel, Design challenges*

G.M.M. Ansaloni Orcid id 0000-0001-7710-5968  
A. Bionda Orcid id 0000-0002-7817-3070  
M. Rossi Orcid id 0000-0003-4971-2837

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

## Nautica e sostenibilità: la sfida del futuro

Il trasporto marittimo globale rappresenta una quota crescente di emissioni inquinanti nell'ecosistema acquatico. La pressione a un uso efficiente delle risorse per il raggiungimento della neutralità climatica UE entro il 2050 sta stimolando la ricerca verso sistemi innovativi di propulsione alternativa in grado di limitare non solo i gas di scarico, ma anche la formazione di onde, vibrazioni, e l'inquinamento acustico di mari e acque interne. Nella transizione verso la mobilità sostenibile giocano un ruolo importante le imbarcazioni trasporto passeggeri. Secondo l'analisi pubblicata nel 2021 da T&E Transport&Environment [1], durante il 2017 la flotta del più grande operatore del settore delle navi da crociera, 47 unità, ha prodotto emissioni dieci volte maggiori rispetto a quelle dell'intero parco macchine europeo, 260 milioni di auto. Questo dato allarmante evidenzia come l'intero settore necessiti di una radicale manovra verso un'economia pulita e circolare, in cui l'impiego di combustibili ottenibili da risorse rinnovabili è un fattore strategico ed essenziale. Negli ultimi anni la ricerca ha svelato i potenziali benefici del mercato delle celle a combustibile a idrogeno per il settore marittimo: reagendo con l'ossigeno, l'idrogeno ha come unico prodotto di scarto l'acqua, eliminando completamente le emissioni di CO<sub>2</sub>, vibrazioni dei motori, e i problemi climatici e ambientali a esso associate. Ciononostante, l'attuale approccio impiegato per le progettazioni delle navi a idrogeno è privo di un quadro normativo chiaro e specifico e di una gestione precoce dei rischi: se infatti il livello di maturità tecnologica per la riduzione delle emissioni garantisce già l'utilizzo di propulsioni a idrogeno a bordo, non è possibile dire lo stesso per l'adozione di strategie di progettazione *user-centered* [2] (Rubin et al., 2008) integrate che le rendano anche vivibili e fruibili al meglio. Il progetto Europeo e-SHYIPS [3] (Ecosystemic knowledge in Standards for Hydrogen Implementation on Passenger Ship), mira a mettere in contatto il settore dell'idrogeno e quello marittimo con esperti di stampo internazionale, al fine di elaborare una serie di linee guida chiare ed efficaci che siano di aiuto ai progettisti per affrontare le sfide di questo radicale cambiamento cui (anche) il settore della nautica sta andando incontro. Obiettivo del presente studio è mostrare una prima contestualizzazione delle imbarcazioni trasporto passeggeri attualmente esistenti dotate di propulsione a idrogeno utili per la definizione di scenari futuri di riferimento, e una loro analisi comparativa al fine di delineare un possibile approccio che sia di sostegno durante la fase di progettazione.

