



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

DIPARTIMENTO INGEGNERIA INDUSTRIALE E SCIENZE

MATEMATICHE

**Corso di Laurea magistrale in ingegneria meccanica
(dm.270/04)**

**Analisi dei costi/tempi/ prestazioni sull'ingegnerizzazione di
soluzioni legate al product life-cycle nella progettazione di
yatch semi-seriali**

**Cost/time/performance analysis on the engineering of
solutions related to the product life-cycle in the design of
semi-serial yachts**

Relatore: Chiar.mo/a

Prof. Michele Germani

Correlatore:

Ing. Carlo Maria Baldassari

Tesi di Laurea di:

Andrea Marchionne

A.A. 2023/ 2024

INDICE

INTRODUZIONE	2
1. IL CANTIERE CRN	3
Infrastrutture del Cantiere CRN	3
Processo Produttivo del CRN	4
Attività e Servizi Offerti	6
Innovazione e Sostenibilità	7
2. ELEMENTI DI UNO YATCH	8
3. FASI DEL CICLO VITA DI UNO YATCH	16
3.1 Fase di Acquisizione Commessa (Pre-contrattuale)	19
3.2 Fase di avvio (post-contrattuale)	28
3.3 Fase di Sviluppo del Prodotto	30
3.4 Fase di Produzione e Consegna	33
3.5 Fase di Garanzia e Assistenza Post-Vendita	35
4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE.....	36
4.1 che cosa significa industrializzare un prodotto	36
4.1 Posizione della plancia di comando	48
4.2. Fasi di Avanzamento	58
4.3 Modifiche Strutturali alla Matricola N°1	64
4.3.1 Modifica delle Battute dei Vetri	65
4.3.2 Posizionamento dei Gas di Scarico	67
4.3.3 Installazione delle Bombole Novec	69
4.4 Optional attivabili	71
4.4.1 Ascensore	72

4.4.2 Sala macchine e impianti Scr	73
4.4.3 Corazze vetri yatch.....	77
5. RISULTATI E DISCUSSIONI.....	92
6. CONCLUSIONI	105
BIGLIOGRAFIA	107

INTRODUZIONE

In questo studio si è affrontata un'Analisi dei costi/tempi/ prestazioni dell'ingegnerizzazione di soluzioni legate al product life-cycle nella progettazione di yacht semi-seriali. In particolare, si è riportato il lavoro svolto durante un tirocinio curriculare di 4 mesi presso il gruppo Ferretti, per la precisione nello studio tecnico del CRN, durante il quale si è analizzato il processo produttivo di uno yacht semi-seriale.

Lo yacht che è stato oggetto di questo studio è il CL50 marchiato Custom line. Questo è il primo progetto di uno yacht di queste dimensioni che verrà realizzato in più esemplari.

L'obiettivo di questo studio è stato valutare i vantaggi e le criticità che si presentano passando da una produzione completamente customizzata a cui era solito il cantiere, a una produzione seriale.

La prima matricola di questo yacht è stata varata a giugno 2024 mentre la seconda è in fase di produzione. Pertanto, al termine di questa analisi sono stati stimati i tempi e costi che il cantiere potrà risparmiare al termine del progetto.

1. IL CANTIERE CRN

Il cantiere CRN (Costruzioni e Riparazioni Navali) è stato fondato nel 1963 ad Ancona, in Italia. Parte del Gruppo Ferretti, CRN si è affermato come uno dei leader mondiali nella costruzione di superyacht personalizzati in acciaio e alluminio, riconosciuti per l'alta qualità, l'attenzione ai dettagli e la capacità di realizzare yacht su misura secondo le specifiche esigenze dei clienti.



Figura 1: cantiere CRN Ancona

Infrastrutture del Cantiere CRN

Il cantiere CRN di Ancona si estende su una superficie di circa 80.000 metri quadrati, di cui 33.000 coperti. Le strutture includono:

- **Bacini di Costruzione:** Il cantiere dispone di vari bacini di costruzione capaci di ospitare yacht fino a 90 metri di lunghezza. Questi bacini sono dotati di attrezzature moderne per la lavorazione dei materiali e l'assemblaggio delle strutture navali. La capacità di lavorare con acciaio e alluminio consente al CRN di costruire scafi robusti e sovrastrutture leggere ed efficienti.

1. IL CANTIERE CRN

- **Officine di Lavorazione:** Il cantiere dispone di officine specializzate per la lavorazione dell'acciaio e dell'alluminio, materiali principali per la costruzione di yacht di lusso. Le officine sono equipaggiate con macchinari all'avanguardia per il taglio, la saldatura e la formatura dei metalli, inclusi tagliatori laser, piegatrici e saldatrici automatizzate.
- **Capannoni di Verniciatura:** Il cantiere è dotato di capannoni dedicati alla verniciatura, con sistemi di controllo della temperatura e dell'umidità per garantire finiture di alta qualità. La verniciatura degli yacht in alluminio richiede tecniche specifiche per garantire aderenza e durabilità nel tempo.
- **Postazioni di Allestimento:** Le postazioni di allestimento sono equipaggiate per l'installazione degli impianti di bordo, degli arredi e delle finiture interne ed esterne. Ogni yacht viene allestito secondo le specifiche del cliente, con un focus particolare sul design e sui dettagli artigianali.
- **Marina Interna:** Una marina interna consente di testare gli yacht in acqua e di effettuare prove di navigazione e funzionamento dei vari sistemi di bordo prima della consegna finale. Questa infrastruttura è essenziale per garantire che ogni yacht soddisfi gli standard di qualità e prestazioni richiesti.

Processo Produttivo del CRN

Il processo produttivo del cantiere CRN è altamente specializzato e segue diverse fasi chiave:

1. **Progettazione e Design:** Ogni progetto inizia con una fase di progettazione dettagliata, durante la quale vengono definiti il layout, le specifiche tecniche e il design degli interni ed esterni. CRN

1. IL CANTIERE CRN

collabora con designer e architetti navali di fama mondiale per creare yacht unici e innovativi. L'uso di software CAD e tecnologie di modellazione 3D consente di visualizzare e ottimizzare ogni dettaglio prima della costruzione.

2. **Costruzione dello Scafo:** La costruzione dello scafo avviene nei bacini di costruzione. L'acciaio e l'alluminio vengono tagliati, modellati e saldati per formare la struttura principale dello yacht. L'acciaio viene generalmente utilizzato per lo scafo grazie alla sua resistenza e durabilità, mentre l'alluminio, più leggero, è spesso impiegato per le sovrastrutture per migliorare le prestazioni e ridurre il peso complessivo.
3. **Assemblaggio delle Sovrastrutture:** Dopo la costruzione dello scafo, vengono assemblate le sovrastrutture in alluminio. Questa fase richiede una stretta coordinazione tra i diversi reparti del cantiere per assicurare che tutte le componenti si integrino perfettamente. L'uso dell'alluminio permette una maggiore flessibilità nel design e contribuisce a migliorare l'efficienza energetica dello yacht.
4. **Allestimento Interno ed Esterno:** Gli interni e gli esterni dello yacht vengono allestiti secondo le specifiche del cliente. Questo include l'installazione degli impianti elettrici e idraulici, dei sistemi di navigazione, degli arredi e delle decorazioni. CRN utilizza materiali di altissima qualità e si avvale di artigiani esperti per garantire un risultato impeccabile. Ogni dettaglio, dagli arredi su misura ai rivestimenti pregiati, viene curato con la massima attenzione.
5. **Finitura e Verniciatura:** Dopo l'allestimento, lo yacht passa alla fase di finitura e verniciatura. Le superfici vengono levigate e verniciate per ottenere una finitura perfetta, resistente agli agenti atmosferici e

all'usura. La verniciatura degli yacht in alluminio richiede tecniche specifiche per garantire aderenza e durabilità nel tempo.

6. **Prove e Collaudo:** Prima della consegna finale, lo yacht viene sottoposto a una serie di prove e collaudi in acqua per verificare il funzionamento di tutti i sistemi e le prestazioni dell'imbarcazione. Questo include prove di navigazione, test dei motori, e verifica dei sistemi di sicurezza e comfort di bordo.

Attività e Servizi Offerti

Oltre alla costruzione di nuovi yacht, il cantiere CRN offre una gamma di servizi aggiuntivi:

- **Refit e Manutenzione:** Il cantiere esegue lavori di refit e manutenzione su yacht esistenti, migliorando o aggiornando le strutture e i sistemi di bordo. Questo servizio è fondamentale per mantenere gli yacht in condizioni ottimali e per allungarne la vita operativa.
- **Servizi Post-Vendita:** CRN fornisce un supporto post-vendita completo, assistendo i clienti in tutte le fasi di vita dello yacht, dalla manutenzione ordinaria alle riparazioni straordinarie.
- **Customizzazione:** Ogni yacht CRN è altamente personalizzato. I clienti possono scegliere tra una vasta gamma di opzioni per quanto riguarda layout, materiali, arredi e sistemi tecnologici.
- **Supporto Tecnico e Logistico:** CRN offre supporto tecnico e logistico durante tutte le fasi di costruzione e utilizzo dello yacht, garantendo che tutte le esigenze del cliente siano soddisfatte.

Innovazione e Sostenibilità

CRN è impegnato nell'innovazione e nella sostenibilità. Utilizza tecnologie avanzate per migliorare l'efficienza energetica degli yacht e ridurre l'impatto ambientale. Questo include l'adozione di sistemi di propulsione ibrida, l'uso di materiali sostenibili e la gestione efficiente delle risorse durante il processo di costruzione. Inoltre, il cantiere sta investendo in ricerca e sviluppo per implementare soluzioni innovative che migliorino le prestazioni e la sostenibilità degli yacht.

2. ELEMENTI DI UNO YATCH

Lo scafo della nave è una superficie complessa, generalmente non rappresentabile mediante un'equazione. Per questo motivo, esso viene rappresentato per mezzo di sezioni ottenute con tre fasci di piani paralleli ortogonali tra loro. Prima di illustrare questa forma di rappresentazione della carena, è necessario passare in rassegna la terminologia utilizzata per descrivere lo scafo della nave.

Terminologia e definizioni principali

- **Nave (Ship):** Un galleggiante progettato per muoversi sulla superficie del mare, dotato di mezzi di propulsione e governo propri. Le navi possono essere utilizzate per vari scopi, tra cui il trasporto di merci, passeggeri e attività militari. Una nave è costruita per resistere alle condizioni marine e include vari sistemi per la navigazione, la propulsione e la gestione delle operazioni a bordo.
- **Scafo (Hull):** La parte della nave che costituisce il corpo impermeabile e resistente. Lo scafo è essenziale per garantire la galleggiabilità della nave. Esso è progettato per resistere alle forze esterne, come le onde e il vento, e per minimizzare la resistenza all'avanzamento. Generalmente, lo scafo è diviso in due parti uguali da un piano di simmetria, che assicura stabilità e bilanciamento.

2. ELEMENTI DI UNO YATCH

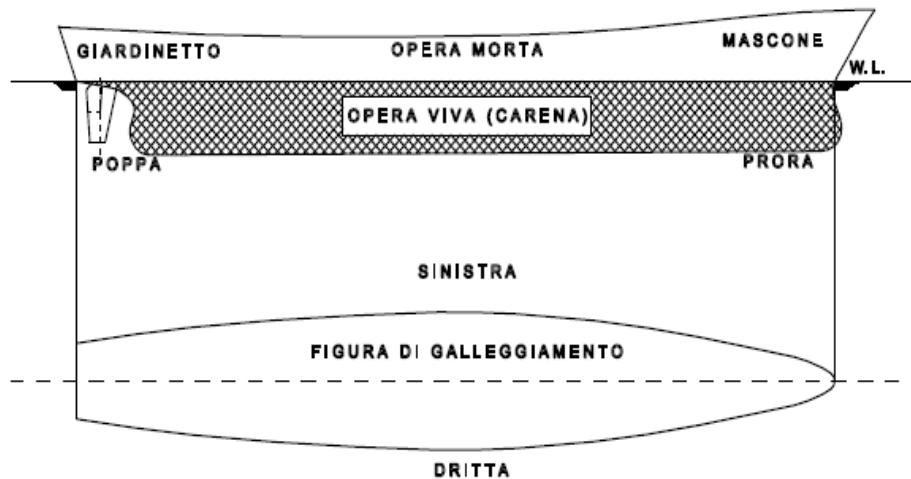


Figura 2: scafo di una nave

- **Prora (o prua) (Head/Bow):** L'estremità anteriore dello scafo, progettata per fendere l'acqua durante la marcia avanti. La prora può avere varie forme, a seconda del tipo di nave e delle sue necessità operative, come la prora bulbosa, che riduce la resistenza dell'acqua e migliora l'efficienza energetica.
- **Poppa (Stern):** L'estremità posteriore dello scafo. La poppa ospita spesso il sistema di propulsione e governo della nave, inclusi i timoni e le eliche. La forma della poppa può variare per migliorare la manovrabilità e la stabilità della nave.
- **Poppiero (After/Astern):** Riferito a ciò che si trova verso la poppa. È un termine usato per indicare la posizione relativa di strutture o componenti rispetto alla poppa della nave.
- **Lato sinistro (Port side):** La parte della nave situata a sinistra del piano di simmetria quando si guarda verso prora. È identificata da luci di navigazione rosse per garantire sicurezza in mare.
- **Lato dritto (Starboard side):** La parte della nave situata a destra del piano di simmetria quando si guarda verso prora. È identificata da luci di navigazione verdi.

2. ELEMENTI DI UNO YATCH

- **Carena o Opera viva (Hull/Quick-works):** La parte dello scafo che si trova al di sotto dell'acqua, direttamente esposta alle forze idrodinamiche. La carena è progettata per ridurre la resistenza dell'acqua e migliorare le prestazioni della nave. La sua forma può variare considerevolmente, influenzando la velocità, la stabilità e la manovrabilità della nave.
- **Opera morta (Topside/Dead-works):** La parte dello scafo che si trova al di sopra dell'acqua, esposta all'aria. Questa parte protegge le strutture interne e l'equipaggio dagli elementi esterni. L'opera morta include i ponti, le sovrastrutture e altre componenti al di sopra della linea di galleggiamento.
- **Mascone (Bow Loof):** Parte prodiera dell'opera morta, che si trova nella zona anteriore dello scafo, sopra la linea di galleggiamento. Il mascone è importante per la resistenza al vento e può influenzare il comportamento della nave in condizioni di mare mosso.
- **Giardinetto (Quarter):** Parte poppiera dell'opera morta, situata nella zona posteriore dello scafo, sopra la linea di galleggiamento. Il giardinetto è una zona critica per la manovrabilità della nave, specialmente durante le operazioni di attracco.

La nave si distingue da un galleggiante generico poiché possiede quasi sempre un piano di simmetria, cioè un piano longitudinale e verticale rispetto al quale la carena è simmetrica. La gondola veneziana è uno dei rari esempi di opera viva asimmetrica; questa asimmetria è dovuta al particolare tipo di propulsione che impedirebbe ad uno scafo simmetrico di procedere in linea retta. Più frequentemente l'opera morta può essere asimmetrica, generalmente in conseguenza di particolari necessità operative della nave.

2. ELEMENTI DI UNO YATCH

Dal momento che la nave può risultare più o meno immersa in conseguenza del carico che essa porta, si definisce una condizione di carico particolare detta condizione di progetto, che viene assunta come base per la progettazione. Le definizioni di carena e opera morta fanno riferimento a questa condizione.

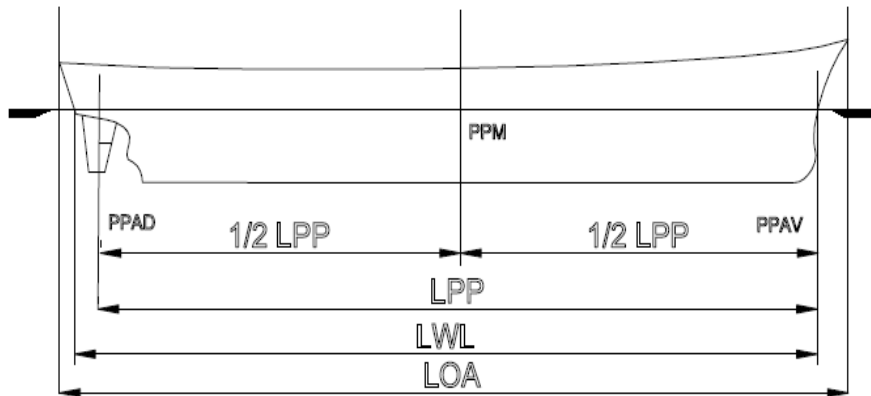


Figura 3: elementi di una nave.

- **Piano di galleggiamento (Water plane):** La superficie di separazione tra la parte immersa e la parte emersa dello scafo. Definisce il livello del fluido sul quale la nave galleggia. Il piano di galleggiamento è cruciale per determinare la stabilità e l'assetto della nave in acqua.
- **Linea di galleggiamento o linea d'acqua (Water line):** L'intersezione del piano di galleggiamento con la superficie dello scafo. La linea di galleggiamento varia in funzione del carico e delle condizioni operative della nave.
- **Linea di galleggiamento di progetto (Design water line, DWL):** L'intersezione del piano di galleggiamento con la superficie dello scafo quando la nave si trova nella condizione di carico di progetto. Questa linea è utilizzata come riferimento durante la progettazione per assicurare che la nave abbia le prestazioni previste.

