Prof. Ing. Alfredo Liverani
alfredo.liverani@unibo.it

cleanPort

Ricerca, innovazione e sostenibilità per le città marittime

Clean Port

Progetto di ricerca industriale per la sostenibilità energetica e la riduzione dell'inquinamento delle aree portuali.

Obiettivi di progetto

- Progettazione e test di prototipi in scala ridotta di motori navali basati su tecnologia ***LNG (Liquified Natural Gas)***
- Progettazione di sistemi di produzione, compressione, liquefazione e stoccaggio di ***LNG*** per utenze navali a spostamenti brevi.
- Progettazione di un'infrastruttura innovativa ibrida nel porto di Ravenna - ***Green Ironing***

Clean Port: partecipanti

Regione Emilia Romagna

- Rete dell'Alta Tecnologia - Ambito del **POR-FESR 2014-2020**

Università di Bologna

- CIRI – MAM (Centro Interdipartimentale per la Ricerca Industriale – Meccanica Avanzata e Materiali)
- Tecnopolo della Nautica – RAVENNA
- CIRI – EA (Centro Interdipartimentale per la Ricerca Industriale Energia e Ambiente)

CIFLA

- Centro per l'Innovazione della *Fondazione Flaminia*

Imprese operanti sul territorio

- Rosetti Marino, GESMAR, Graf, Autorità di Sistema Portuale del
- Mare Adriatico centro-settentrionale, Start Romagna ed Ecomotive Solutions

Inquinamento da unità navali in porto

Mercantile medio:
potenza installata = 24 MW

Potenza richiesta dagli utilizzatori a nave ormeggiata in porto (gru, illuminazione, nastri trasportatori, pompe….) = 2 MW

I motori quindi rimangono accesi sempre!

Combustibile = olio pesante

Cold Ironing

Recentemente sono stati realizzati alcuni progetti pilota che prevedono il **Cold Ironing**.

Ovvero lo spegnimento dei motori delle navi in porto a fronte di un supporto elettrico fornito in banchina.

L'esperienza dei primi tre porti al mondo (Goteborg, Los Angeles, Juneau) che stanno impiegando impianti di *cold ironing* non sono però del tutto soddisfacenti.

La banchina elettrificata per potenze nell'ordine dei Megawatt presenta costi di infrastruttura per nave in sosta elevatissimo.

«Green Ironing»

Proposta di alimentazione a LNG per le unità navali in manovra e in sosta in porto in modo da tenere accesi i motori, ma con un bassissimo impatto ambientale.

PRO

- Nessuna infrastruttura elettrica costosa
- Adattamento della motorizzazione e non sostituzione
- Possibilità di produrre gas naturale da biomasse (che contribuirà alla riduzione della quota energetica non rinnovabile)

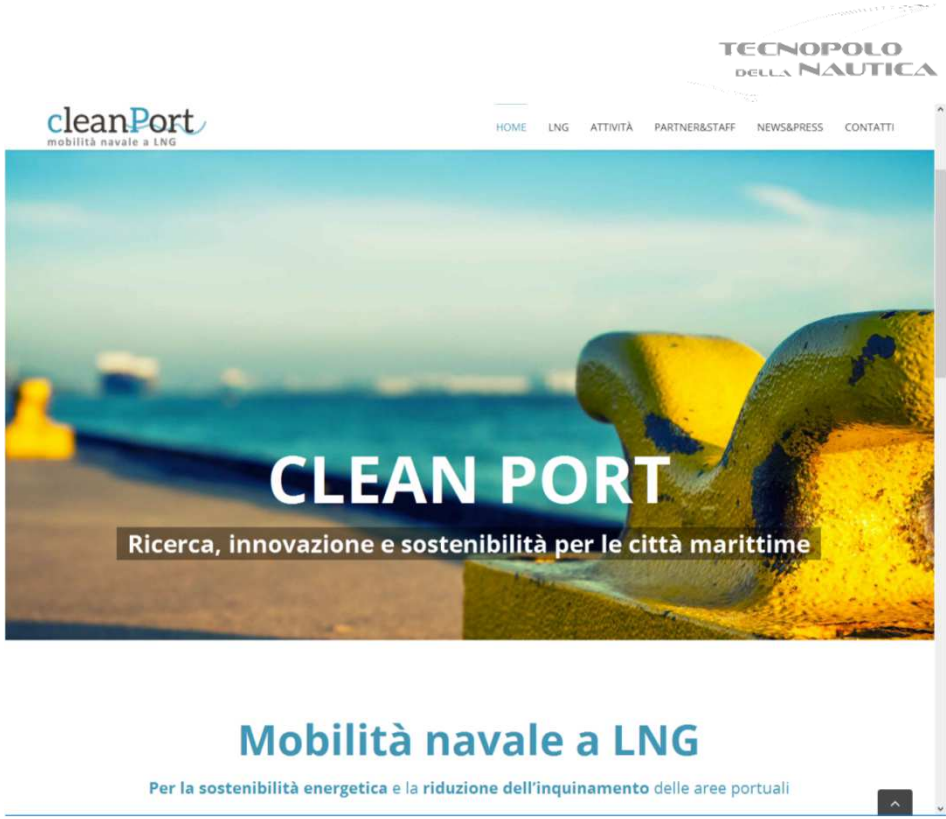
«Green Ironing»