### Verso una nuova strategia comune per i progettisti

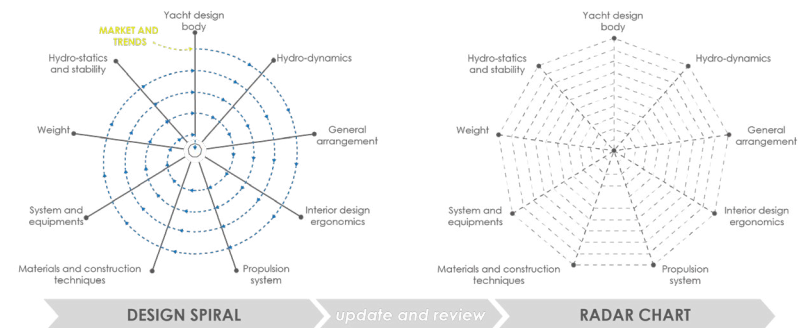
Il livello attuale di prontezza della tecnologia relativa alla propulsione a idrogeno è tale per cui la sfida che progettisti e cantieri nautici-navali sono chiamati ad affrontare non è più quella di comprovare la fattibilità di questa tipologia di imbarcazioni, bensì quella di facilitarne l'avvento e la produzione seriale attraverso l'adozione di linee guida e standard. Se infatti l'installazione di serbatoi e di *stack fuel cell* che permettono la conversione da idrogeno in energia elettrica a bordo è già possibile, non è possibile affermare che esista una strategia comune per valutare al meglio il posizionamento degli elementi tecnici e funzionali e in relazione all'operabilità dell'imbarcazione e ai rischi connessi al nuovo sistema propulsivo. La domanda alla quale è necessario rispondere in questo momento storico è come sia possibile integrare in un unico sistema simbiotico e circolare le nuove tecnologie propulsive con tutti gli elementi caratterizzanti dell'imbarcazione. Questo studio, che presenta la fase preliminare del progetto e-SHyIPS, mira a individuare tre scenari applicativi dell'uso di idrogeno su traghetti passeggeri e le sfide e opportunità specifiche a esso correlate, grazie a una analisi dell'impatto che l'introduzione di queste nuove tecnologie propulsive ha avuto sui sottosistemi di progettazione nautica così come descritti nella *yacht design spiral* (Larsson et al., 1994), importante strumento che enuncia le fasi più importanti della progettazione navale e nautica, utile ai designer per comprenderne vincoli e relazioni reciproche.

### Opportunità e sfide: strumenti per individuarle

Durante la fase di definizione delle sfide alle quali andrà incontro il progettista, la costruzione di scenari (*scenario building*) (Masini, 1993) come metodologia risulta appropriata e utile, soprattutto per ricerche che, come questa, richiedono scelte strategiche in relazione ad ambiti complessi per durata, dimensioni e interazione con l'ambiente circostante. Per loro natura, gli scenari possono essere definiti come strumenti utili a sviluppare visioni articolate e motivate che, se adeguatamente costruite, possono diventare vere e proprie anticipazioni richieste dal mondo dell'industria. Inoltre essi descrivono ciò che potrebbe succedere, e non ciò che i progettisti vorrebbero che accadesse: ciò richiede che gli scenari delineati siano quindi intrinsecamente coerenti e plausibili. Dato l'alto livello di incertezza delle situazioni future che descrivono, essi sono basati su criteri difficilmente quantificabili in prospettiva, ma comunque qualitativamente descrivibili (Van der Heijden, 2004). È

poi necessario che gli scenari rispecchino il sistema di riferimento, che nel caso di e-SHyIPS sono imbarcazioni e navi per il trasporto passeggeri, con un focus sui principali elementi che ne determineranno il cambiamento e sui motivi di incertezza più rilevanti ai fini delle decisioni strategiche da adottare nelle fasi successive. Durante le prime fasi di lavoro, sono stati catalogati una serie di casi studio relativi sia a unità già varate, sia a progetti ancora in fase di studio: ciò ha come obiettivo non solo quello di fotografare l'attuale stato dell'arte, ma di capire fattori comuni, trend del mercato e modalità con cui diversi designer hanno a oggi affrontato la sfida progettuale. Nello specifico ci si è interrogati su quali aree dell'imbarcazione avesse maggiormente impattato l'introduzione del nuovo metodo propulsivo e quali invece fossero state preservate, al fine di individuare diverse tipologie di approccio al progetto. Attraverso una fase di ricerca documentale, interviste e workshop partecipativi con diversi partner del progetto, sono stati elaborati tre diversi scenari (denominati *Small*, *Medium* e *Large*), relativi a tre tipologie di trasporto passeggeri su acqua: waterbuses, traghetti per il trasporto passeggeri e mezzi di trasporto e navi da crociera di lusso. Fondamentale è stato il contributo apportato da stakeholders del settore (cantieri navali, produttori di fuel-cell, fornitori di idrogeno), l'interazione con i quali ha permesso di dettagliare e validare gli scenari delineati. Successivamente, l'analisi dei casi studio presenta come output, ipotesi polarizzate che definiscono un panorama delle possibili future evoluzioni di una data situazione presente (Manzini et al, 2004). Al fine di rendere graficamente evidenti i risultati dell'analisi, è stata adattata la *yacht design spiral* [fig. 01] riportando fra gli assi i parametri (Bionda, 2020) utilizzati nell'analisi e nella successiva catalogazione attraverso *radar chart* (Chambers