2. ELEMENTI DI UNO YATCH

- **Figura di galleggiamento:** La superficie racchiusa dalla linea di galleggiamento. Questa figura è utilizzata per calcolare parametri idrostatici come il centro di galleggiamento e il volume dislocato.
- **Fasciame (Plating/Shell):** L'insieme delle lamiere che costituiscono lo scafo. Il fasciame è essenziale per la struttura e l'impermeabilità della nave. Esso può essere realizzato in vari materiali, tra cui acciaio, alluminio o materiali compositi.
- **Orlo del fasciame:** L'estremità superiore del fasciame dello scafo, situata in prossimità dell'intersezione tra il fianco e il ponte di coperta. Questa zona è critica per l'integrità strutturale e la tenuta stagna dello scafo.
- **Superficie fuori ossatura (o superficie entro fasciame) (Moulded surface):** La superficie interna del fasciame che viene a contatto con le strutture di rinforzo. Questa superficie è importante per la resistenza e la rigidità complessiva dello scafo.
- **Ponte (Deck):** Superficie che si estende da murata a murata e suddivide il volume interno allo scafo in zone sovrapposte. I ponti possono essere estesi a tutta la lunghezza della nave o interessarne solo una parte. I ponti sono fondamentali per la distribuzione del carico e per fornire spazi abitabili e operativi. Il ponte è il pavimento dell'unità navale e viene definito come un ordine di bagli fasciato. I ponti possono essere continui o discontinui (copertini) a seconda che siano lunghi quanto lo scafo o più corti. Il ponte principale è il più robusto dell'unità ed è un ponte continuo; il ponte di coperta è il ponte continuo più elevato, ed il ponte di Bordo Libero è il ponte continuo più elevato munito di aperture stagne.
- **Copertino (Flat):** Ponte di estensione longitudinale molto modesta, utilizzato spesso per separare compartimenti interni o per fornire superfici di lavoro specifiche.

2. ELEMENTI DI UNO YATCH

- **Ponte di coperta o Coperta (Main deck/Upper deck):** Ponte che rappresenta la chiusura dello scafo verso l'alto. Esso può presentare, specialmente nelle navi più vecchie, una doppia curvatura che favorisce il deflusso fuoribordo dell'acqua di mare eventualmente imbarcata.
- **Sovrastrutture:** Tutte le strutture al di sopra del ponte principale. Le sovrastrutture possono essere complete o incomplete, a seconda che si estendano da prua a poppa o siano più corte dello scafo. Le sovrastrutture incomplete prendono il nome di casseri se sono larghe quanto lo scafo e tughe se sono più strette dello scafo.
- **Piano longitudinale di simmetria (Piano diametrale):** Il piano di simmetria è individuato dall'asse longitudinale e dall'asse verticale e divide lo scafo in due parti simmetriche, parte dritta e parte sinistra.
- **Piano trasversale:** Il piano trasversale è individuato dall'asse trasversale e dall'asse verticale e divide lo scafo in due parti: la parte prodiera e la parte poppiera.
- **Piano orizzontale:** Il piano orizzontale è individuato dall'asse longitudinale e dall'asse trasversale e divide lo scafo in due parti: la parte superiore e la parte inferiore.
- **Linea di insellatura:** Proiezione sul piano di simmetria della linea di intersezione del ponte di coperta con le murate. Questa linea è importante per la progettazione della forma dello scafo e per l'analisi della sua stabilità longitudinale.
- **Insellatura (Sheer):** La distanza tra la linea d'insellatura e la traccia del piano di galleggiamento tangente all'intersezione tra ponte e murate. L'insellatura varia lungo la lunghezza della nave, essendo maggiore alle estremità prodiera e poppiera e minore verso la mezzeria. Essa contribuisce a migliorare la navigabilità e a prevenire l'ingresso di acqua sul ponte.

2. ELEMENTI DI UNO YATCH

- **Bolzone (Camber):** La distanza misurata nel piano di simmetria tra il ponte di coperta e la retta del baglio. Il bolzone è maggiore al centro della nave e diminuisce verso le estremità, contribuendo al deflusso dell'acqua dal ponte e migliorando la rigidità strutturale.
- **Fianco o Murata (Ship side):** La parte dello scafo che ne rappresenta la chiusura laterale. La murata fornisce protezione e supporto strutturale, contribuendo alla resistenza complessiva della nave.
- **Fondo (Bottom):** La parte inferiore dello scafo che ne rappresenta la chiusura inferiore. Nella parte centrale della nave, il fondo può essere piano orizzontale o inclinato, influenzando la stabilità e la capacità di carico della nave.
- **Ginocchio (Bilge):** La parte dello scafo che raccorda il fianco e il fondo. Il ginocchio è critico per la resistenza strutturale e per la stabilità della nave. Spesso è rinforzato per sopportare le sollecitazioni idrostatiche e dinamiche.
- **Perpendicolare Avanti (Fore Perpendicular, FP):** Retta verticale appartenente al piano di simmetria, passante per l'intersezione tra il piano di galleggiamento di progetto e la superficie interna del fasciame della prora. È un punto di riferimento importante per le misure longitudinali e per la progettazione della nave.
- **Perpendicolare Addietro (Aft Perpendicular, AP):** Retta verticale appartenente al piano di simmetria, passante per l'asse di rotazione del timone. Questo punto di riferimento è utilizzato per le misurazioni e la progettazione delle strutture posteriori della nave.
- **Perpendicolare al Mezzo (Midship Perpendicular, MP):** Retta verticale appartenente al piano di simmetria, equidistante dalle

2. ELEMENTI DI UNO YATCH

perpendicolari avanti e addietro. Questo punto è cruciale per il bilanciamento e la distribuzione del carico lungo la nave.

Ulteriori Termini e Concetti

- **Baglio (Beam):** Struttura trasversale dello scafo che collega le due murate opposte. I bagli sono fondamentali per la rigidità strutturale del ponte e dello scafo, distribuendo il carico in modo uniforme.
- **Paramezzale (Keel):** Elemento longitudinale inferiore dello scafo, che corre lungo la linea centrale del fondo, conferendo robustezza strutturale. Il paramezzale è l'elemento principale che fornisce supporto longitudinale e resistenza alla nave.
- **Chiglia (Keel):** Parte inferiore dello scafo che fornisce stabilità direzionale. La chiglia è essenziale per mantenere la rotta della nave e per migliorare la stabilità in condizioni di mare agitato.
- **Ordinata (Frame):** Struttura trasversale che conferisce forma e rigidità allo scafo. Le ordinate sono disposte lungo la lunghezza della nave e supportano il fasciame, contribuendo alla resistenza complessiva della struttura.
- **Costole:** Le costole, anche chiamate coste, ordinate, corbe o quinti, costituiscono i più importanti pezzi strutturali trasversali. Esse vengono incastrate a mezzo dente sulla chiglia e danno forma e resistenza allo scafo.
- o **Parti della Costola:** Le costole, distanziate da uno spazio chiamato maglia, sono formate da una parte centrale pressoché orizzontale che si collega alla chiglia, chiamata madiere; da due parti ricurve, una a dritta e una a sinistra, chiamate ginocchi o staminali; e da due parti verticali che prendono il nome di scalmi. Madiere, ginocchi e scalmi sono uniti con incastro a palella.

3. FASI DEL CICLO VITA DI UNO YATCH

Il ciclo di vita di una commessa navale, noto anche come "Processo Nave", rappresenta l'insieme delle fasi che caratterizzano la realizzazione di un'unità navale. Questo processo è suddiviso in diverse tappe fondamentali, ciascuna delle quali gioca un ruolo cruciale nel garantire il successo del progetto complessivo.

Nel mercato globale della costruzione navale, mantenere la capacità di creare valore nel tempo è estremamente complesso. Questa difficoltà è amplificata da vari fattori, tra cui:

- **Riduzione dei budget economici:** La continua riduzione dei budget disponibili per l'acquisizione di unità navali comporta la necessità di ridurre i costi di commessa.
- **Riduzione dei tempi di consegna:** Vi è una crescente riduzione del time to market, ovvero il tempo che intercorre tra la firma del contratto e la consegna dell'unità navale, per rispondere alle esigenze di un mercato del trasporto marittimo sempre più competitivo e tecnologicamente avanzato.
- **Crescente complessità e innovazione:** L'elevato grado di incertezza correlato alla crescente complessità dei progetti e all'innovazione tecnologica.
- **Complessità organizzativa:** La necessità di coordinare un ampio numero di fornitori, sia interni che esterni, e tecnologie entro limiti stringenti di tempo, costi e spazi.

Una commessa navale, quindi, è un prodotto estremamente complesso, con caratteristiche distintive che variano in base alla tipologia. La sua realizzazione comporta molte fasi e attività interconnesse, spesso sovrapposte, e caratterizzate da sfidanti limiti di costi e tempi.

Raggiungere e Mantenere la Leadership Industriale

In questo contesto, raggiungere la leadership industriale è una sfida significativa, ma mantenere tale risultato nel tempo è ancora più difficile. Per questo motivo, i produttori mondiali di unità navali tendono a specializzarsi in specifiche aree di prodotto, dove il continuo affinamento delle proprie capacità rappresenta l'unica garanzia di sopravvivenza.

Le Fasi del Ciclo di Vita delle Commesse Navali

Il ciclo di vita delle commesse navali può essere suddiviso nelle seguenti macrofasi principali:

1. Fase di Acquisizione Commessa (precontrattuale): Inizia con la ricezione di una richiesta d'offerta e termina con l'acquisizione dell'ordine ufficializzata dalla firma del contratto.
2. Fase di Avvio (post-contrattuale): Coincide con la firma del contratto e l'inizio ufficiale della commessa, includendo la pianificazione operativa e l'analisi dei requisiti.
3. Fase di Progettazione e Sviluppo Prodotto: In questa fase, vengono definiti e sviluppati tutti gli aspetti tecnici e progettuali dell'unità navale.
4. Fase di Produzione e Consegna: Comprende tutte le attività di costruzione dell'unità navale, dal taglio delle lamiere alla consegna finale.
5. Fase di Garanzia e Assistenza Post-Vendita: Copre il periodo successivo alla consegna, durante il quale vengono fornite garanzia e assistenza al cliente.

Queste fasi costituiscono il ciclo di vita operativo della commessa. Parallelamente ad esse, si sviluppa il processo di "Pianificazione e Controllo", attuato dal Project Management Team (PM Team). Il compito

3. FASI DEL CICLO VITA DI UNO YATCH

del PM Team è seguire l'intero processo di sviluppo, realizzazione e consegna della commessa, monitorando quanto pianificato e indicando tempestivamente eventuali misure correttive alle diverse funzioni aziendali.

Ciclo di Vita Operativo

Le principali fasi operative del ciclo di vita della commessa navale includono:

1. Acquisizione Commessa
2. Avvio
3. Sviluppo Prodotto
4. Produzione e Consegna
5. Garanzia Post-Vendita

Ogni fase è caratterizzata da specifiche attività di pianificazione e controllo, necessarie per garantire il rispetto dei tempi, dei costi e delle qualità previste contrattualmente

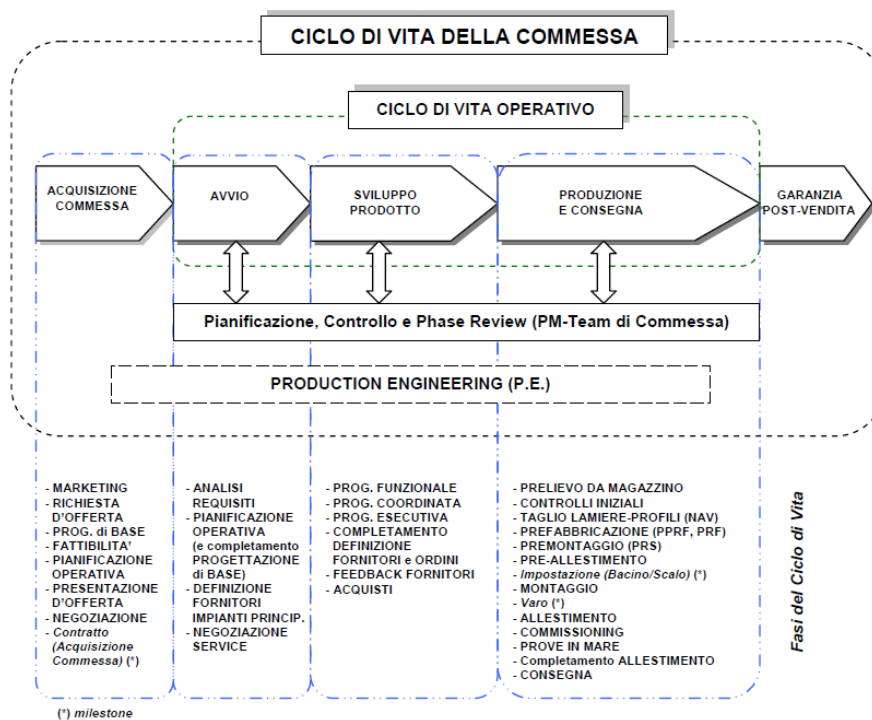


Figura 4: ciclo vita di una commessa navale

3.1 Fase di Acquisizione Commessa (Pre-contrattuale)

La fase di acquisizione della commessa rappresenta l'inizio del ciclo di vita di una commessa navale. Questa fase inizia con la ricezione di una richiesta d'offerta da parte di un cliente, che può essere un singolo armatore, una società armatrice o una marina militare, e termina con l'acquisizione dell'ordine, formalizzata dalla firma del contratto. È fondamentale distinguere le operazioni in cantiere a seconda del tipo di mercato affrontato.

In particolare, questa fase varia a seconda che si tratti di un progetto di uno yacht custom o di un prodotto seriale, come uno yacht riprodotto in più unità o una nave da crociera. Per un prodotto seriale, non è necessario riprogettare completamente l'imbarcazione per ogni nuova unità. Nel caso specifico del mercato degli yacht di lusso, come quello del CRN (gruppo Ferretti), le richieste solitamente riguardano prodotti completamente personalizzati.

Il processo inizia con la ricezione della richiesta di proposta d'offerta. Successivamente, si avvia una progettazione di base che produce due risultati: il preventivo e la documentazione tecnica di offerta. Durante questa fase, vengono definiti i requisiti del prodotto in base alle esigenze del cliente, alle tendenze di mercato e ai requisiti normativi. Gli obiettivi principali del progetto vengono stabiliti tenendo conto delle esigenze specifiche del cliente e delle tendenze di mercato.

La documentazione tecnica allegata all'offerta definisce tutti i contenuti tecnici. Questo processo segue un miglioramento continuo attraverso "loop di affinamento offerta" e "loop di revisione", che prevedono varie revisioni dei documenti per meglio rispondere alle esigenze del cliente. Infine, si procede con la preparazione del contratto definitivo e l'acquisizione

3. FASI DEL CICLO VITA DI UNO YATCH

ufficiale dell'ordine di commessa. Parallelamente, l'attività di marketing coinvolge ogni aspetto della preacquisizione.

Monitorare il mercato per conoscere le tendenze attuali è fondamentale per garantire l'efficacia del processo. Questo permette di indirizzare l'attività progettuale e innovativa, assicurando che la progettazione delle navi sia perfettamente allineata con le richieste del mercato.

Le attività di questa fase vengono svolte da un team multifunzionale coordinato dal Responsabile della Formulazione d'Offerta (RFO), che coincide con la figura del Project Manager (PM). Le fasi possono essere rappresentate dai seguenti diagrammi (Fig. 5 e Fig. 6).

Il primo diagramma (Fig. 5) mostra i momenti tecnici che definiscono il prodotto in trattativa, mentre il secondo diagramma (Fig. 6) riguarda la programmazione indispensabile per la realizzazione del prodotto, determinando la possibile condivisione della data di consegna.

3. FASI DEL CICLO VITA DI UNO YATCH

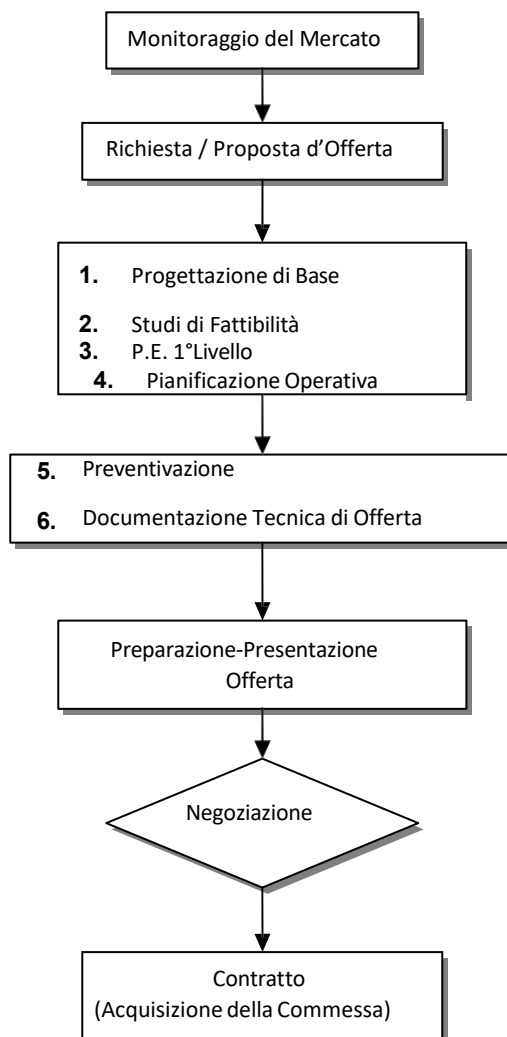


Figura 5: fase di acquisizione commessa

Progettazione di Base e Studi di Fattibilità

La Progettazione di Base sviluppa l'impostazione del progetto della nave, definendone configurazione e caratteristiche fondamentali. Redige i documenti tecnici contrattuali in aderenza ai requisiti del cliente e alle normative (Registri Navali, Authority, ecc.), fissando gli obiettivi da perseguire in merito a prestazioni, qualità e costo. Questa fase costituisce una sorta di "pre-progetto", il cui obiettivo è rilasciare la "documentazione

3. FASI DEL CICLO VITA DI UNO YATCH

di zero point", ovvero la documentazione punto di partenza dell'attività progettuale vera e propria. Gli aspetti definiti includono:

- Carena
- Piani generali, dimensioni principali della nave e sezione maestra
- Esponente di carico preliminare (preventivo pesi)
- Dislocamento
- Velocità e potenza
- Piano di capacità
- Calcoli di stabilità
- Sistemazioni di apparato motore e componenti fondamentali al funzionamento operativo (linee d'assi ed eliche, timoneria, stabilizzatori, ecc.)