CONTRO

- Necessità di rifornimento di LNG in banchina
- Installazione di serbatoi a bassa temperatura a bordo
- Norme più complesse per l'impiego dell'LNG a bordo e in banchina

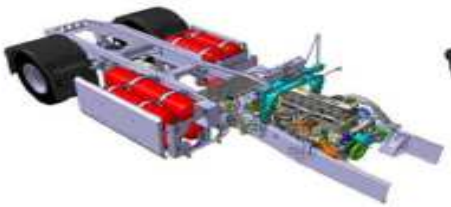
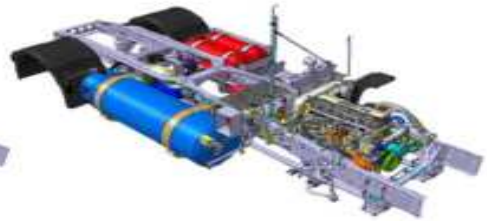
Clean Port: le attività previste

OR0	**Coordinamento e gestione del progetto**
OR1	**Progettazione e sviluppo di una infrastruttura per LNG navale**
OR2	**Produzione di gas naturale da biomasse**
OR3	**Metodologie efficienti per la produzione di LNG**
OR4	**Stoccaggio di LNG a bordo**
OR5	**Attività di diffusione e disseminazione dei risultati**



LNG - *Liquified Natural Gas*
Combustibile a basso impatto ambientale

Confronto con le altre forme/tipologie di combustibili attualmente impiegati

		CNG	LNG
SPECIFIC MASS	1 liter = 0,83kg (25°C, 1 bar)	1 liter = 0,14 kg (25°C, 200 bar)	1 liter = 0,36 kg (-130°C, 10bar)
CONSUMPTION	31 l /100km	28 kg / 100km	28 kg / 100km
RANGE (km)	950 km (300 liter)	320 km (720 liter CNG)	770 km (280 CNG + 510 NG)
			

LNG - Liquified Natural Gas
Combustibile a basso impatto ambientale

VANTAGGI

- Riduzione delle emissioni degli ossidi di zolfo/azoto (regolamentazione europea - direttiva 2012/33/EU)
- Maggiore combustibile imbarcato a parità di volume
- Costi della materia prima competitivi rispetto alle altre
- Forme/tipologie di combustibili impiegati

SVANTAGGI

- Implementazione/diffusione della tecnologia limitata dagli elevati costi iniziali d'investimento.
- Regolamentazione/normativa per le piccole utenze navali (piccoli traghetti e ro-ro ferries...) assente o non completamente definita.

LNG - Liquified Natural Gas

Applicazioni in campo terrestre

- Trasporto pesante su gomma (in USA e Europa)

LNG - Liquified Natural Gas

Problematiche:

- Stoccaggio a bassissima temperatura (-130° C)
- Complessità tecnica di costruzione dei serbatoi
- Necessità di riscaldamento del gas per il consumo (prima di inviare il gas in camera di combustione).

Il prototipo in scala

Presentato a **START Romagna** lo studio di fattibilità tecnico/gestionale/economica al fine di integrare il motore alimentato ad LNG nel traghetto.