01 Schematizzazione del processo di trasformazione della yacht design spiral in un radar chart



01





02

et al, 2017). Tali parametri sono i seguenti: scafo (*yacht design body*), idrodinamica (*hydro-dynamics*), piani generali (*general arrangement*), ergonomia degli spazi interni (*interior design ergonomics*), sistema di propulsione (*propulsion system*), materiali e tecniche di costruzione (*materials and construction techniques*), sistemi di bordo (*system and equipments*), distribuzione dei pesi (*weight*), idrostatica e stabilità (*hydro-statics and stability*). Questo strumento di ricerca, solitamente usato per analisi quantitative, nel presente studio è stato utilizzato per rappresentare gli elementi della *design spiral* sui quali ha maggiormente impattato il processo di adozione (o di conversione) della propulsione idrogeno, così come metodologicamente suggerito da Buijs (2012) in *The Delft Innovation Method; a design thinker's guide to innovation*.

### Nuovi (possibili) scenari di riferimento

Nel tentativo di tracciare una strada per gli yacht designer che scelgono di affacciarsi alla progettazione di imbarcazioni con un minor impatto ambientale, gli scenari delineati traggono la loro validità anche dall'analisi dell'andamento del mercato: le imbarcazioni prese a riferimento coprono tre aree del mercato che abbracciano un ampio spettro nell'ambito del trasporto passeggeri su acqua. Punto di incontro fra esse è da un lato la conferma, dall'altro la previsione della crescita dell'interesse da parte degli utenti e dell'industria verso tali tipologie di imbarcazioni e navi. Gli scenari, denominati *Small*, *Medium* e *Large*, differiscono non solamente per le dimensioni delle imbarcazioni che rappresentano, ma soprattutto per le diverse destinazioni di utilizzo.

**Scenario Small** Fast Water-bus. La tipologia di imbarcazioni al quale fa riferimento tale scenario è rappresentata dai cosiddetti water-buses, mezzi di trasporto su

02  
Scenario Small:  
casi studio



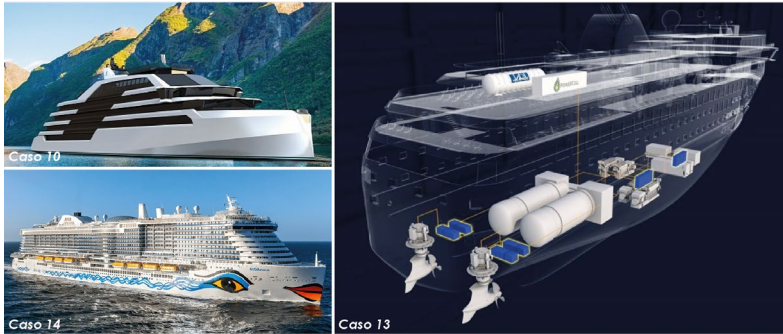
03

acqua destinati a navigare in acque interne e addetti al trasporto giornaliero di passeggeri nelle zone geografiche dove la morfologia del territorio lo consente. Per la specificità dei bacini entro cui operano, le dimensioni di queste imbarcazioni sono contenute (Small), con una lunghezza inscrivibile a 30 metri, e la loro velocità di crociera è un fattore importante per gli utenti che scelgono questo mezzo di trasporto. L'imbarcazione scelta come riferimento è il Waterbus 2407 prodotto dai cantieri Damen, membri del consorzio di e-SHyIPS.