I dati tecnici risultanti costituiscono elementi della Specifica Tecnica e del Contratto. Le attività relative all'Ingegneria di Base terminano formalmente con l'acquisizione del Contratto. Tuttavia, il tempo a disposizione potrebbe non permettere un corretto passaggio di consegne verso l'Ingegneria Funzionale, soprattutto in ambito Cruise/Trasporti, dove le dinamiche di mercato e le opportunità commerciali possono ostacolare uno sviluppo documentale completo prima dell'acquisizione del Contratto. In questi casi, si redige un piano di completamento per ultimare la Progettazione di Base prima della Negoziazione dei Service.

P.E. – Production Engineering

Il Production Engineering definisce concretamente come costruire la nave. Questo processo di industrializzazione integrata del prodotto riguarda sia lo scafo (blocchi, sezioni, ecc.) sia l'allestimento (macchinari principali, moduli di allestimento, ecc.), determinando i criteri fondamentali per la realizzazione della commessa. L'obiettivo è individuare le migliori

3. FASI DEL CICLO VITA DI UNO YATCH

modalità costruttive della nave in funzione delle risorse disponibili in stabilimento, ottimizzando costi e tempi di produzione nel rispetto dei requisiti contrattuali, tecnici, programmatici e di qualità. L'attività di Production Engineering è svolta dall'Ufficio Metodi (MET) e suddivisa in P.E. di 1° Livello (Metodi Centrale - DN-MET) e P.E. di 2° Livello (Metodi di Stabilimento - STA-MET), come sarà discusso nel Capitolo 2.

Pianificazione Operativa

La Pianificazione Operativa definisce quando e con quali risorse costruire la nave. In questa fase, si elaborano i primi due documenti (Master Phasing Plan e Target) del Piano Generale Integrato di Commessa (PGIC), che comprende tutti i programmi di pianificazione degli eventi e delle attività di commessa, articolati su tre livelli di programmazione organizzati gerarchicamente (Fig. 6). Le fasi successive costituiscono aperture di dettaglio di quelle precedenti. Si esamina non solo la possibilità tecnica di rispondere alla richiesta d'offerta, ma anche la capacità produttiva dell'azienda.

Preventivazione

La preventivazione rappresenta la base per ogni decisione economica e finanziaria riguardante l'acquisizione della commessa. Si basa sulla valorizzazione delle voci indicate nel "Preventivo pesi" (per i costi materiali) e sulle stime della P.E. (per i costi manodopera). Questi costi rappresentano la parte più significativa del costo totale della nuova commessa.

Documentazione Tecnica di Offerta

La documentazione tecnica di offerta si compone di:

- Piano Generale della nave

3. FASI DEL CICLO VITA DI UNO YATCH

- Specifica Tecnica della nave, divisa in capitoli che esplicitano tutte le linee fondamentali di tutti i servizi di bordo. Spesso è corredata di “Schemi Unifilari”, redatti e concordati con la Società Armatrice (S.A.), che servono da guida per la Progettazione Funzionale successiva.
- Elenco delle forniture principali (Main Items), ovvero quelle per cui la Società Armatrice intende essere coinvolta nella scelta del fornitore. Questo permette alla S.A. di valutare con maggiore precisione i costi di mantenimento in vita dell’unità.

Struttura del Programma Generale Integrato di Commessa (PGIC)

L’insieme di tutti i programmi di pianificazione degli eventi e delle attività di progetto prende il nome di Programma Generale Integrato di Commessa (PGIC), organizzato in moduli ordinati gerarchicamente su tre livelli.

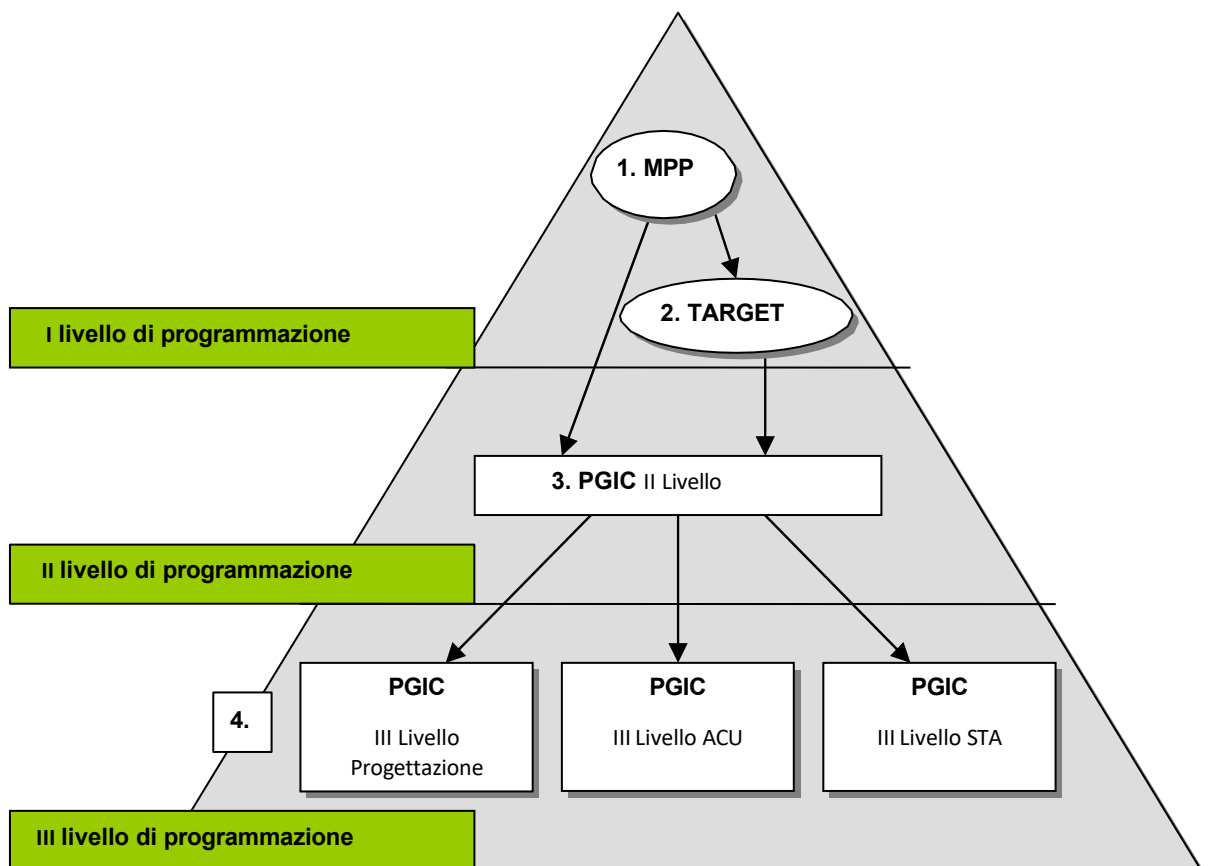


Figura 6: livelli di programmazione

3. FASI DEL CICLO VITA DI UNO YATCH

I primi due documenti elaborati sono:

- **MPP – Master Phasing Plan:** è l'elaborazione di un piano a milestones standard per tipologia di unità (prototipo, ripetuta, cruise, ferry, ecc.) che costituisce il riferimento sintetico di pianificazione dell'intero progetto. Riporta gli eventi significativi di commessa, fornendo una visione sintetica degli appuntamenti principali dello sviluppo di commessa, evidenziando le scadenze contrattuali più importanti (ad esempio, il Varo e la Consegna). In base alle caratteristiche specifiche della nave, il PM personalizza il modello di MPP eliminando alcune milestones o aggiungendone altre, in particolare legate alle forniture critiche (Motori Principali, fusioni speciali, linee d'assi ed eliche, braccetti porta eliche, fuoriuscite albero a scafo, ecc.). Le milestones del piano sono ricondotte a sei categorie:
 - Milestone principali nave: Firma Contratto, Inizio Taglio materiali grezzi, Impostazione, Varo, Prove Mare, Completamento Costruzione, Consegna Programmata.
 - Milestone di Phase Review: eventi che accertano, all'inizio di una nuova fase di attività, le prestazioni raggiunte nelle fasi precedenti.
 - Milestone di consolidamento programma: emissione preliminare e/o definitiva di tutti i programmi di commessa.
 - Milestone di avanzamento operativo: eventi significativi per l'avanzamento operativo della Commessa (es. Zero Point, approvazione Sezione Maestra, approvazione Piano dei Ferri, piani di cedolazione, piani appalti/affidi, inizio lavori Officina Tubisti, ecc.).

3. FASI DEL CICLO VITA DI UNO YATCH

- Milestone specifiche di produzione: eventi significativi della fase di produzione (es. imbarco dei motori principali).
- Milestone prove & varie: prove finali con il Cliente e/o con gli Enti di Certificazione.
- **Programma TARGET DI COMMESSA:** documento fondante lo sviluppo delle attività, illustrato in dettaglio nel Capitolo 2. Il Target è lo strumento di pianificazione generale di produzione della nave. Viene sviluppato con riferimento allo Stabilimento (STA) in cui è prevista la costruzione, sulla base delle attività di P.E. Costituisce il riferimento standard per tutte le fasi di costruzione della nave ed è redatto basandosi sulle date fissate nel MPP. Sulla base delle tempistiche stabilite dal Master Phasing Plan e dal Target, si procede alla stesura del PGIC di 2° e 3° livello. Vengono elaborati:
 - Il Programma di Progettazione
 - Il Programma degli Acquisti
 - Il Programma di Produzione

Il Programma di Progettazione si articola in due programmi distinti: - Il Programma della Progettazione Funzionale - Il Programma della Progettazione Coordinativa ed Esecutiva

La stesura di ciascuno di questi programmi evidenzia le attività più significative (2° livello di programmazione) e le sviluppa nelle singole attività di dettaglio (3° livello di programmazione).

La Progettazione di Base, fin qui introdotta per sommi capi, costituisce una sorta di “pre- progetto”: il suo obiettivo consiste nel rilascio della cosiddetta “documentazione di zero point”, cioè quella documentazione punto di partenza dell’attività progettuale vera e propria. In questa fase vengono

3. FASI DEL CICLO VITA DI UNO YATCH

elaborati quei documenti fondamentali di riferimento da allegare al contratto:

- Piani Generali;
- Specifica nave;
- Carena e prestazioni propulsive
- Piano di capacità;
- Piano compartimentazione stagna;
- Geometria della sezione maestra;
- Esponente di carico e centramento;
- Bilancio: elettrico, vapore, acqua e aria;
- Production Engineering preliminare;
- Target;
- Master Plan;
- Sistemazioni impianti Apparato Motore;
- Sistemazioni impianti Fuori Apparato Motore;

La struttura della progettazione di base, poiché è presente anche in fasi successive all'acquisizione, verrà descritta in seguito.

3.2 Fase di avvio (post-contrattuale)

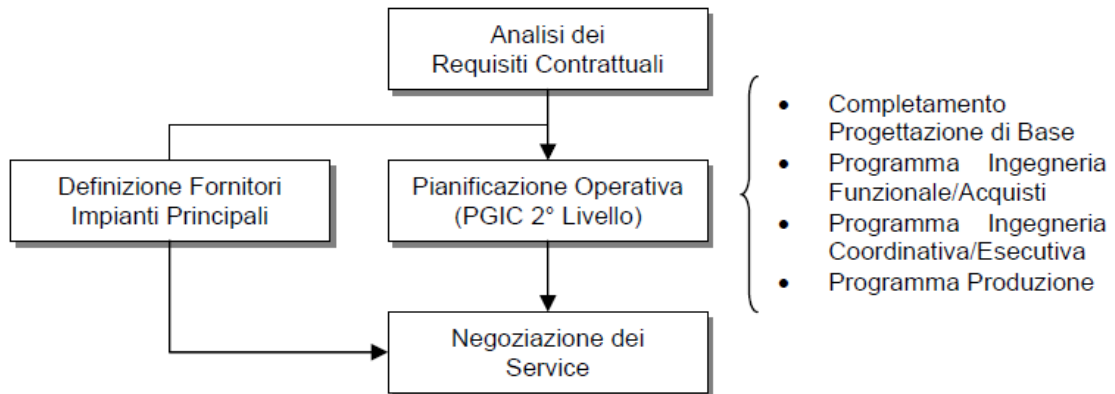


Figura 7: fase di avvio post contrattuale.

Questa fase inizia con la firma del contratto che segna l'apertura ufficiale della commessa. Include l'analisi dei requisiti contrattuali, la pianificazione operativa del secondo livello del PGIC, la definizione dei fornitori degli impianti principali e la negoziazione dei servizi. Le attività schematizzate nella fase di avvio includono:

- **Analisi dei Requisiti Contrattuali:** Raccolta, elaborazione e strutturazione di tutte le tipologie di requisito alla base del contratto per chiarirne e formalizzarne i contenuti in un documento di riferimento (“Requirements Baseline”).
- **Pianificazione Operativa:** Elaborazione del Programma Generale Integrato di Commessa (PGIC) di secondo livello, che comprende tutte le attività significative della progettazione, degli acquisti e della produzione. Inoltre, riporta anche le attività ancora da sviluppare del “Programma di completamento della progettazione di base”. In questa fase, la pianificazione operativa si concretizza nel 2° livello del Programma Generale Integrato di Commessa (PGIC). Questo documento riassume tutte le attività principali della progettazione (funzionale, coordinativa ed esecutiva), degli acquisti e della produzione, e stabilisce i legami tra le diverse attività. Include inoltre

il "Programma di completamento della Progettazione di Base" per le attività non concluse nella fase di acquisizione della commessa. La milestone "Zero Point", pianificata nel Master Phasing Plan (MPP), segna la conclusione delle attività di progettazione di base e l'inizio della progettazione funzionale.

- **Definizione Fornitori Impianti Principali:** Definizione, in accordo con la Società Armatrice, dei fornitori degli impianti principali come motori, generatori, compressori e impianti di condizionamento. Questa fase comporta la selezione dei fornitori degli impianti principali (motori diesel-generatori, motori elettrici di propulsione, impianti delle AC-Station, compressori per il condizionamento, ecc.), in collaborazione con la Società Armatrice o su sua richiesta. Oltre agli aspetti tecnici, sono considerati anche gli interessi commerciali della Società Armatrice, che spesso ha contratti di servizio pluriennali con produttori specifici.
- **Negoziazione Service:** Concordo e sottoscrizione con la Direzione Navi e le direzioni specialistiche (progettazione, acquisti e stabilimento) degli specifici accordi di service relativi alle attività da svolgere per la commessa. Il Project Manager, in accordo con la Direzione Navi e le direzioni specialistiche (progettazione, acquisti e stabilimento), negozia e formalizza specifici "accordi di servizio". Questi accordi riguardano tempi di produzione, output attesi, costi delle singole attività e allineamento dei programmi delle funzioni con il PGIC di 2° livello. Gli accordi vengono documentati nel "Documento di Negoziazione Service" durante una riunione con la Direzione Navi, rappresentando l'impegno delle varie funzioni aziendali verso il cantiere

3.3 Fase di Sviluppo del Prodotto

Nella fase di sviluppo del prodotto si distinguono le seguenti attività principali:

- Progettazione Funzionale
- Progettazione Coordinativa
- Progettazione Esecutiva

Queste attività possono essere riassunte come segue:

Progettazione Funzionale

La Progettazione Funzionale parte dai documenti tecnici contrattuali forniti dalla Progettazione di Base e, basandosi su queste informazioni, esegue il dimensionamento degli schemi funzionali e le specifiche tecniche per gli approvvigionamenti. Identifica i "Main Items", ossia le apparecchiature, gli impianti e i componenti critici in termini di programma, ed emette i "Piani delle Competenze" per assegnare responsabilità specifiche e garantire il completamento delle informazioni per ogni area. La documentazione viene poi inviata agli Enti di Classifica e al Cliente per l'approvazione, e successivamente aggiornata in base alle loro richieste, rispettando gli obblighi contrattuali. In questa fase, la documentazione tecnica dell'ingegneria di base viene integrata con gli elementi necessari agli Acquisti e allo Stabilimento per le rispettive fasi di approvvigionamento ed esecuzione. Inoltre, è responsabile della trasmissione della documentazione elaborata all'Ente Preparazione Lavori (STA-PLA).

Progettazione Coordinativa

Svolta dall'ente STA-PLA, la Progettazione Coordinativa si occupa dello sviluppo dei Piani Coordinati, che includono la disposizione degli impianti e il tracciamento delle vie di instradamento dei cavi all'interno di una struttura definita e approvata. Questi piani rappresentano graficamente

l'integrazione di tutti i componenti strutturali e di allestimento all'interno del volume della nave (vedi § 2.4.2 – Pallet Meeting e Lista).

Progettazione Esecutiva e Palletizzazione

Questa fase comprende tutte le attività di sviluppo del prodotto che, a partire dalle informazioni contenute nei Piani Coordinati, portano alla creazione della documentazione di lavoro per le varie officine di Stabilimento, consentendo loro di svolgere le attività produttive. Durante questa fase, vengono definiti i "Lotti" di scafo per le attività di costruzione e i "Pallet" di allestimento. Un "Lotto" è un'unità tecnologicamente omogenea di materiale utilizzato per costruire una o più parti di scafo, che può costituire un Assieme, un Sottoassieme o un Blocco. Per una definizione completa di "Pallet" si rimanda al § 2.4.2.

Tutte le attività descritte nei punti a, b e c rientrano nel 3° livello dell'albero della programmazione. Il PGIC di 3° livello (Fig. 6) comprende il Programma della Progettazione, degli Acquisti e di Produzione, sviluppati dai rispettivi Enti aziendali sulla base dell'impostazione gerarchica fornita dal PGIC di 1° e 2° livello.

Programma della Progettazione (PGIC 3° Livello – Progettazione)

Questo programma è articolato in:

- Programma della Progettazione Funzionale
- Programma della Progettazione Coordinativa ed Esecutiva

Il Programma della Progettazione Funzionale deve considerare anche i tempi dei loop di affinamento e correzione in caso di osservazioni da parte della S.A. e/o dei Registri di Classifica. La responsabilità dell'elaborazione e gestione del PGIC di 3° livello della progettazione è affidata agli Enti di Progettazione Funzionale (FUNZ) e di Preparazione Lavoro (PLA). Il Lead

3. FASI DEL CICLO VITA DI UNO YATCH

Project Engineer (LPE) garantisce lo sviluppo integrato e la coerenza programmatica delle attività di tutti gli Enti di Progettazione.