Mototraghetto **BALENO - RA 3770:**

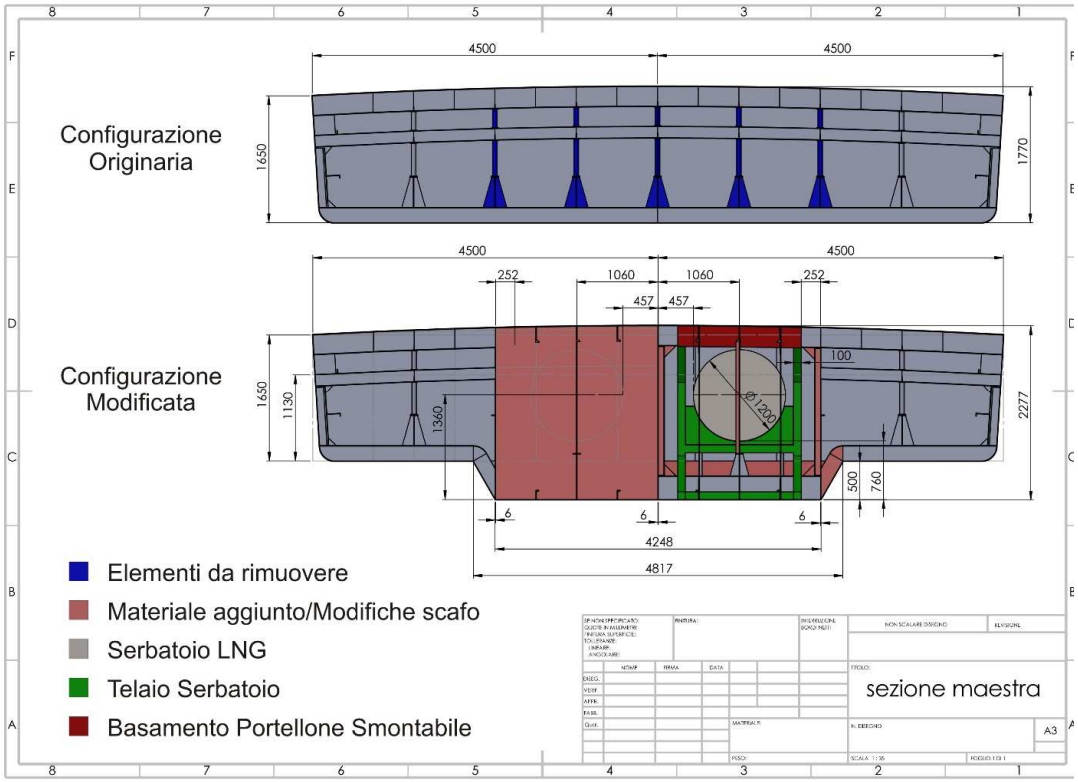
- **Operatività media** = 33000 attraversamenti/anno
- **Capacità oraria** = circa 160 auto e 800 pedoni ogni ora
- **Consumo medio/stimato** = 11 m3 di combustibile/3 settimane
- **Lunghezza** = 35,5 m
- **Unità motrici** = Motori AIFO 220CV@2200rpm x 2

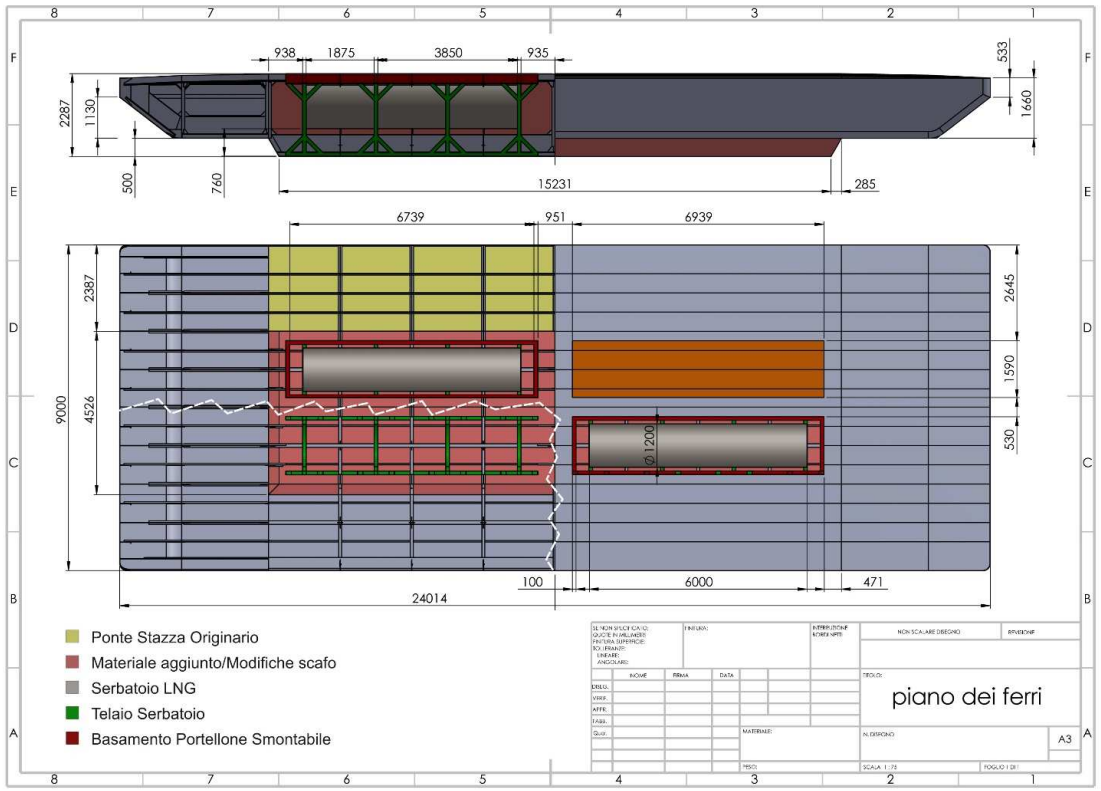
Il prototipo in scala

Trasformazione ad LNG del mototraghetto Baleno di proprietà di Start Romagna che opera lungo il Canale Candiano collegando Porto Corsini - Marina di Ravenna.