**Scenario Medium** Ro-ro Ferry. Il termine Ro-ro Ferry indica traghetti passeggeri addetti anche al trasporto e l'imbarco/sbarco di veicoli gommati. Essi rappresentano un'importante fetta del mercato globale, fondamentali per il raggiungimento di isole diversamente non collegate alla terraferma. Per consentire lo stivaggio di un ingente numero di passeggeri e mezzi di trasporto, le dimensioni di tali traghetti raggiungono fino ai 100 metri, soglia fissata per la lunghezza delle navi dello scenario Medium. Riferimento scelto è la Fior di Levante, parte della flotta della compagnia Levante Ferries, partner del progetto e-SHyIPS.

**Scenario Large** Luxury Cruise ship. La tipologia di nave presa come modello per questo scenario fa riferimento a una fetta del mercato in ascesa, quella della navi da crociera di lusso: tale definizione rimanda a navi di dimensioni ridotte di lunghezza massima 150 metri con un numero di passeggeri estremamente contenuto, al fine di mantenere alto il livello di vita a bordo. La nascita di una nuova tipologia di utenti e di modelli di viaggio è tale da prevedere che il settore delle crociere di lusso crescerà in modo significativo nel decennio 2021-2029: a riprova di ciò, sono numerosi i cantieri che hanno

03  
Scenario Medium:  
casi studio



04

annunciato il loro impegno nella costruzione di queste navi. L'unità scelta come esempio è la nave da crociera Celebrity Flora, parte della flotta di Celebrity Cruise dal 2019.

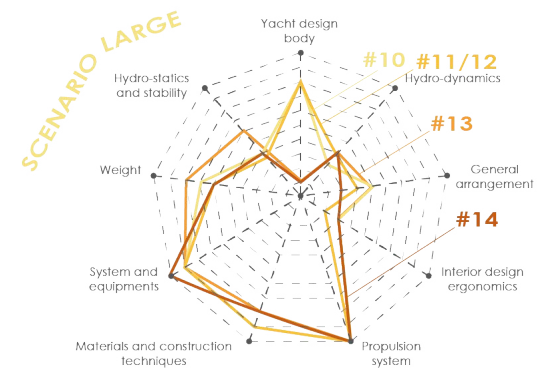
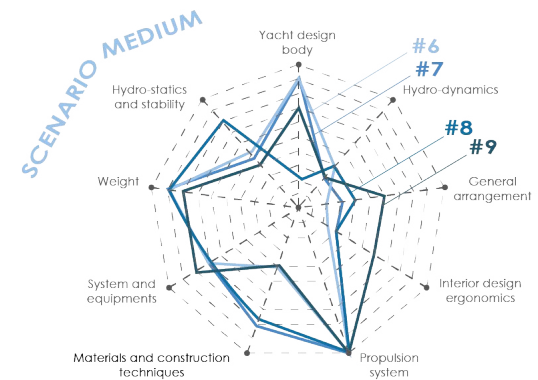
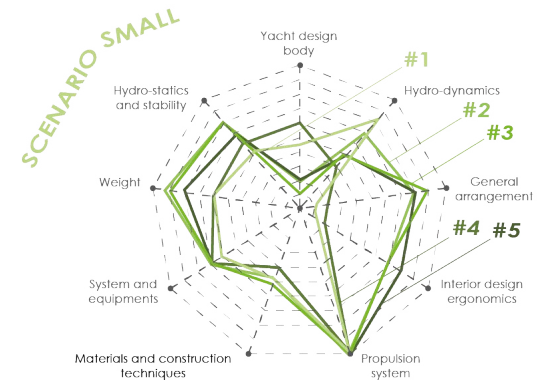
#### Casi studio di navi passeggeri ad idrogeno