Programma degli Acquisti (PGIC 3° Livello – ACU)

Questo programma è integrato nello stesso modulo di programmazione della Progettazione per quanto riguarda il "materiale destinato", ma la gestione è sotto la responsabilità della Direzione Acquisti.

Programma di Produzione (PGIC 3° Livello – STA)

Sviluppato dallo Stabilimento, questo programma riguarda la costruzione e il montaggio di scafo e allestimento fino al commissioning degli impianti.

Ufficio di Controllo Produzione (COP)

Il COP riceve le informazioni su "come si fa" e "con cosa si fa" e coordina tutte le attività per la manodopera diretta dello Stabilimento, comprese quelle delle ditte specialistiche e di supporto. Queste informazioni permettono di valutare i tempi di attraversamento delle attività e le criticità, confrontandoli con gli obiettivi programmatici di livello superiore. Il COP redige il PGIC di 3° livello dello Stabilimento, che è lo strumento per costruire la nave e mantenere il controllo dell'avanzamento. Il completamento avviene con l'esecuzione delle prove di ogni componente (commissioning), assicurando il rispetto del Contratto. Il documento che il COP emette per lo svolgimento di un'attività è la "cedola", che indica i tempi di attraversamento dell'officina e le ore consuntivate al completamento dell'attività.

Il COP è suddiviso secondo il seguente schema:

- COP-PL1: Scafo
- COP-PL2: Allestimento (Fuori Apparato Motore - FAM)
- COP-PL3: Allestimento (Locale Apparato Motore - LAM)

Expediting Materiali

L'expediting materiali include le attività di controllo che il PM Team e lo Stabilimento, con il supporto della Funzione Acquisti (ACU), effettuano presso i fornitori per assicurare il corretto arrivo dei materiali, sia in termini temporali che qualitativi

3.4 Fase di Produzione e Consegna

La macrofase di Produzione e Consegna è suddivisa in tre fasi principali, scandite da milestones specifiche nel Master Phasing Plan (MPP): l'inizio dei lavori (inizio taglio lamiera/profilo), l'impostazione (posizionamento della prima sezione di montaggio in bacino), il varo e la consegna.

Inizio Lavori

Questa fase comprende il premontaggio (PRS) e l'utilizzo di mezzi di sollevamento nel piazzale, seguiti dall'impostazione e dal varo fino alla consegna. Le principali attività produttive sono:

- **Produzione da Materiali Grezzi:** Includono la ricezione dei materiali, il controllo di qualità con i relativi certificati, lo stoccaggio in magazzino, il prelievo dei materiali per la produzione, il taglio delle lamiera/profilo e la produzione di assiemi. Queste attività rappresentano le prime fasi di produzione all'interno del ciclo di vita operativo della commessa.
- **Prefabbricazione (PRF):** Comprende la composizione di sottoassiemi o pannelli, la fabbricazione di blocchi piani e curvi, il preallestimento, nonché la produzione di tubi e manufatti di carpenteria metallica.
- **Pre-Allestimento:** In questa fase si iniziano a installare i manufatti provenienti da forniture esterne e da altre officine dello stabilimento

3. FASI DEL CICLO VITA DI UNO YATCH

fin dalle prime fasi del processo di produzione. L'obiettivo è ridurre i costi di costruzione svolgendo il massimo delle operazioni a terra, in condizioni più favorevoli rispetto a quelle a bordo.

- **Premontaggio (PRS):** Questa attività consiste nell'assemblaggio e nella pitturazione di due o più blocchi preallestiti provenienti dalla fase di prefabbricazione. L'output finale è un'unità di imbarco (U.d.I.) o sezione, che viene ulteriormente preallestita a terra prima di essere posizionata sullo scalo o in bacino.
- **Montaggio:** Questa fase prevede l'assemblaggio delle varie sezioni sullo scalo o in bacino fino a ottenere la struttura completa della nave, inclusi scafo e sovrastrutture. Il montaggio inizia con l'impostazione, che consiste nel collocamento della prima sezione preallestita, e termina con il varo. Il periodo tra l'impostazione e il varo rappresenta il tempo di utilizzo dell'asset distintivo dello stabilimento per la costruzione navale.

Allestimento

Nel passaggio da terra a bordo, le attività di preallestimento diventano attività di allestimento, eseguite in parallelo alle operazioni di montaggio. Queste includono la sistemazione della linea d'assi, il completamento dell'apparato motore, l'impianto di estrazione e ventilazione (HVAC), pitturazioni, coibentazioni e tutte le attività legate alla funzionalità della piattaforma navale. Inoltre, si verifica la conformità ai requisiti di utilizzo secondo la Specifica Tecnica, in particolare per quanto riguarda cabine e arredamenti nelle navi da crociera, traghetti e mega yacht (o sistemi di combattimento nelle navi militari).

Commissioning e Prove in Mare

3. FASI DEL CICLO VITA DI UNO YATCH

Durante l'intero periodo di costruzione, e in particolare tra il varo e la consegna, vengono svolti diversi test per certificare l'accettazione da parte dell'Amministrazione di Bandiera del Cliente e dei Registri di Classifica. Questi test, noti come commissioning, consistono nelle procedure di approntamento, collaudo e consegna funzionale di impianti o singoli componenti. Le performance della nave, come la velocità di crociera, la manovrabilità e la funzionalità degli impianti, vengono testate durante le prove in mare.

Consegna

La consegna rappresenta il momento formale in cui la nave viene ufficialmente trasferita dal costruttore al cliente. Questo avviene tramite la firma del "Verbale di Accettazione Nave" (Delivery Protocol), che riassume il risultato finale in termini di quantità e qualità di tutte le fasi di costruzione e collaudo eseguite. Se alcune attività di allestimento non sono ancora completate al momento della consegna, si può concordare una "Lista dei Sospesi" da completare nella fase di garanzia e assistenza post-vendita. Queste attività corollari non devono influenzare le performance contrattuali o gli obblighi di sicurezza.

3.5 Fase di Garanzia e Assistenza Post-Vendita

La gestione della garanzia è affidata allo stabilimento, che si occupa di eseguire tutti gli interventi necessari per correggere eventuali problemi emersi. Tutti gli enti coinvolti nelle fasi precedenti e i fornitori sono chiamati a partecipare. Al termine del periodo di garanzia, viene redatto un "Verbale di Fine Garanzia" accompagnato da un feedback sui risultati ottenuti, sancendo la chiusura definitiva del ciclo di vita della commessa e di tutti gli obblighi contrattuali tra l'azienda (Fincantieri) e la società armatrice.

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

4.1 che cosa significa industrializzare un prodotto

Industrializzare un prodotto, nel contesto dell'ingegneria, significa preparare e ottimizzare un prodotto per la produzione su larga scala. Questo processo comporta diversi passaggi chiave:

- Design per la manifattura (DFM): ottimizzare il design del prodotto per renderlo più facile e meno costoso da produrre. Ciò può includere la semplificazione del design, l'utilizzo di materiali meno costosi o più facilmente lavorabili e la considerazione di limitazioni e capacità dei processi di produzione.
- Standardizzazione dei componenti: sostituire quando possibili componenti specializzati o personalizzati con standard industriali per ridurre i costi e semplificare la catena di approvvigionamento.
- Sviluppo di processi di produzione efficiente: creare o modificare processi di produzione per massimizzare l'efficienza e ridurre i costi. Ciò può includere l'automazione, l'ottimizzazione del flusso di lavoro e l'integrazione di tecnologie avanzate come la manifattura additiva.
- Controllo qualità rigoroso: implementare processi per garantire che ogni prodotto fabbricato soddisfi standard di qualità consistenti. Ciò può comportare test regolari, ispezioni e monitoraggio continuo dei processi di produzione.
- Ottimizzazione della catena di approvvigionamento: assicurarsi che i materiali necessari per la produzione siano disponibili in modo tempestivo e a costi gestibili, possibilmente tramite accordi con i fornitori e la pianificazione strategica dell'inventario.

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

- **Certificazioni:** assicurarsi che il prodotto e il processo produttivo siano conformi alle normative e agli standard del settore pertinenti, che possono variare a seconda del mercato e del tipo di prodotto.
- **Scalabilità:** progettare il processo produttivo in modo che possa essere facilmente scalato in base alla domanda. Questo include la pianificazione per l'espansione delle capacità produttive senza compromettere la qualità o l'efficienza.

In sintesi, industrializzare un prodotto significa adattare e ottimizzare ogni aspetto del processo, dal design alla produzione, per garantire che il prodotto possa essere fabbricato in modo efficiente, economico e di alta qualità su scala industriale.

Industrializzazione di Yacht di Lusso

Nel caso specifico di uno yacht di lusso di queste dimensioni, il concetto di industrializzazione, così come viene applicato per esempio nella produzione delle automobili, risulta essere una sfida stimolante e complessa. Il target di clienti a cui ci si rivolge è un target di estremo lusso e i clienti desiderano un prodotto personalizzato in base alle loro esigenze. Per questo motivo, si è cercato di industrializzare il processo produttivo di due yacht con una produzione semi-seriale. Semi-seriale perché rimane un margine di libertà per il cliente finale nella scelta di alcuni comfort e configurazioni personalizzate che rispondano alle esigenze dell'armatore. I due yacht in questione sono il Riva 54 e il Custom Line CL50.

Yacht Custom Line CL50

Il Custom Line CL50 è uno yacht di 50 metri, progettato per combinare lusso e prestazioni. Questo yacht rappresenta un tentativo di industrializzazione nel settore degli yacht di lusso, mantenendo comunque un alto grado di personalizzazione per soddisfare le esigenze degli armatori.

Yacht Riva 54



Figura 8: RIVA 54

Il Riva 54 è uno yacht di 54 metri, noto per il suo design elegante e le sue prestazioni eccellenti. Come per il CL50, l'obiettivo è stato quello di trovare un equilibrio tra personalizzazione e produzione semi-seriale per ottimizzare i costi e i tempi di produzione.

Sfide e Soluzioni nell'Industrializzazione

Tra i due yacht, il progetto principale per il quale nasce la semi-serialità in questo ambito del gruppo Ferretti, è il Custom Line CL50. Per il quale sono stati analizzati più aspetti. Inoltre, i due yacht hanno avuto un percorso commerciale differente, e ciò non ha reso possibile analizzare allo stesso modo entrambe le imbarcazioni.

Essendo la prima esperienza e trattandosi di un progetto del tutto innovativo, il cantiere ha dovuto adattare tutto l'iter di progettazione e produzione utilizzato per uno yacht personalizzato a uno yacht semi-seriale. Oltre a questo, non sapendo fin da subito le criticità e su quali aspetti

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

poter intervenire maggiormente, si è preso come riferimento la produzione del primo yacht per ciascun marchio.

Gli aspetti dell'industrializzazione del processo produttivo di uno yacht esaminati sono stati diversi:

- È stato analizzato come, una volta sviluppata e prodotta la prima matricola, è possibile apportare delle modifiche e delle migliorie che permettono di risparmiare risorse economiche e di tempo nelle successive realizzazioni.
- Sono state riportate le fasi principali della realizzazione dello yacht, ed è stato fatto uno studio su quali possibili migliorie possono essere applicate a queste.

Informazioni Aggiuntive sugli Yacht

Custom Line CL50

Il Custom Line CL50 è uno yacht di lusso lungo 50 metri, appartenente alla serie Custom Line del gruppo Ferretti. Questo yacht è stato progettato per offrire un'esperienza di navigazione senza compromessi, con interni personalizzabili e dotazioni di alta gamma. La sua progettazione tiene conto delle più recenti tecnologie per migliorare l'efficienza energetica e la sostenibilità.

Descrizione della Navetta Custom Line CL 50



Figura 9: CL 50

La Navetta CL 50 rappresenta un passo significativo nell'industrializzazione della produzione di yacht di lusso di grandi dimensioni. Questo progetto pilota è stato concepito per rendere semi-seriale la produzione di uno yacht di 50 metri, mantenendo un equilibrio tra standardizzazione e personalizzazione. L'obiettivo è produrre fino a 7 esemplari standardizzati, offrendo comunque un margine di personalizzazione attraverso una selezione limitata di optional e configurazioni.

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

Il CL 50 è stato progettato e costruito in conformità con il regolamento RINA per yacht con meno di 500 GT e con i requisiti del REG Yacht Code Part-A.

La configurazione dello yacht prevede quattro ponti:

- **Lower deck**

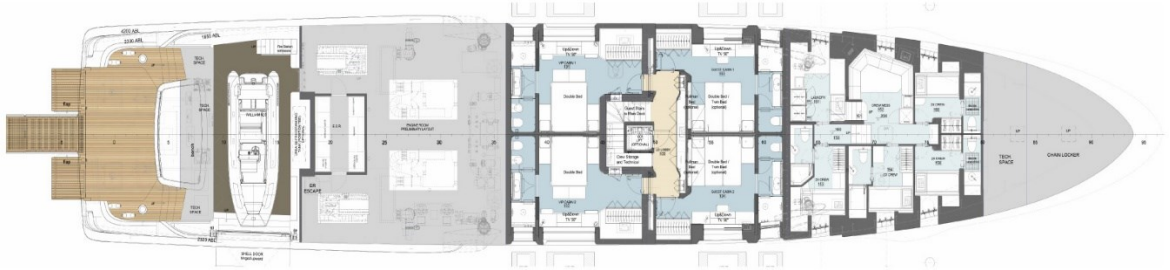


Figura 10: Lower Deck

Il Lower Deck ospita diverse aree funzionali e di alloggio:

- **Cabine Ospiti:** Sono presenti cabine lussuose per gli ospiti, ognuna con il proprio bagno privato.
- **Cabine Equipaggio:** Include spazi dedicati per l'alloggio dell'equipaggio, garantendo comfort e privacy.
- **Garage:** Il garage offre spazio per il tender e altri piccoli mezzi marini.
- **Apparato Motore:** Questa area ospita i motori principali e altre attrezzature tecniche essenziali per il funzionamento dello yacht.
- **Portellone di Poppa:** Utilizzato per l'accesso diretto al mare e per le operazioni di carico/scarico.

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

- **Main Deck**



Figura 11: Main Deck

Il Main Deck è il ponte principale e include:

- **Salone Principale:** Un'ampia area di soggiorno con arredamenti di lusso e grandi finestre per una vista panoramica.
- **Cucina:** Una cucina ben attrezzata per la preparazione di pasti gourmet.
- **Plancia di Comando:** Il centro di controllo della nave, dotato di tutte le strumentazioni necessarie per la navigazione.
- **Area Esterna a Prua:** Destinata alle manovre, questa area è progettata per garantire la sicurezza durante le operazioni.
- **Area Relax a Poppa:** Arredata con divani e poltrone, ideale per il relax all'aperto.

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

- **Sun Deck**



Figura 13: Sun Deck

Il Sun Deck è dedicato al tempo libero e al benessere:

- **Piscina:** Una piscina per il relax e il divertimento degli ospiti.
- **Gymnasium:** Una palestra completamente attrezzata per l'esercizio fisico.
- **Aree Esterne per il Relax:** Dotate di arredi scelti dall'armatore; queste aree offrono spazi per prendere il sole e godersi la vista.

La Navetta CL 50 è interamente costruita in alluminio, un materiale che riduce il consumo di carburante del 10-15% rispetto all'acciaio. Il design degli interni, curato da ACPV ARCHITECTS Antonio Citterio Patricia Viel, è caratterizzato da dettagli raffinati e l'uso di materiali sostenibili come pelli naturali e legni certificati. (questo puoi metterlo sopra nella descrizione della cabina armatore)

<u>MAIN DIMENSIONS</u>	
LENGTH OVERALL _____	$L_{OA} = 49.94 \text{ m}$
LENGTH BETWEEN PERP. _____	$L_{BP} = 44.00 \text{ m}$
SCANTLING LENGTH _____ (According RINA Rules)	$L = 45.35 \text{ m}$
LOAD LINE LENGTH _____	$L_L = 44.35 \text{ m}$
LENGTH WATERLINE _____ (Scantling draft = SLW)	$L_{WL} = 45.35 \text{ m}$
MOULDED BREADTH _____	$B = 8.91 \text{ m}$
MOULDED DEPTH _____	$D = 4.10 \text{ m}$
DESIGN DRAFT FULL LOAD _____ (ABOVE BASE LINE)	$T = 2.20 \text{ m}$
SCANTLING DRAFT _____ (ABOVE BASE LINE @ SLW)	$T_S = 2.25 \text{ m}$
DESIGN DISPLACEMENT _____	$\Delta = 445 \text{ t}$
SCANTLING DISPLACEMENT _____	$\Delta_S = 462 \text{ t}$
DESIGN BLOCK COEFF. _____ ($\Delta_s / (1.025 \times B \times T_s \times L)$)	$C_B = 0.496$
GROSS TONNAGE _____	< 500 GT
FRAME SPACING _____	$s = 0.50 \text{ m}$
WEB FRAME SPACING _____	$S = 1.00 \text{ m}$
PROPULSIVE POWER _____	$P_B = 1081 \text{ kW (x 2)}$
MAX SPEED _____ (FOR SCANTLING)	$V_{MAX} = 18.0 \text{ kn}$
PASSENGERS _____	12 PERSONS
CREW _____	9 PERSONS
LIFE SAFE APPLIANCES _____	UP TO 22 PERSONS
 <u>CLASSIFICATION</u> 	
RINA C ✕ HULL ● MACH Y _{ch} UNRESTRICTED NAVIGATION REG YACHT CODE Part A	
FLAG _____ (FOR REG YACHT CODE, PART A COMPLIANCE)	CAYMAN ISLAND
IMO NUMBER _____	9973523
KEEL LAYING DATE _____	12/10/2022
RINA N. _____	RI 102429

Figura 14: Informazioni generali CL50

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

Performance

- Lunghezza: 49,9 metri
- Baglio massimo: 9,6 metri
- Pescaggio: 2,2 metri
- Dislocamento a pieno carico: 430.000 kg
- Capacità carburante: 55.000 litri
- Capacità acqua: 10.000 litri
- Materiale dello scafo: Alluminio
- Motore: CAT C32 ACERT 1081 kW
- Velocità massima: 16 nodi
- Velocità di crociera: 15 nodi
- Cabine: 5 per gli ospiti e 4 per l'equipaggio
- Bagni: 5 per gli ospiti e 5 per l'equipaggio

Analisi e Industrializzazione del Processo Produttivo

Per industrializzare il processo produttivo della Navetta CL 50, sono stati sviluppati i seguenti aspetti:

- **Analisi dei Requisiti:** Prima della progettazione, è stata effettuata un'analisi dei requisiti principali che permettono di distinguere il prodotto nel mercato. Con particolare attenzione alla posizione della plancia di comando
- **Diagrammi di Avanzamento:** Sono stati analizzati i diagrammi di avanzamento della progettazione e produzione del primo esemplare, concentrandosi sulle criticità riscontrate.
- **Modifiche Strutturali e Non Strutturali:** Sono state apportate modifiche necessarie durante la produzione e l'allestimento.