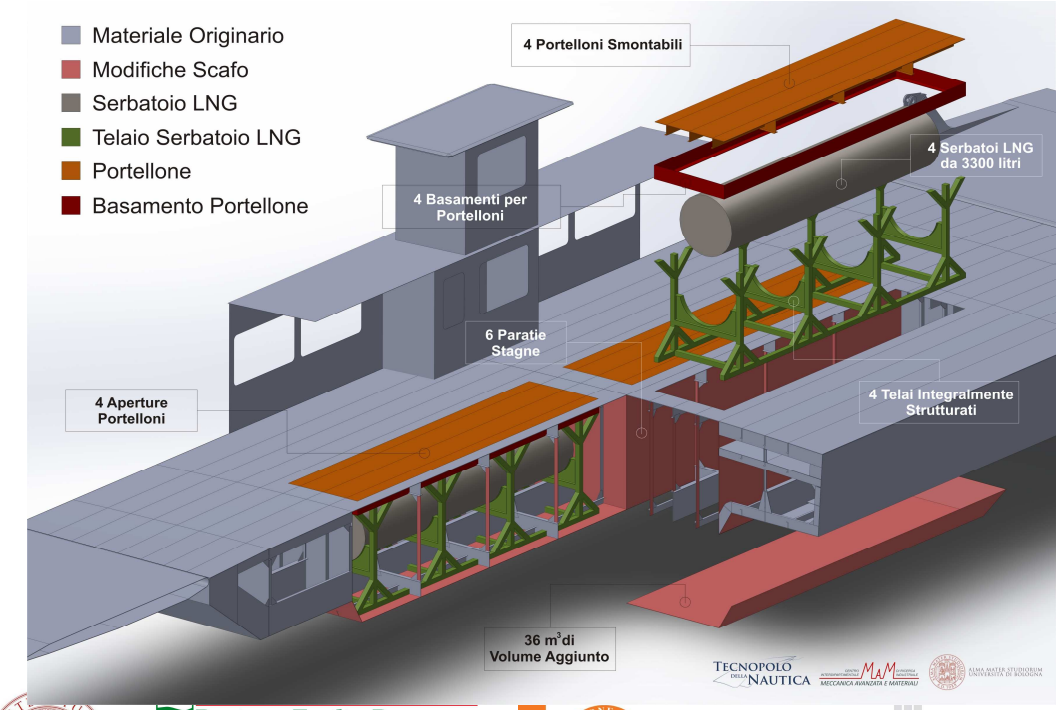
Il progetto quindi permette di contenere i costi in modo significativo rispetto al campo navale, pur potendo sperimentare sia le problematiche di installazione a bordo, sia quelli di approvvigionamento e stoccaggio del gas liquefatto in banchina.

Il Baleno ad LNG





Ipotesi di trasformazione scafo



- **4 Aperture** sul ponte coperta per consentire l'installazione dei serbatoi LNG.
- Installazione di **4 Portelloni smontabili** per consentire lo stoccaggio dei serbatoi ed eventuali ispezioni future.
- **Rimozione di 2 tons** di materiale originario (tra cui una porzione del ponte stazza ed irrigidimenti longitudinali, trasversali e verticali).
- Inserimento di **4 Telai** da integrare strutturalmente con lo scafo.
- Interventi di tipo strutturale (inserimento di **6 paratie** ed ulteriori irrigidimenti).

Bilancio costi/pesi/prestazioni

PESI:

- **5 tons** di materiale aggiunto (tra cui serbatoi, telai, modifiche scafo, irrigidimenti)

PRESTAZIONI:

- Autonomia di **1 settimana** (stimata in base ad una operatività media di 19h/giorno)

COSTI:

- **500mila €** di investimento (trasformazione scafo, serbatoi e conversione motori)

Ricercatori

Alfredo Liverani, alfredo.liverani@unibo.it

Gian Maria Santi (assegnista di ricerca)

Eugenio Nisini (contrattista di ricerca)

Carmelo Amoruso (assegnista di ricerca)

Francesco Osti (dottorando)

Enrico Villani (assegnista di ricerca)

Daniele Gentili (assegnista di ricerca)

Prof. Ing. Alfredo Liverani

Tecnopolo della Nautica
CIRI – MAM - UniBO

alfredo.liverani@unibo.it

DIN – School of Engineering and Architecture
University of Bologna

http://www.cleanportravenna.it/

http://www.tecnopolonautico.it