Gli scenari di riferimento sono il punto di partenza per categorizzare lo stato dell'arte in materia di unità adibite al trasporto passeggeri e dotate di propulsione a idrogeno. Queste sono poi state comparate fra di loro per evidenziare soluzioni di continuità e discontinuità nelle scelte che i cantieri hanno messo in atto. I casi relativi allo scenario *Small* [fig. 02] mettono in luce divergenze nelle scelte fatte per adottare la propulsione idrogeno: nei *cas* 2, 3 e 5 sistemi e strumenti richiesti dalla nuova propulsione sono stati posizionati a bordo in aree generalmente adibite ai passeggeri, ora convertite in locali tecnici a essi non accessibili per ragioni di sicurezza. Nei *cas* 1 e 4 l'introduzione della nuova tecnologia non ha avuto invece particolare impatto sul layout distributivo, a fronte di un adeguamento del yacht design body: casse di idrogeno, fuel-cell e batterie si trovano in aree già in precedenza di carattere tecnico, come ad esempio sotto al ponte di coperta.

Per lo scenario *Medium* [fig. 03] sono state catalogate navi adibite al trasporto passeggeri ma anche a quello di automezzi, come il *caso* 6, capienza massima di 80 macchine. I *cas* 8 e 9 sono riservati al trasporto di passeggeri in acque costiere, mentre il *caso* 7 è l'unico di questa categoria a non rappresentare una nave già in uso bensì un progetto ancora in corso. Per i casi catalogati nello scenario *Large* [fig. 04] è doveroso precisare che le informazioni disponibili sono esigue, trattandosi prevalentemente di dichiarazioni di intenti da parte delle

04

05



05  
Scenari Small, Medium e Large:  
radar chart consuntivi



compagnie di navigazione e cantieri (*casi 11, 12 e 13*), o di concept preliminari (*caso 10*). Il *caso 14* è l'unico a presentare uno stato più avanzato oltre che maggiori informazioni in merito al suo sviluppo. Informazioni più dettagliate relative alle imbarcazioni e navi prese in esame fino a oggi sono riportate nella tabella [tab. 01]. Nello specifico, sono riportate informazioni sia di carattere generale, sia legate al tipo di propulsione installato a bordo e alle modalità di stoccaggio dell'idrogeno.

### Riflessioni per la progettazione

L'analisi dei risultati ottenuti attraverso lo strumento dei *radar chart* [fig. 05] permette di fare considerazioni sia relative a ciascuno scenario sia trasversali a essi.

**Scenario Small** L'introduzione della propulsione a idrogeno impatta maggiormente sulla distribuzione delle aree e sull'ergonomia degli spazi interni, viste soprattutto le dimensioni esigue delle unità che rientrano in tale scenario. L'approccio ha conseguenze sui piani generali e layout, modificando i percorsi e riducendo lo spazio a disposizione dei passeggeri. La nuova distribuzione dei pesi, di cui le linee di carena non tengono conto in quanto non modificate, comporta un peggioramento delle performance.

**Scenario Medium** La tendenza è quella di rendere più efficienti le linee di carena, per realizzare navi che riducano la resistenza all'avanzamento e di conseguenza il fabbisogno energetico, in modo tale che il carburante da stivare a bordo sia minore. In generale tuttavia la distribuzione dei pesi dovuti allo stoccaggio dell'idrogeno a bordo, trovandosi sui ponti più alti, risulta non del tutto ottimale.