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

- Analisi degli Optional: Sono state analizzate alcune soluzioni per gli optional attivabili, identificando le migliori soluzioni in caso di attivazione. L'esperienza acquisita con il primo esemplare ha permesso di adattare e migliorare l'iter di progettazione e produzione per gli yacht successivi, ottimizzando risorse economiche e tempistiche.

4.1 Posizione della plancia di comando

Per poter rendere lo yacht un prodotto semi seriale e poter accontentare le principali richieste dell'armatore senza andare a intervenire durante la produzione con delle modifiche che poi risulterebbero impattanti sia in termini di costi che di tempistiche, è stata effettuata un'analisi di mercato.

Con questa analisi si è osservato cosa offriva il mercato per un prodotto simile e si è preso nota delle varie richieste che gli armatori hanno fatto in passato sui loro yacht custom.

Così facendo è stato possibile avere una panoramica di quelli che sono i comfort principali che un cliente desidera per il proprio prodotto selezionando solo quelli risultati di maggior interesse.

Questo processo è risultato fondamentale per poter realizzare il progetto originale di uno yacht semi seriale. Semi seriale perché si parla di un'imbarcazione prodotta in piccola serie, che permette un certo grado di personalizzazione pur mantenendo dei modelli di base standardizzati e la cui modalità di produzione combina i vantaggi della produzione di massa con la flessibilità del custom design.

Questa analisi ha permesso di disegnare dal principio un progetto di yacht chiaro con delle caratteristiche precise che soddisfacessero le richieste degli armatori senza dover dar vita ad un progetto ex-novo o dover apportare modifiche ogni volta che viene venduto uno yacht di questo modello.

Inoltre, per mantenere comunque una flessibilità di customizzazione è stata stilata una lista dei potenziali optional applicabili. Tuttavia, al fine di industrializzare la produzione di questo yacht è risultato necessario ideare da subito alcune soluzioni standard e modulari per gli optional potenzialmente attivabili, così da permettere al cantiere di avere già il

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

progetto disponibile e poter intervenire tempestivamente senza ulteriore spesa di ore di progettazione e ingegneria

Alla fine di questa analisi, dunque, si è sviluppato un prodotto “standard” caratterizzato da un progetto generale dello yacht con delle specifiche ben definite a cui si aggiunge una lista dei possibili optional che l’armatore può scegliere.

La caratteristica che distingue questo yacht di navetta Custom Line 50, rispetto a yacht simili presenti nel mercato, è la posizione della cabina dell’armatore e della plancia di comando.

La posizione della cabina di pilotaggio rappresenta una decisione critica influenzata da una serie di fattori, tra cui considerazioni di mercato, design e requisiti di certificazione. Un’analisi attenta del mercato rivela che la tendenza attuale punta verso una maggiore enfasi sullo spazio e il comfort degli ambienti interni, rispondendo alle esigenze e alle aspettative degli acquirenti di yacht semi seriali.

In questo contesto, la scelta di posizionare la cabina di pilotaggio nel Main deck anziché nell’Upper deck è guidata dalla necessità di ottimizzare lo spazio a bordo per garantire una cabina armatoriale più ampia e lussuosa. Gli acquirenti di yacht semi seriali, sempre più attenti alla qualità dell’esperienza di bordo, apprezzano la disponibilità di spazi riservati e confortevoli per il riposo e il relax.

Per tale ragione durante l’analisi di mercato, si è deciso di posizionare la cabina dell’armatore con tutti i suoi comfort (bagno, zona living ecc.) nell’Upper deck così da poter offrire una zona privata completamente riservata a lui con una vista e una posizione differente dagli altri standard presente nel mercato.

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

La necessità di posizionare la plancia di comando nel Main deck con le conseguenti complicazioni derivanti dal minor spazio disponibile per garantire una visuale conforme alle normative è stato un aspetto che ha comportato numerosi studi e analisi, in quanto la visibilità di questa area durante la navigazione e le manovre di ormeggio è un aspetto che viene sottoposto a dei controlli da parte dell'ente di classifica/ispettore di bandiera che deve verificare il soddisfacimento di determinati requisiti.

Il regolamento a cui si è fatto riferimento per poter passare poi l'approvazione dell'ente di classifica è il: "reg yacht pt. A" al capitolo 18 paragrafo 6 come riportato nell'immagine sottostante.

18.6 Bridge Visibility

- (1) Navigation bridge visibility shall comply with SOLAS V/22. Vessels under 55 metres in length shall comply as far as reasonable and practicable.
- (2) Windows may be inclined from the vertical plane provided that, where necessary, appropriate measures are taken to avoid adverse reflections from within.
- (3) Windows to the navigating position shall not be of either polarised or tinted glass. Portable tinted screens may be provided for selected windows.
- (4) Where the ship's side cannot be fully visible from the bridge wing, wing station or manoeuvring station, the use of cameras may be specially considered by the Administration giving consideration to image quality, night vision, display screen size and location.

Figura 15: Regolamento REG Yacht

Questo regolamento descrive i requisiti per l'approvazione e la certificazione degli yacht. Include dettagli sui test e le verifiche necessarie per garantire la conformità alle normative internazionali. Per quanto riguarda la visibilità di navigazione stabilisce che occorre seguire il regolamento Solas v/22 che specifica i requisiti di visibilità dal ponte di comando delle navi.

Si riporta nell'immagine seguenti il paragrafo del Solas

Regulation 22 - Navigational bridge visibility

1 Ships of not less than 55 m in length, as defined in regulation 2.4, constructed on or after 1 July 1998, shall meet the following requirements:

- .1 The view of the sea surface from the conning position shall not be obscured by more than two ship lengths, or 500 m, whichever is the less, forward of the bow to 10° on either side under all conditions of draught, trim and deck cargo;
- .2 No blind sector, caused by cargo, cargo gear or other obstructions outside of the wheelhouse forward of the beam which obstructs the view of the sea surface as seen from the conning position, shall exceed 10°. The total arc of blind sectors shall not exceed 20°. The clear sectors between blind sectors shall be at least 5°. However, in the view described in .1, each individual blind sector shall not exceed 5°;
- .3 The horizontal field of vision from the conning position shall extend over an arc of not less than 225°, that is from right ahead to not less than 22.5° abaft the beam on either side of the ship;
- .4 From each bridge wing the horizontal field of vision shall extend over an arc at least 225°, that is from at least 45° on the opposite bow through right ahead and then from right ahead to right astern through 180° on the same side of the ship;
- .5 From the main steering position, the horizontal field of vision shall extend over an arc from right ahead to at least 60° on each side of the ship;
- .6 The ship's side shall be visible from the bridge wing;
- .7 The height of the lower edge of the navigation bridge front windows above the bridge deck shall be kept as low as possible. In no case shall the lower edge present an obstruction to the forward view as described in this regulation;
- .8 The upper edge of the navigation bridge front windows shall allow a forward view of the horizon, for a person with a height of eye of 1,800 mm above the bridge deck at the conning position, when the ship is pitching in heavy seas. The Administration, if satisfied that a 1,800 mm height of eye is unreasonable and impractical, may allow reduction of the height of eye but not to less than 1,600 mm;

Figura 16: Requisiti di visibilità

Come si può vedere dalla foto alcuni limiti presenti nel regolamento sono:

- Visibilità anteriore: la visibilità della superficie del mare dalla posizione di comando non deve essere ostruita per più di due lunghezze della nave o 500 metri, a seconda di quale sia inferiore,

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

dalla prua fino a 10° su entrambi i lati, indipendentemente dalle condizioni di carico, assetto e carico sul ponte.

- Settori ciechi: nessun settore cieco, causato da carichi, attrezzature di carico o altre ostruzioni, deve superare i 10°. L'arco totale dei settori ciechi non deve superare i 20°, con i settori chiari tra i settori ciechi che devono essere almeno di 5°. In particolare, nella visibilità anteriore, ogni singolo settore cieco non deve superare i 5°.
- Campo visivo orizzontale dalla posizione di comando: il campo visivo orizzontale deve estendersi su un arco di almeno 225°, che va da direttamente davanti alla nave a non meno di 22,5° dietro il traverso su entrambi i lati della nave.

Per poter simulare il prodotto finito, una volta assemblati i vari blocchi e prima di effettuare l'allestimento completo e valutare se fossero state necessarie apportare alcune modifiche, è stato costruito un mock-up che permettesse di simulare l'aspetto e la visibilità della plancia di comando.

Per mock-up si intende un modello a grandezza naturale utilizzato per la progettazione e la verifica delle caratteristiche di un prodotto. Nel contesto della costruzione navale, un mock-up della plancia di comando è utilizzato per valutare la visibilità e l'ergonomia prima della produzione finale.

Questo mock-up simulava la struttura completa con relativo allestimento e falegnameria così da poter verificare che tutti i parametri di visibilità richiesti venissero soddisfatti.

Questo passaggio è risultato fondamentale in quanto ha permesso di evidenziare delle criticità che necessitavano interventi correttivi. Infatti, una volta visionato il "mock up", sono state applicate alcune modifiche strutturali necessarie per garantire una visibilità che rispettasse tutti i requisiti normativi.

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

Le soluzioni tecniche che sono state apportate hanno coinvolto la struttura e sono state le seguenti:

1. Riduzione dell'ingombro dei montanti

Il carter è una copertura protettiva che circonda una struttura meccanica per proteggerla da danni e contaminazioni.

Il montante è una trave verticale che sostiene le strutture sopra di essa.

Nella costruzione di yacht, i montanti sono elementi strutturali cruciali che contribuiscono alla robustezza e alla stabilità dell'imbarcazione.

La struttura dei montanti frontali consiste in uno scatolato di alluminio largo 100mm.

Inizialmente era previsto attorno alla struttura un carter che avrebbe portato il montante finito ad una larghezza di 190mm.

Si è riusciti a:

- ⊗ allineare il finito alla struttura del montante inclinato, eliminando le intercapedini non sfruttate;
- ⊗ modificare il carter che abbraccia la struttura, riducendo la larghezza del montante finito a 130mm.

Di seguito viene rappresentata la sezione trasversale del montante, prima e dopo la modifica.

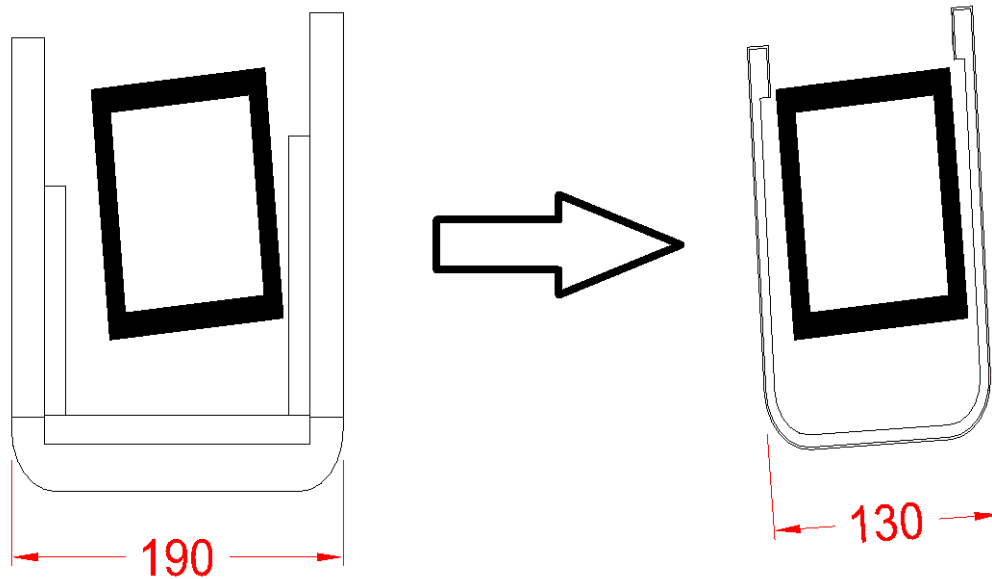


Figura 17: Modifica montante

La struttura dei montanti laterali consiste invece in una trave IPE di alluminio con piattabanda di 120mm.

Inizialmente era previsto attorno alla struttura un carter che avrebbe portato il montante finito ad una larghezza di 230mm.

Si è riusciti a:

- ⊙ riposizionare la piattabanda interna, riducendo l'ingombro globale della struttura;
- ⊙ modificare il carter che abbraccia la struttura, riducendo la larghezza del montante finito a 170mm.

Di seguito viene rappresentata la sezione trasversale del montante, prima e dopo la modifica.

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

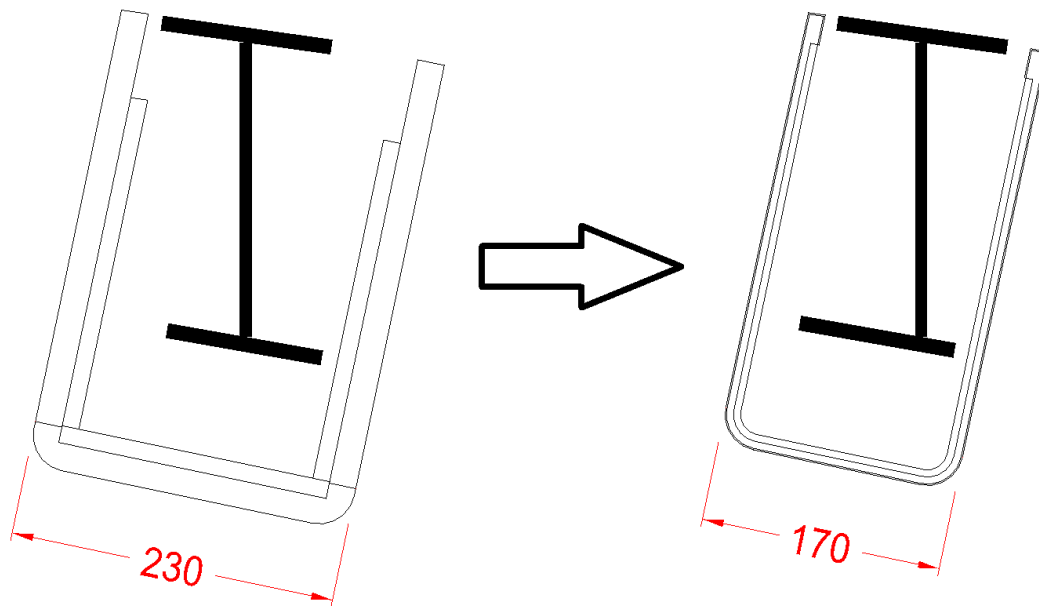


Figura 18: Modifica Montante laterale

2. Riduzione dell'ingombro dei monitor

Inizialmente erano previsti in plancia no.4 display frontali da 27" in formato 16:9, ognuno racchiuso in una cornice spessa 30mm.

Nel disegno seguente viene rappresentato il layout iniziale della plancia, oggi superato.

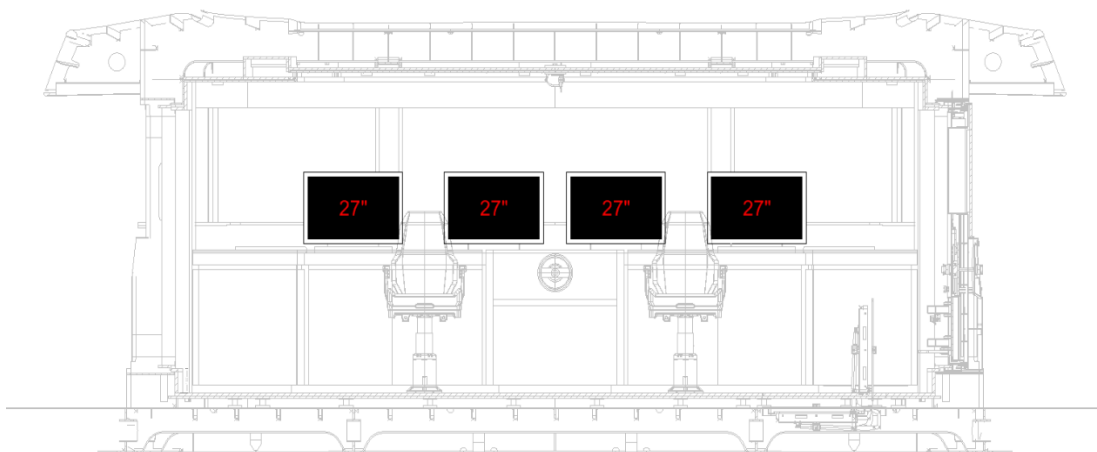


Figura 19: Layout iniziale della plancia di comando

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

Nel nuovo layout standard sotto riportato, sono state applicate queste modifiche:

- ⊙ sostituire no.4 display frontali da 27" con no.4 display frontali da 24" in formato 16:9;
- ⊙ ridurre lo spessore delle cornici dei monitor a soli 15mm.