**Scenario Large** Trattandosi prevalentemente di navi di cui sono ancora in corso studi di fattibilità, l'approccio è basato sull'efficientamento delle geometrie dello scafo, al pari di quanto messo in luce per lo scenario *Medium*: a differenza di quest'ultimo tuttavia, l'incremento di pesi e volumi può essere mitigato grazie all'adozione di nuovi materiali e tecnologie che permetteranno di stivare il carburante e i sistemi di propulsione in aree della nave che non ne inficino né la sicurezza per i passeggeri né la stabilità, come invece accade per gli altri scenari. Interrogandosi sulle correlazioni esistenti fra gli approcci evidenziati dall'analisi di ciascuno scenario emerge una graduale progressione, in linea con le diverse dimensioni dei tre scenari: per la loro intrinseca complessità

#	status	vessel type	vessel/ project name	shipyard/ company	main dimensions	cruising speed	routing	propulsion system	hull material	H2 storage option
#1	launched (2009)	waterbus (100 pax)	FCS Albatrosser	Aster-touristik GmbH	LOA 25,5 m Beam 5,36 m	8 knots	inland city waters (Hamburg, Germany)	PEM FC (100 kW) + battery	steel mono-hull and aluminum	12 hydrogen-storage tanks 50 kg H2 at 350 bar
#2	launched (2009)	waterbus (88 pax)	H2 Nerio	Rederij Lovers	LOA 21,95 m Beam 4,95 m	9 knots	inland city waters (Amsterdam, NL)	PEM FC (60 kW) + battery	steel mono-hull and aluminum	24 kg stored in 6 cylinders at a pressure of 350 bar
#3	launched (2021)	waterbus (75 pax)	Sea Change	All American Maritime	LOA 21,95 m Beam 7,31 m	16 knots	coastal and bay area	PEM FC + battery	aluminium multi-hull	246 kg compressed H2 stored in 10 cylinders at 1 250 bar
#4	launched (2017)	waterbus (16 pax)	Hydroville	Compagnie Maritime Belge	LOA 14 m Beam 4,2 m	21 knots	inland waters (Belgium, NL)	Hybrid (Diesel/H2 ICE)	fiberglass multi-hull	12 x 205 l 200 bar compressed H2 tanks + 2065 liters of H2o
#5	launched (2013)	waterbus (12 pax, 2 crew)	Hydrogenesis	Weston-super-Mare shipyard	LOA 11 m Beam 3,6 m		inland city waters (Bristol)	FCH + battery	steel + glass panel top (partially retrofittable)	compressed H2
#6	launched (2021)	ferry (290 pax, 80 cars)	Hydra	Weston x Nailed	LOA 82,4 m Beam 17 m	10 knots	coastal area (Heinsland-Ombro)	PEM FC + battery	steel mono-hull	liquid H2 stored on rooftop
#7	concept (2019)	fast ferry (300 pax)	AERO	Bredene Aa	/	32 knots	inland waters (fjords)	FCH + battery	high-end carbon fibre mono-hull	600 kg 350bar compressed H2
#8	launched (2011)	ferry (600 pax)	New York Hornblower Hybrid	All American Marine, Director	LOA 47 m Beam 12 m	7 knots	inland city waters (New York)	Hybrid (Diesel/PEM FC + battery)	steel mono-hull	liquid H2
#9	concept (2021)	fast ferry (150 pax)	SF-ARREFE	Sandia National Laboratories	LOA 33 m Beam 10 m	35 knots	/	PEM FC (120 kW) + battery	aluminium multi-hull	1200 kg liquid H2 stored in a single Type C vessels
#10	feasibility study	luxury cruise ship (300 pax, 100 crew)	MIM130	Northern Explorer	/		inland fjords waters	FCH + battery	steel mono-hull	/
#11	feasibility study	cruise ship	/	/	/		/	/	steel mono-hull	/
#12	feasibility study (2017)	cruise ship (900 pax, 500 crew)	/	/	LOA 230 m	-	ocean going ship	FCH + battery	steel mono-hull	liquid H2
#13	ongoing (expected for 2023)	cruise ship (640 pax)	Havila fleet vessel	Iensen Shipyard	LOA 170 m Beam 20 m	16 knots	coastal area (Norway's fjords)	FCH + battery	steel mono-hull	liquid H2
#14	ongoing (2019)	rehabilitated cruise ship (652 pax, 1646 crew)	Po-X-eif2 (onboard AIDA Navis)	Carnival Corporation - AIDA cruises	LOA 337 m Beam 42 m	17 kots	ocean going ship	PEM FC + battery	steel mono-hull	H2 obtained from methanol