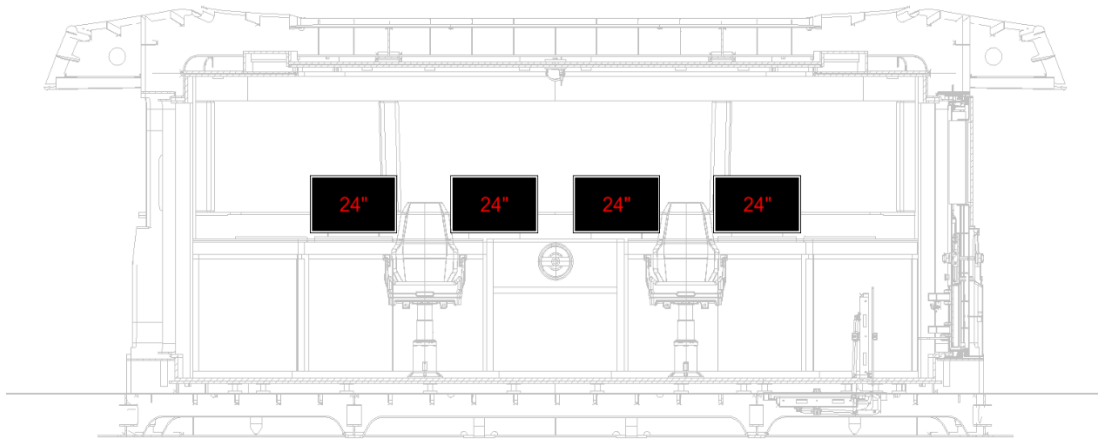


Figura 20: Layout standard della plancia

Sulla matricola #1 abbiamo il nuovo layout optional sotto riportato in cui si è riusciti a:

- ⊙ sostituire no.2 display frontali da 27" con no.2 display frontali da 24" in formato 16:9;
- ⊙ sostituire no.1 display frontale da 27" con no.1 display da 24" in formato 16:9 integrato nella consolle;
- ⊙ sostituire no.1 display frontale da 27" con no.1 ultrawide screen frontale da 44" in formato 32:9;
- ⊙ ridurre lo spessore delle cornici dei monitor a soli 15mm.

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

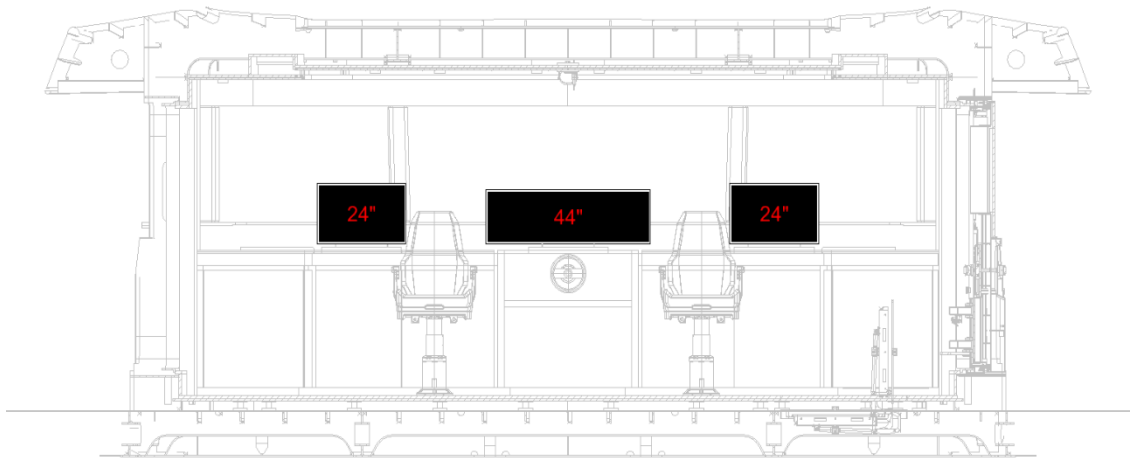


Figura 21: Layout finale della plancia

Le ore di ingegneria che hanno permesso di modificare il progetto sono difficili da quantificare con esattezza, ma è stata fatta una stima di 100 ore necessarie in più rispetto a una progettazione tradizionale della plancia; inoltre, ci sono volute circa due settimane necessarie per l'approvazione da parte dell'ente di bandiera dei requisiti di visibilità precedentemente esposti.

Le ore invece di manodopera necessarie per poter modificare la posizione delle piattebande dei montanti laterali sono state circa 30. Ipotizzando un costo orario di 40 euro, arriviamo a una spesa di circa 1200 euro.

Parlando di uno yacht semi seriale, questo studio e le eventuali modifiche, seppur comportino un lavoro extra, permettono al cantiere di definire il progetto e di mantenerlo per le matricole successive senza dover di nuovo affrontare ogni volta questo aspetto.

Una volta effettuati i relativi controlli da parte dell'ente di bandiera o ente di classifica viene rilasciata la certificazione che garantisce il rispetto dei limiti imposti.

4.2. Fasi di Avanzamento

Si è deciso di analizzare le varie fasi del processo di progettazione e produzione per identificare i punti critici del percorso che porta alla consegna dello yacht. Questo permette di individuare dove intervenire in futuri processi produttivi per altri esemplari, al fine di apportare migliorie progettuali e ridurre i tempi di attraversamento.

Dopo aver definito il progetto e determinato le caratteristiche generali del prodotto, si passa alla fase di progettazione. Il progetto è iniziato a luglio 2021.

4.2.1 Scantling

La prima fase di progettazione affrontata è lo scantling, che consiste nella progettazione generale dello yacht. In questa fase viene effettuata un'analisi globale dell'imbarcazione, comprendente:

- Scelta dei materiali: selezione dei materiali più appropriati per la costruzione dello yacht, considerando resistenza, peso e durabilità.
- Analisi strutturale: valutazione della resistenza strutturale dello yacht, inclusi calcoli di stress e distribuzione dei carichi.
- Suddivisione in blocchi: divisione dello yacht in blocchi gestibili per facilitare la costruzione e l'assemblaggio delle parti.

Questa fase è soggetta all'approvazione da parte degli enti di classifica, che nel caso dello yacht Custom Line CL50 è il RINA. Lo yacht viene suddiviso in ponti (deck) sviluppati verticalmente e ogni ponte è ulteriormente suddiviso in blocchi, facilitando la gestione e l'assemblaggio delle parti. Lo yacht viene anche suddiviso tra la struttura dello scafo e le sovrastrutture. La progettazione delle strutture dello scafo precede quella delle sovrastrutture. Questa fase è iniziata subito dopo l'avvio del progetto a luglio 2021 e si è conclusa a dicembre 2021.

Strutture e Sovrastrutture in uno Yacht

Strutture: le strutture di uno yacht comprendono lo scafo principale, che è la parte inferiore dell'imbarcazione e la sua struttura portante. Il compito principale dello scafo è fornire galleggiabilità e resistenza alla barca. Include componenti come la chiglia, le paratie, i ponti inferiori e altre parti strutturali che contribuiscono alla rigidità e all'integrità dello yacht.

Sovrastrutture: le sovrastrutture sono le parti dell'imbarcazione che si trovano sopra lo scafo principale. Queste comprendono i ponti superiori, il flybridge, la plancia di comando, le cabine e altre strutture visibili sopra il ponte principale. Le sovrastrutture contribuiscono alla funzionalità e all'estetica dello yacht, offrendo spazi abitabili, aree di navigazione e controllo.

4.2.2 Progettazione delle Strutture e Sovrastrutture

Una volta definito lo schema generale dello yacht, i materiali e la suddivisione in blocchi, si passa alla progettazione dettagliata delle strutture e delle sovrastrutture. La modellazione dei blocchi delle sovrastrutture segue quella delle strutture dello scafo. In questa fase, ogni blocco viene progettato con relative analisi strutturali.

La nave CL50 è composta dai seguenti blocchi:

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

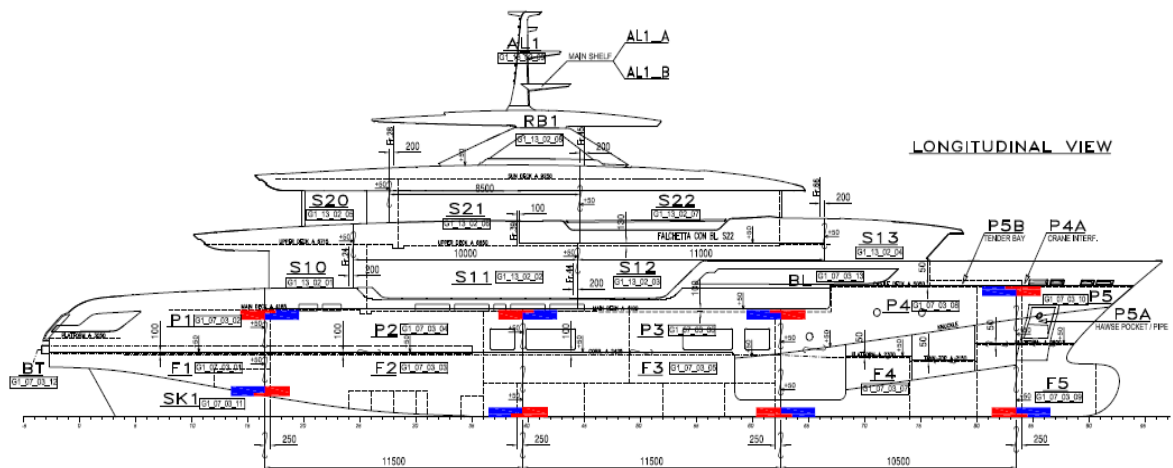


Figura 22: Suddivisione blocchi CL 50

Come si può vedere dall'immagine lo yacht è suddiviso in 22 blocchi ciascun blocco è caratterizzato da una lettera che contraddistingue il livello a cui si trova: fondo, ponte, sovrastruttura di primo livello, sovrastruttura di secondo livello, e un numero per identificare il numero del blocco di quel determinato gruppo. Inoltre, sono presenti dei blocchi identificati in modo diverso e questi sono rispettivamente i blocchi del bottazzo, della falchetta del roll bar e dell'albero.

4.2.3 Stesura e Consegna dei Disegni Esecutivi

Per accelerare il processo di produzione, i progetti dei blocchi vengono consegnati a un'azienda esterna che si occupa della realizzazione dei disegni esecutivi. L'azienda esterna ha cominciato a lavorare a marzo 2022 e il primo disegno esecutivo è arrivato al cantiere tra fine aprile e maggio 2022.

I disegni esecutivi non vengono sviluppati singolarmente per ogni blocco; infatti, si parla di anelli; vengono redatti gli esecutivi unendo i blocchi dei fondi e dei ponti che si trovano sovrapposti, per esempio anello F3-P3. Nel

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

caso delle sovrastrutture in genere vengono uniti i blocchi adiacenti tra loro. La consegna dei disegni delle strutture è terminata a settembre 2022, e la realizzazione e consegna dei disegni delle sovrastrutture è iniziata subito dopo, a fine ottobre 2022, con termine a dicembre 2022.

Rif.	Descrizione Attività	Drawing List	Data Consegna
2	Piani di classifica strutture Scafo e Sovrastrutture		
2.1	Sezione Maestra	Midship Section	25/02/2022
2.2	Ingegnierizzazione Superfici Scafo + Modello 3D Scantling Scafo	Structural Model - Hull	25/03/2022
2.3	Scantling Scafo	Main Scantling - Hull	23/03/2022
2.4	Hull Scantling Foundation	Hull Scantling Detail FWD Foundation	06/05/2022
		Hull Scantling Detail AFT Foundation	13/05/2022
2.5	Welding Booklet - Hull	Welding Booklet - Hull	08/04/2022
2.6	Calcolo preliminare approvigionamento materiali Scafo		25/03/2022
2.7	Ingegnierizzazione Superfici Sovrastrutture + Modello 3D Scantling Sovrastrutture	Structural Model - Superstructure	29/04/2022
2.8	Scantling Sovrastrutture	Main Scantling - Superstructure	22/04/2022
2.9	Superstructure Scantling Foundation	Superstructure Scantling Detail Foundation	06/05/2022
2.10	Welding Booklet - Superstructure	Welding Booklet - Superstructure	13/05/2022
2.11	Calcolo preliminare approvigionamento materiali Sovrastrutture		29/04/2022
3	Esecutivi struttura (Scafo e Sovrastrutture)		
3.1	Studio suddivisione blocchi - Piano di Prefabbricazione	Hull & Superstructure Blocks Subdivision	25/03/2022
3.2	Documentazione esecutiva - Blocchi Scafo		
3.2.1	Piano Puntelli Scafo	Pillars Arrangement & Details (below MD)	04/04/2022
3.2.2	Anello 3 (Blocchi F3-P3)	Blocco F3	29/04/2022
		Blocco P3	29/04/2022
3.2.3	Anello 4 (Blocchi F4-P4)	Blocco F4	27/05/2022
		Blocco P4	27/05/2022
3.2.4	Anello 5 (Blocchi F5-P5)	Blocco F5	12/08/2022
		Blocco P5	12/08/2022
3.2.5	Anello 2 (Blocchi F2-P2)	Blocco F2	15/07/2022
		Blocco P2	15/07/2022
3.2.6	Anello 1 (Blocchi F1-P1)	Blocco F1	16/09/2022
		Blocco P1	16/09/2022
3.2.8	Blocco Skeg	Blocco SK	29/07/2022
3.2.9	Blocco Bottazzo	Blocco BT	09/09/2022
3.2.11	Blocco Falchetta	Blocco BL	09/09/2022
3.3	Documentazione esecutiva - Blocchi Sovrastrutture		
3.3.1	Piano Puntelli Sovrastrutture	Pillars Arrangement & Details (above MD)	07/09/2022
3.3.2	Blocchi SV11-12-13	Blocco SV11	24/10/2022
		Blocco SV12	24/10/2022
		Blocco SV13	24/10/2022
3.3.3	Blocchi SV10-20-21	Blocco SV10	24/11/2022
		Blocco SV20	23/11/2022
		Blocco SV21	24/11/2022
3.3.4	Blocchi SV22-Rollbar-Albero	Blocco SV22	16/12/2022
		Blocchi RB01 + AL1	16/12/2022

Figura 23: Consegne dei disegni esecutivi CL50#1

Nell'immagine qua sopra vengono riportate in dettaglio le varie fasi fino adesso analizzate, con le rispettive date di avvenimento. Come si può vedere in particolare vengono riportati i blocchi che vengono disegnati insieme e le relative date di consegna al cantiere.

4.2.4 Costruzione dei Blocchi

La costruzione dello yacht ha inizio a ottobre 2022, con la realizzazione dei blocchi secondo i disegni esecutivi consegnati. I blocchi vengono realizzati da un'azienda esterna al cantiere, che si occupa di tutte le lavorazioni necessarie. Una volta realizzati, i blocchi vengono saldati tra loro fino a realizzare lo scheletro completo dello yacht che poi verrà consegnato al cantiere per l'allestimento.

4.2.5 Progettazione e Produzione degli Impianti (Coordinati)

La fase di progettazione degli impianti (idraulici, oleodinamici, areazione, elettrici, ecc.) inizia una volta arrivato al cantiere il primo disegno esecutivo; questa fase è iniziata a maggio 2022 una volta consegnato il primo esecutivo relativo all'anello F3-P3.

La produzione degli impianti nei vari blocchi è iniziata invece a gennaio 2023 ed è terminata a ottobre 2023.

4.2.6 Allestimento Finale

L'allestimento finale è l'ultima fase prima della consegna, e viene eseguita in cantiere una volta che lo scheletro dello yacht viene realizzato e consegnato da parte dell'azienda esterna. Questa fase è iniziata a maggio 2023, subito dopo la costruzione dei blocchi e l'installazione parziale degli impianti e comprende l'installazione degli apparecchi strumentali, dei sistemi meccanici e dell'arredamento interno. L'allestimento rappresenta l'ultima fase prima della consegna dello yacht all'armatore.

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

4.2.7 Considerazioni

L'analisi di queste fasi ha permesso di osservare che, sebbene il processo richieda tre anni dalla nascita del progetto alla consegna dello yacht, questo risulta ben organizzato e standardizzato. Tuttavia, è possibile apportare ulteriori modifiche per risparmiare tempo nella produzione della seconda matricola, standardizzando alcuni passaggi e migliorando la pianificazione.

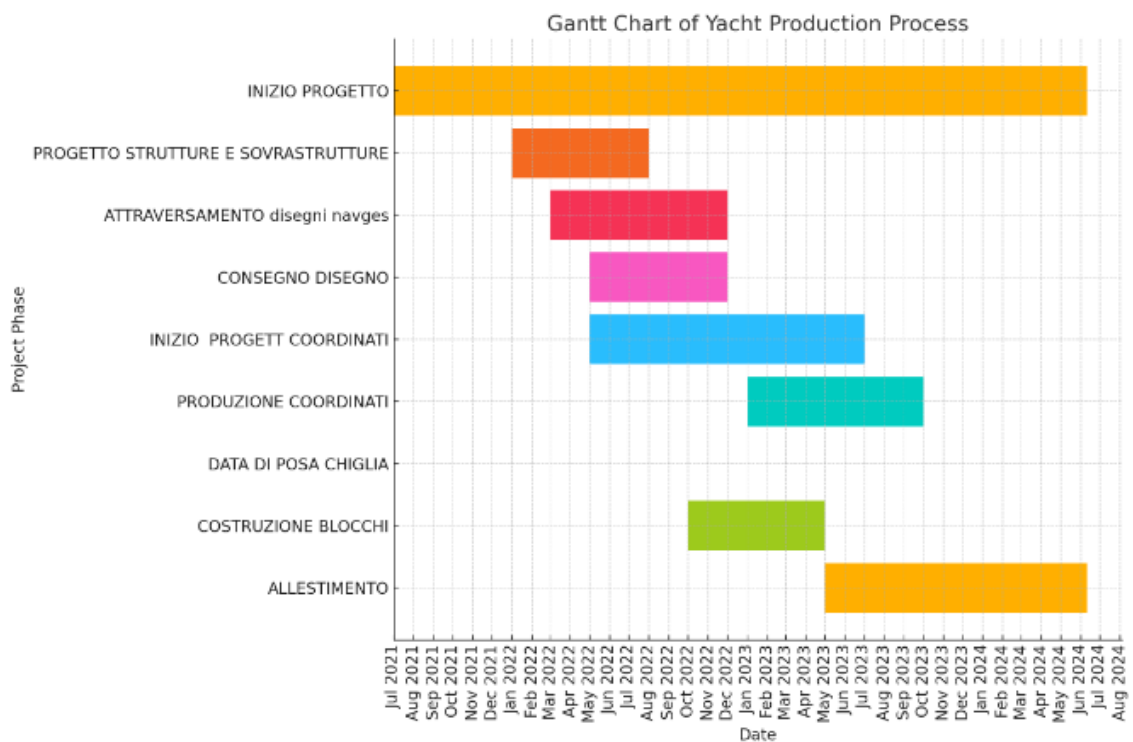


Figura 24: Grafico delle fasi di lavoro

4.3 Modifiche Strutturali alla Matricola N°1

Una volta costruito lo scheletro dello yacht, ossia completata la costruzione e l'assemblaggio dei vari blocchi strutturali, si passa alla fase di allestimento. Questa fase comprende l'installazione di impianti tecnici e funzionali, così come degli arredi richiesti dall'armatore.

Durante questa fase, possono essere necessarie alcune modifiche al progetto iniziale che possono variare da semplici cambiamenti di materiali a complesse lavorazioni meccaniche sui blocchi, al fine di garantire il corretto accoppiamento dei componenti. Anche modifiche apparentemente semplici possono impattare significativamente il processo complessivo, influenzando costi e tempi di consegna dello yacht.

Per poter industrializzare il processo di produzione di uno yacht si è deciso di andare ad analizzare le modifiche che sono risultate necessarie ai fini del completamento del lavoro. Alcune di queste sono risultate molto semplici e non sono state prese in considerazione in questo lavoro, in quanto, seppur necessarie ai fini dell'installazione di alcuni optional o per l'allestimento, non hanno comportato ritardi o comunque non hanno avuto un peso importante nel percorso che porta alla conclusione del prodotto. Di seguito vengono riportate invece alcune modifiche critiche nella produzione dello yacht, che, nonostante in rapporto al tempo di attraversamento totale e al costo di realizzazione dello yacht possano sembrare ininfluenti, sono un esempio di quello che l'ufficio tecnico e il cantiere fanno per poter standardizzare il processo e renderlo il più efficiente possibile. Questo perché tali modifiche, oltre a una spesa sul piano economico, richiedono numerose ore di lavoro di progettazione e ingegneria per poter trovare una soluzione.

4.3.1 Modifica delle Battute dei Vetri

I vetri degli oblò vengono (di regola) installati su appositi telai mediante materiali adesivi e isolanti per evitare infiltrazioni. In fase di progettazione, era prevista una cornice di battuta costituita da un profilo a C saldato sulla lamiera del blocco. Tuttavia, a causa della mancanza di un profilo equivalente sul mercato, è stata necessaria una soluzione alternativa. Nell'immagine sottostante si può vedere come i vetri vengono incollati con un materiale sigillante, il: sikaflex adesive, su un profilo che viene saldato alla struttura.

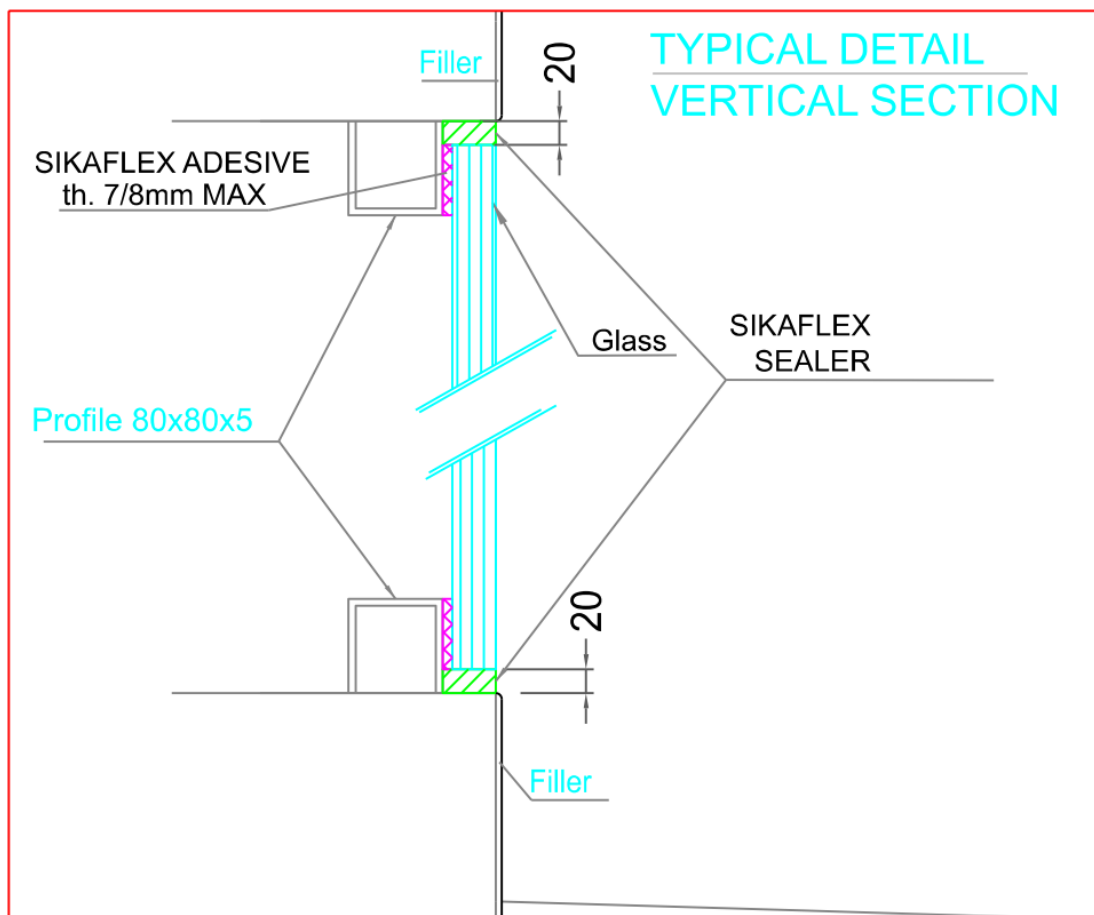


Figura 25: Disegno di installazione Oblò.

Il cantiere esterno ha proposto una cornice equivalente composta da una lamiera a L saldata con una lamiera rettilinea. Sebbene questa soluzione

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

fornisse un prodotto equivalente, ha comportato ore di lavoro extra non previste inizialmente. La modifica ha interessato i blocchi S11, S12, S13, S21 e S22, con un costo complessivo di 13.000 euro e circa 300 ore di lavoro.

4.3.2 Posizionamento dei Gas di Scarico

Durante la progettazione, è difficile prevedere il corretto posizionamento delle condotte e delle uscite dei gas di scarico e quindi i blocchi interessati devono subire delle lavorazioni meccaniche per poter installare correttamente i tubi che permettono l'uscita dei gas di scarico. Pertanto, nel momento in cui si arriva alla fase di posizionamento di questi impianti è necessario fare uno studio del layout per i vari passaggi dei tubi e andare a determinare correttamente la bocca di uscita dei gas di scarico che provengono dalla sala macchine.

Per i gas di scarico, è stato necessario rimuovere un profilo, dividerlo in due metà e riposizionarlo diversamente, come mostrato nell'immagine sottostante

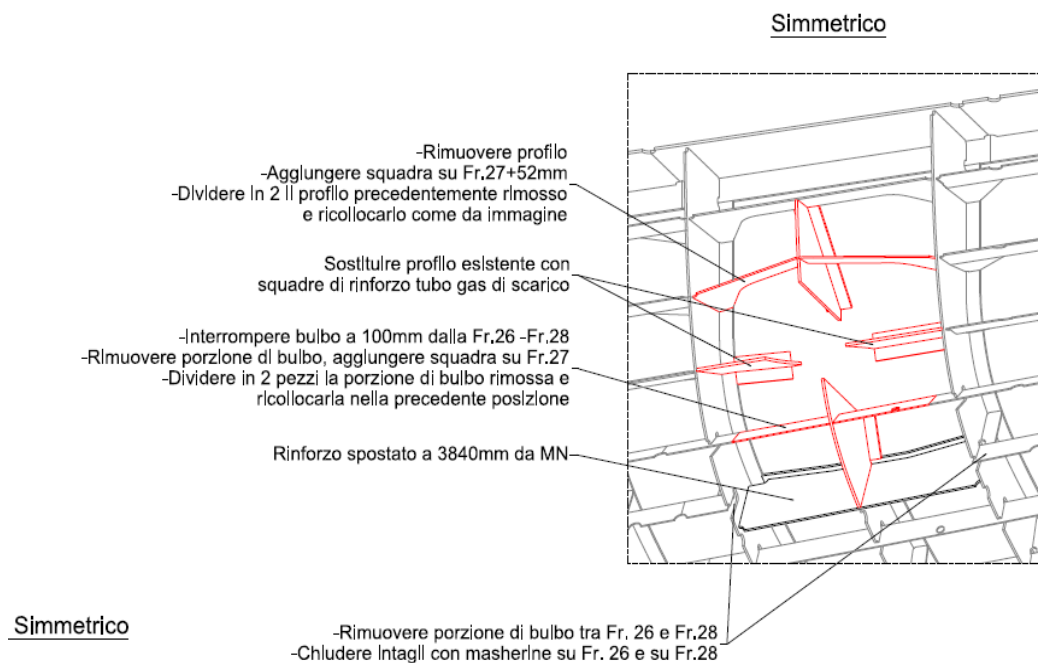


Figura 26: Disegno modifica per i tubi dei gas di scarico

Nell'immagine si possono vedere le modifiche apportate alla struttura del blocco interessato. Frame: Nel contesto navale, un "frame" è una struttura trasversale che forma la "costola" dello scafo di una nave. I frame sono distribuiti lungo la lunghezza della nave e forniscono resistenza e rigidità

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

allo scafo. In un contesto di cantiere vengono usati come sistemi di riferimento per identificare delle altezze, infatti, nel disegno delle modifiche apportate si parla di frame 27, frame 26 ecc.

Le costole o frame, quindi, vengono utilizzate come sistemi di riferimento durante la costruzione della nave; queste sono numerate per facilitare il lavoro di ingegneri e operai. La spaziatura fra queste dipende da tipo di nave e dal suo design.

Bulbo: quando si parla di bulbo in questo caso non ci si riferisce al rigonfiamento presente nella parte anteriore dello scafo, ma si fa riferimento a una sezione strutturale caratterizzata da una flangia superiore e un bulbo inferiore che assomiglia a una forma a T o a I, che ha la funzione di aumentare la resistenza e la rigidità della trave in cui viene applicata, migliorando la distribuzione del carico e riducendo la struttura.

Per poter ricavare il foro necessario a installare l'uscita dei gas di scarico sono state effettuate le seguenti lavorazioni:

- è stato rimosso un profilo, diviso in due e ricollocato come si può vedere dall'immagine;
- in corrispondenza del frame 27 a una distanza di 52 mm è stata aggiunta una squadra;
- il profilo esistente è stato sostituito con alcune squadre di rinforzo per sostenere il tubo del gas di scarico;
- è stato rimosso il bulbo a una distanza di 100 mm dal frame 26 e dal frame 28, suddiviso in due pezzi e ricollocato nella precedente posizione.

La modifica è stata applicata al blocco F2, con un costo di 7.500 euro e 200 ore di lavoro manuale e ingegneristico. Una volta effettuate queste modifiche, è stato possibile aggiornare i progetti iniziali per le successive produzioni, evitando ulteriori lavorazioni.

4.3.3 Installazione delle Bombole Novec

La sala macchine degli yacht deve essere dotata di un sistema antincendio, come il sistema Novec, che richiede uno spazio dedicato per le bombole. Tuttavia, definire questo spazio in fase di progettazione è complesso, poiché l'impianto e i collegamenti vengono progettati successivamente alla costruzione del blocco.

Le operazioni meccaniche necessarie per creare il vano dedicato alle bombole vengono quindi realizzate in una fase successiva. Come mostrato nelle immagini sottostanti, lo spazio occupato dalle bombole è considerevole e la sua realizzazione ha un impatto significativo sulla costruzione e sull'allestimento:

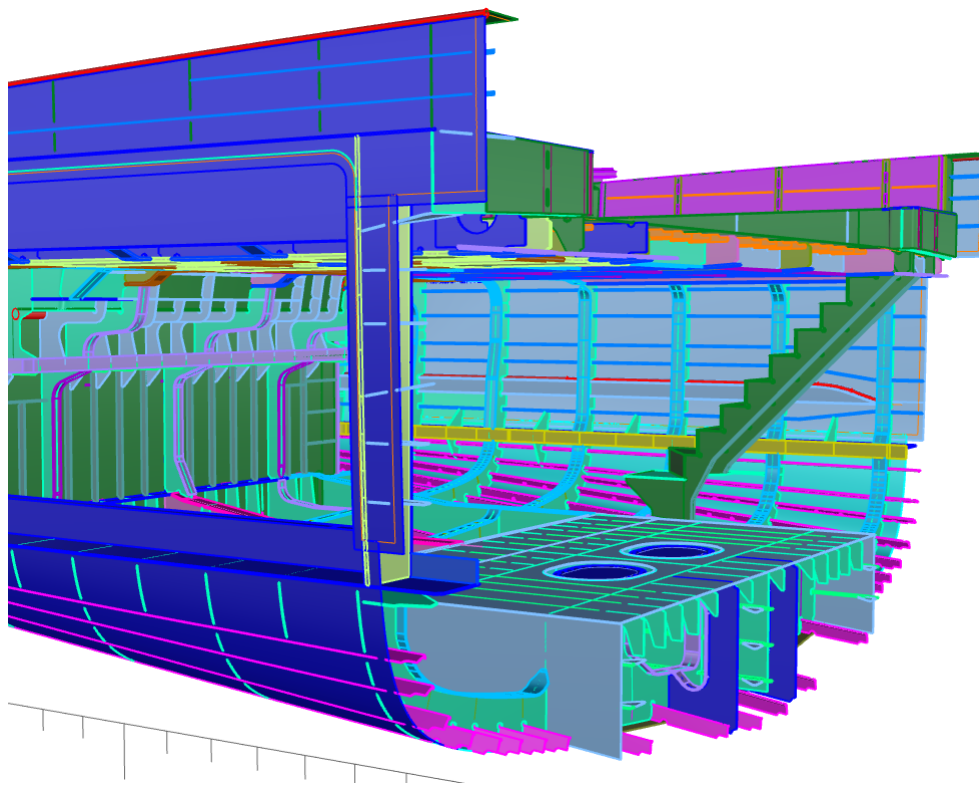


Figura 27: Struttura senza ambiente per l'impianto Novec

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

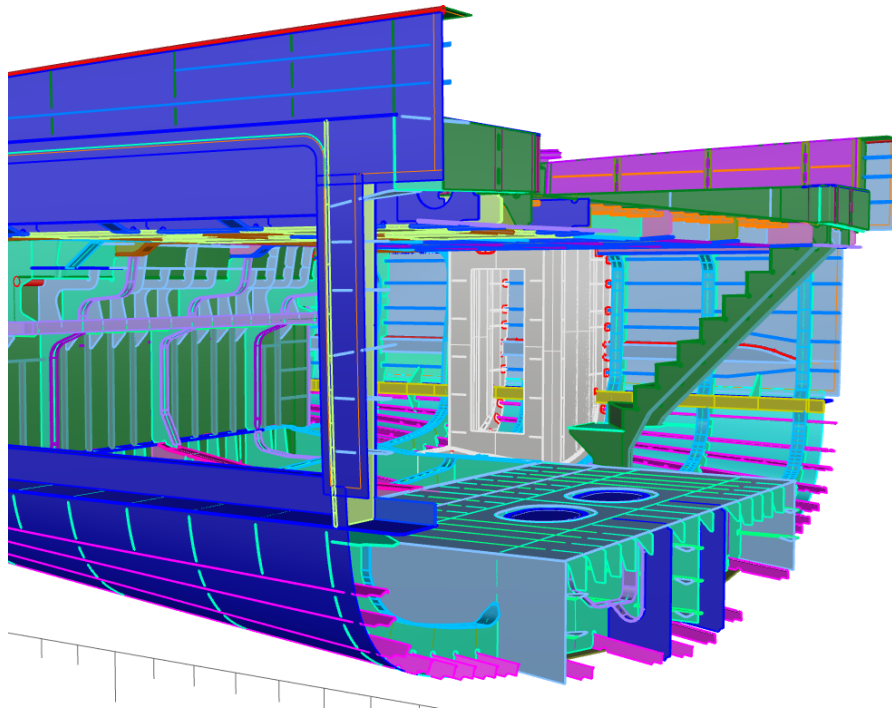


Figura 28: Struttura con l'ambiente per l'impianto Novec

La modifica ha richiesto 250 ore di lavoro e un costo di 7.000 euro per le lavorazioni meccaniche.

4.4 Optional attivabili

Durante la nascita del progetto, si è deciso di lasciare un margine di personalizzazione dello yacht riservando all'armatore la possibilità di scegliere quali optional attivare da una lista limitata studiata in fase di ideazione del progetto.

Per industrializzare il processo e fornire questa possibilità il cantiere ha dovuto studiare in anticipo delle soluzioni standard e facilmente attivabili senza creare dei ritardi o degli intralci alla produzione.

Ogni optional, infatti comporterebbe delle modifiche strutturali e di layout che causerebbero dei ritardi se non si fosse progettata la soluzione in anticipo.

Il cantiere, pertanto, fornisce all'armatore delle date entro le quali poter attivare ogni optional, avendo allo stesso tempo già progettato la soluzione di quel determinato ambiente interessato, sia in caso di attivazione di quell'optional che senza.