tab. 01

tab. 01  
Casi studio analizzati

sità, navi da crociera di grandi dimensioni richiedono studi di fattibilità e progetti che tengono in considerazione ogni variabile, mentre le piccole dimensioni delle imbarcazioni dello scenario *Small* permettono di modificare unità già esistenti, andando tuttavia a discapito di alcuni fattori. Le modalità di approccio al progetto emerse in questo studio evidenziano la centralità del ruolo che i progettisti hanno nella scelta della strategia più corretta da mettere in campo, in relazione della tipologia di imbarcazione o nave che sono chiamati a progettare.

### Limiti attuali e prospettive future

La novità del tema e le difficoltà nel reperimento di informazioni rappresentano, ad oggi, limiti fisiologici della ricerca presentata. Le prospettive future si basano su un ampliamento dei casi studio e su un approfondimento delle informazioni ad essi relative. Inoltre, la fase di desk research potrà essere affiancata a interviste rivolte a esperti del settore energetico e navale, ed esperimenti progettuali come quelli che il progetto e-SHyIPS mira a portare a termine. Grazie all'analisi condotta e a quelle che seguiranno, l'obiettivo è fornire ai progettisti uno strumento utile durante le fasi dei design loop per gerarchizzare le variabili del progetto espresse nella *yacht design spiral* e le relazioni fra nessi esistenti, al fine di integrare in un unico sistema simbiotico e circolare le nuove tecnologie propulsive con tutti gli elementi caratterizzanti dell'imbarcazione.

### NOTE

[1] <https://www.transportenvironment.org/challenges/ships/ship-air-pollution/> [5 dicembre 2021]

[2] Lo *user-centered design* (UCD), è una strategia che mette al centro il punto di vista e le esigenze dell'utente. Si tratta di un processo composto da più attività, basate sull'iterazione di diversi strumenti di analisi, progettazione e verifica.

[3] Il progetto e-SHyIPS, accordo di sovvenzione numero 101007226, è finanziato dall'Unione Europea nel programma Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (JU), sostenuto dal programma Horizon 2020.

### REFERENCES

- Masini Barbieri Eleonora, *Why future studies?*, London, Grey Seal, **1993**, pp. 156
- Larsson Lars, Eliasson Rolf, Orych Michal, *Principles of yacht design*, London, Adlard Coles Nautical, **1994**, pp. 352
- Manzini Ezio, Bertola Paola (a cura di), *Design multiverso. Appunti di fenomenologia del design*, Milano, POLI. Design, **2004**, pp. 252
- Van der Heijden Kees, *Scenarios: The Art of Strategic Conversation*, Hoboken, Wiley, **2004**, pp. 356
- Rubin Jeffrey, Chisnell Dana, *Handbook of Usability Testing*, Hoboken, Wiley, **2008**, pp. 384
- Buijs Jan, *The Delft Innovation Method; a design thinker's guide to innovation*, The Hague, Eleven International Publishing, **2012**, pp. 118
- Chambers, Jhon; Cleveland, William; Kleiner, Beat; Tukey, Paul; *Graphics Methods for Data Analysis*, New York, Chapman and Hall/CRC, **2017**, pp.131
- Bionda Arianna, *Toward a Yacht Design 4.0. How the new manufacturing models and digital technologies [could] affect yacht design practices*, in Rampino Lucia, Maiani Ilaria, *Design Research in the digital Era*, Milano, Franco Angeli International Design International, **2020**, pp. 91-107