Quindi si fa uno studio preliminare per ogni optional e si prepara il progetto nel caso questo venga selezionato o meno; nel caso venga attivato dall'armatore si ha già la soluzione standardizzata pronta e non si deve dedicare tempo a pensare a una soluzione opportuna per soddisfare la richiesta.

La maggior parte di questi optional sono puramente estetici e ininfluenti per quello che riguarda la progettazione e produzione.

Altri invece sono molto importanti perché la loro scelta o meno comporta delle modifiche importanti ad alcuni blocchi strutturali dello yacht.

I principali optional che influenzano la progettazione sono:

- La presenza o meno degli Scr (Selective Catalytic Reduction) nella sala macchine;

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

- La presenza di un ascensore con la funzione di collegare i tre ponti: Lower deck, Main deck e Upper deck.

4.4.1 Ascensore

Nella lista degli optional, previsti per questo yacht, c'è quello di installare un ascensore che colleghi il Main deck con l'Upper deck e il sun deck.

La presenza di questo comfort sulla nave comporta la previsione di un apposito vano che percorre in altezza gran parte della struttura e di uno spazio necessario ai vari componenti per movimentarla, come ad esempio quelli elettrici che permettono il suo funzionamento.

L'apertura da praticare su ogni ponte per garantire l'installazione dell'ascensore ha una dimensione di 1100x1100mm e viene effettuata indicativamente tra l'ordinata 47 e l'ordinata 50.

Dovendola praticare su 3 ponti, Lower deck, Main deck e Upper deck, il cantiere ha valutato opportunamente di prevederla già negli esecutivi dei blocchi. Questa scelta è risultata conveniente in quanto in caso contrario, per poter installare l'ascensore bisognerebbe andare a tagliare le varie lamiere su ciascun ponte, ostacolando le altre lavorazioni e il proseguimento dei lavori nelle zone adiacenti.

All'armatore viene dato un termine entro il quale confermare o meno la presenza di questi optional, al fine di poter proseguire con i vari allestimenti nei diversi piani e allo stesso tempo essere pronti ad una soluzione alternativa nel caso in cui questi non fossero presenti.

La scadenza entro la quale è possibile scegliere o meno questo optional risulta essere la fine della progettazione dei coordinati.

4.4.2 Sala macchine e impianti Scr

L'IMO (International Maritime Organization), con l'obiettivo di ridurre le emissioni di gas nocivi, regola la navigazione delle imbarcazioni secondo limiti di emissioni di gas. L'ultimo regolamento, l'IMO Tier 3, è entrato in vigore il 1° gennaio 2016 e regola la navigazione nelle ECA (Emission Control Areas). In queste aree vengono applicate delle restrizioni riguardo le emissioni di ossidi di zolfo (SO_x), ossidi di azoto (NO_x), particolato (PM) e altre sostanze inquinanti prodotte dalle navi. Le zone che attualmente rientrano nelle ECA sono: Mar Baltico, Mare del Nord, aree costiere nordamericane e Mar dei Caraibi statunitensi.

A partire dal 1° gennaio 2021, tutti i motori marini di potenza superiore ai 130 kW devono rispettare i seguenti limiti di emissione:

- Sotto i 130 rpm: massimo 3,4 g/kWh di NO_x
- Sopra i 2000 rpm: massimo 2,0 g/kWh di NO_x
- Regimi intermedi: massimo 2,4 g/kWh di NO_x

Per rispettare i requisiti del Tier 3, le navi devono utilizzare sistemi avanzati per la riduzione delle emissioni come i sistemi di riduzione catalitica selettiva (SCR).

Gli impianti SCR

Gli impianti SCR (Selective Catalytic Reduction) sono sistemi utilizzati per ridurre le emissioni di ossidi di azoto (NO_x) nei motori diesel. Sono costituiti principalmente da un catalizzatore e da un sistema di iniezione di un reagente riducente, comunemente urea o ammoniaca in soluzione acquosa.

Il catalizzatore, spesso a base di materiali come vanadio o tungsteno, è situato all'interno del sistema di scarico del motore diesel. Nel catalizzatore si trova un filtro antiparticolato con la funzione di rimuovere le particelle

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

solide presenti nei gas di scarico dei motori, come carbonio, idrocarburi e altri contaminanti. Il reagente riducente viene iniettato nel flusso dei gas di scarico prima che entrino nel catalizzatore SCR.

Durante il processo di reazione chimica, il reagente riducente (solitamente urea) si decompone in ammoniaca (NH_3) e anidride carbonica (CO_2). Gli ossidi di azoto (NO_x) presenti nei gas di scarico reagiscono con l'ammoniaca sul catalizzatore SCR, convertendosi in azoto (N_2) e acqua (H_2O), che sono sostanze innocue e non dannose per l'ambiente. Questo processo avviene a temperature relativamente elevate, tipicamente tra i 250°C e i 400°C .

Funzionalità dell'impianto SCR

1. Riduzione delle emissioni: gli impianti SCR sono progettati per ridurre significativamente le emissioni di NO_x dai motori diesel, migliorando la qualità dell'aria e riducendo l'impatto ambientale.
2. Conformità normativa: l'installazione di sistemi SCR è spesso necessaria per rispettare i limiti massimi consentiti di emissioni di NO_x stabiliti dalle normative ambientali nazionali e internazionali.
3. Efficienza energetica: gli impianti SCR consentono una riduzione selettiva delle emissioni di NO_x senza compromettere le prestazioni o l'efficienza del motore diesel, garantendo una maggiore durata del motore.
4. Contributo alla sostenibilità: gli impianti SCR rappresentano una tecnologia avanzata e sostenibile per la riduzione delle emissioni inquinanti, aiutando a mitigare l'impatto ambientale delle attività di navigazione.

In sintesi, gli impianti SCR svolgono un ruolo fondamentale nella riduzione delle emissioni nocive dei motori diesel, garantendo la conformità normativa e contribuendo alla sostenibilità ambientale delle imbarcazioni e

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

dei veicoli che li utilizzano. L'assenza di impianti SCR all'interno dello yacht può comportare diverse limitazioni di navigabilità e accesso a determinate aree marittime. In molti casi, le normative ambientali e le leggi nazionali o regionali impongono limiti rigidi sulle emissioni di ossidi di azoto (NO_x) per le imbarcazioni che navigano in zone sensibili o aree protette. Senza un impianto SCR adeguato, l'imbarcazione potrebbe non essere conforme a tali normative e potrebbe essere soggetta a multe e sanzioni da parte delle autorità marittime. Inoltre, l'assenza di impianti SCR potrebbe limitare l'accesso dell'imbarcazione a porti e destinazioni che richiedono conformità con standard ambientali rigorosi, riducendo così la flessibilità operativa dello yacht e compromettendo la sua capacità di offrire esperienze di navigazione di alto livello. Queste limitazioni possono avere un impatto significativo sul valore e l'attrattiva dell'imbarcazione sul mercato, poiché i potenziali acquirenti potrebbero preferire yacht che siano conformi alle normative ambientali e in grado di accedere a una gamma più ampia di destinazioni senza restrizioni. Pertanto, l'assenza di impianti SCR può non solo limitare la navigabilità dello yacht, ma anche compromettere la sua competitività e il suo appeal sul mercato delle imbarcazioni di lusso.

Nel caso dello yacht in questione, gli impianti SCR sono un optional potenzialmente attivabile, quindi è l'armatore che decide se installarli o meno. Essendo impianti ingombranti, la loro presenza o meno cambierebbe notevolmente il layout della sala macchine. È quindi necessario progettare fin da subito la sala macchine con una predisposizione all'installazione di questo optional. La presenza o meno dell'impianto SCR modifica completamente lo spazio disponibile, ma non prevedere e non progettare da subito la sala macchine con questa possibilità comporterebbe, in caso di selezione dell'optional da parte dell'armatore, una completa revisione del

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

progetto iniziale e quindi un lavoro notevole di ingegneria e di manodopera per modificare sia il layout che il blocco fisico. I due sistemi SCR che vengono installati nella sala macchine dello yacht sono collocati tra l'ordinata 25 e l'ordinata 32, ciascuno sopra il rispettivo motore, e hanno un peso di 1000 kg ciascuno

4.4.3 Corazze vetri yacht

Nel contesto della produzione industriale degli yacht, le corazze rappresentano un elemento cruciale per garantire la sicurezza e l'integrità strutturale delle imbarcazioni in condizioni di mare avverse. Il regolamento RINA YATCH FOR COMMERCIAL USE PART B fornisce una descrizione delle varie normative che devono essere rispettate per quello che riguarda dove devono essere applicate, l'installazione e l'uso delle corazze negli yacht, sottolineando la loro importanza nella protezione delle finestre e delle aperture durante tempeste e altre situazioni estreme.

Le corazze, o "deadlights," sono coperture aggiuntive progettate per proteggere le finestre degli yacht. Secondo il regolamento RINA, queste corazze devono essere installate in determinate condizioni e in specifiche zone della nave per assicurare la massima sicurezza. Le corazze possono essere in posizioni fisse o rimovibili, a seconda del tipo di vetro utilizzato e delle condizioni operative previste.

Specifiche Tecniche e Normative

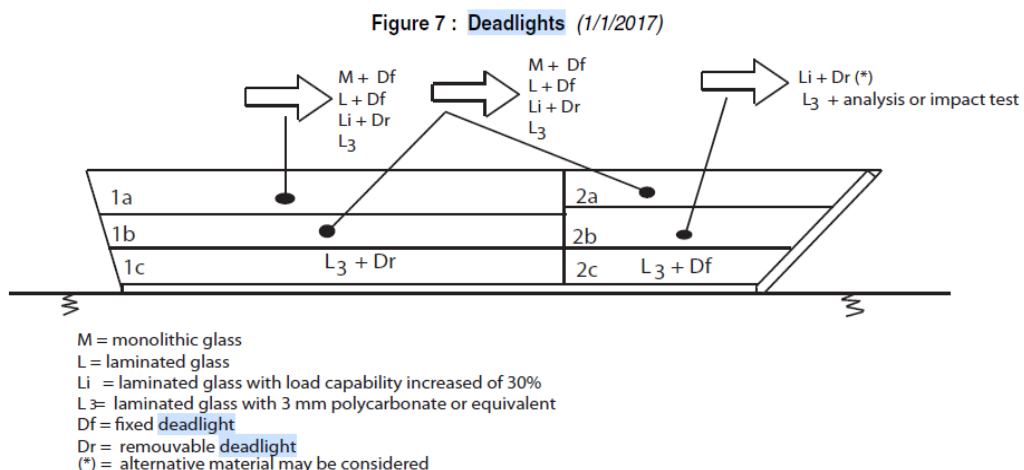


Figura 29: Classificazione in zone dello scafo

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

Il regolamento RINA classifica le seguenti zone dello scafo con diversi requisiti per gli oblò:

- Zona 1a, 1b, 2a: corazze possono essere evitate per vetrate realizzate con laminato con uno strato intermedio di 3 mm di policarbonato o materiale equivalente.
- Zona 2b: quando si utilizza vetro laminato con uno strato intermedio di 3 mm di policarbonato o materiale equivalente, deve essere prevista una corazza rimovibile.
- Zona 1c: deve essere prevista in ogni caso una corazza fissa o rimovibile.
- Zona 2c: deve essere prevista in ogni caso una corazza fissa.

. Devono essere progettate considerando la stessa pressione di progetto richiesta per la vetrata. I materiali utilizzati devono essere conformi agli standard di qualità, come la lega di alluminio marino ISO 1751 o materiali compositi utilizzati per la costruzione dello scafo.

Dove queste devono essere previste, è necessario che vengano posizionate in un luogo facilmente accessibile così da poterle prendere e montare con facilità e in modo sicuro in qualunque condizione di mare. Inoltre, le corazze devono essere testate idraulicamente per verificare la tenuta, la resistenza ecc., secondo delle precise procedure riportate nelle normative.

Le corazze devono resistere alla pressione di progetto senza superare il limite di deformazione di snervamento. La progettazione deve considerare la stessa pressione di progetto richiesta per la vetrata.

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

Nel caso non si riesca a calcolare con precisione la resistenza alla deformazione si può effettuare il test a una pressione pari a 4 volte quella di progetto.

I materiali utilizzati devono essere conformi agli standard di qualità, come la lega di alluminio marino ISO 1751 o materiali compositi. La lega di alluminio fusa deve avere un allungamento alla rottura non inferiore al 6%.

Procedura di Test Idraulico

Quando è richiesto un test idraulico, questo deve essere eseguito secondo le seguenti indicazioni:

1. Preparazione del Bacino di Test:
 - o Il test deve essere effettuato utilizzando un bacino di prova che assicuri l'impermeabilità fino alla pressione di test richiesta.
 - o Il bacino deve replicare la situazione di assemblaggio reale a bordo, utilizzando materiali e dimensioni identici o equivalenti.
2. Piping di Riempimento e Misurazione della Pressione:
 - o Le tubature per il riempimento dell'acqua e per la misurazione della pressione devono essere separate.
 - o Durante il riempimento del bacino con acqua, assicurarsi di eliminare o minimizzare l'intrappolamento dell'aria.
3. Struttura di Supporto:
 - o La struttura di supporto del sistema di finestre testato deve essere sufficientemente rigida per prevenire la deflessione dei bordi che influenzerebbe i risultati del test.
4. Strumenti di Misurazione:
 - o Gli operatori dei test devono utilizzare strumenti di misurazione calibrati, conformi ai criteri metrologici del sistema internazionale di unità di misura, in termini di accuratezza e ripetibilità.

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

5. Campione Testato:

o Il campione testato deve essere rappresentativo della costruzione e installazione dell'apertura vetrata a bordo. Un disegno della costruzione e del fissaggio del campione deve essere fornito e incluso nella documentazione del test.

6. Laboratori Certificati:

o Il test deve essere effettuato da laboratori o istituzioni che soddisfano i requisiti della norma ISO/IEC 17025. In alternativa, i produttori di finestre che soddisfano standard equivalenti possono eseguire tali test.

Si analizzano tre diverse procedure A, B e C:

Procedura di Test (A)

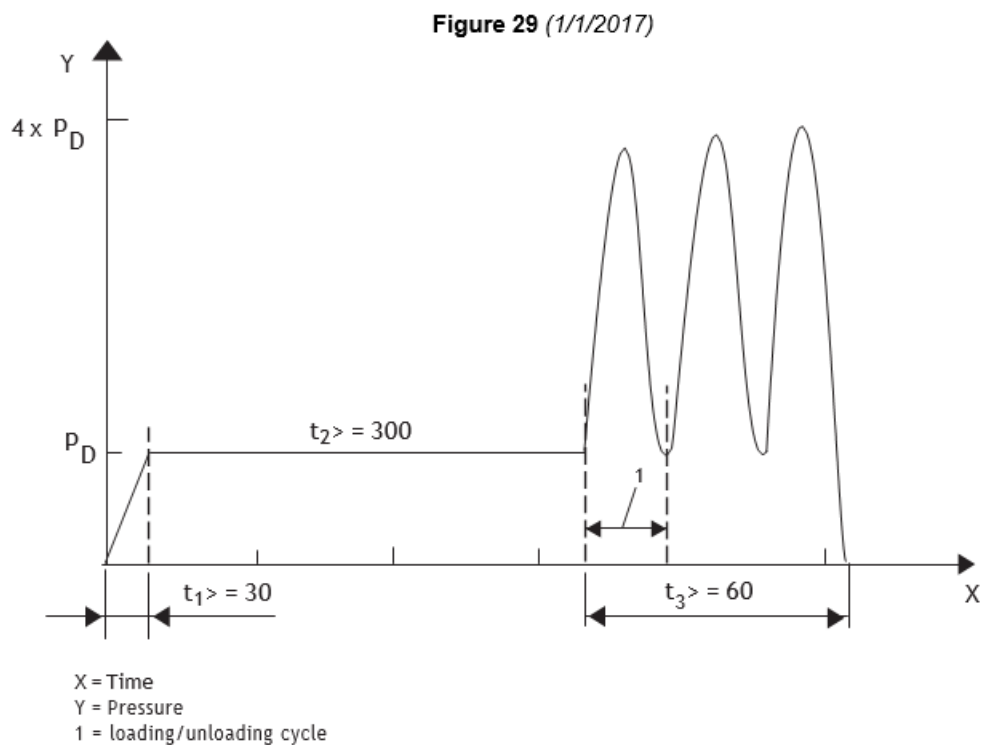


Figura 30: Procedura test A

- Le dimensioni di tutti i componenti principali (bacino e apertura vetrata) devono essere verificate e registrate.
- Gli strumenti di misurazione devono essere calibrati.

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

- La pressione di test di progetto (PD) deve essere stabilita. La pressione nella camera deve essere aumentata fino a PD e mantenuta per almeno 5 minuti.
- Tre cicli di carico/scarico devono essere eseguiti entro l'intervallo di pressione da $1 \times PD$ a $y \times PD$, iniziando sotto $1/2 y \times PD$ e arrivando a $y \times PD$.
- La deflessione centrale deve essere misurata e registrata fino alla pressione di progetto. La pressione del bacino deve essere misurata e registrata continuamente durante il test.
- Eventuali eventi come perdita di impermeabilità (dalla vetrata o dal sistema di fissaggio) o rottura delle lastre di vetro devono essere registrati dagli operatori del test con la relativa pressione di test.
- Se non diversamente specificato e se possibile, il campione deve essere portato al collasso finale.

Procedura di Test (B)

- Le operazioni preliminari incluse nella procedura (A), ovvero la verifica delle dimensioni e la calibrazione degli strumenti, devono essere completate.
- Il ciclo di pressione deve seguire quanto illustrato nella figura seguente (fase ciclica, fase di mantenimento e aumento finale della pressione di test).
- La pressione della camera deve essere aumentata fino a PD e tre cicli di carico/scarico devono essere eseguiti entro l'intervallo di pressione da scarico a PD. La pressione deve essere mantenuta per almeno 5 minuti. Infine, la pressione dell'acqua deve essere aumentata fino a 4 volte la pressione di progetto ($4 \times PD$).

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

Figure 30 (1/1/2017)

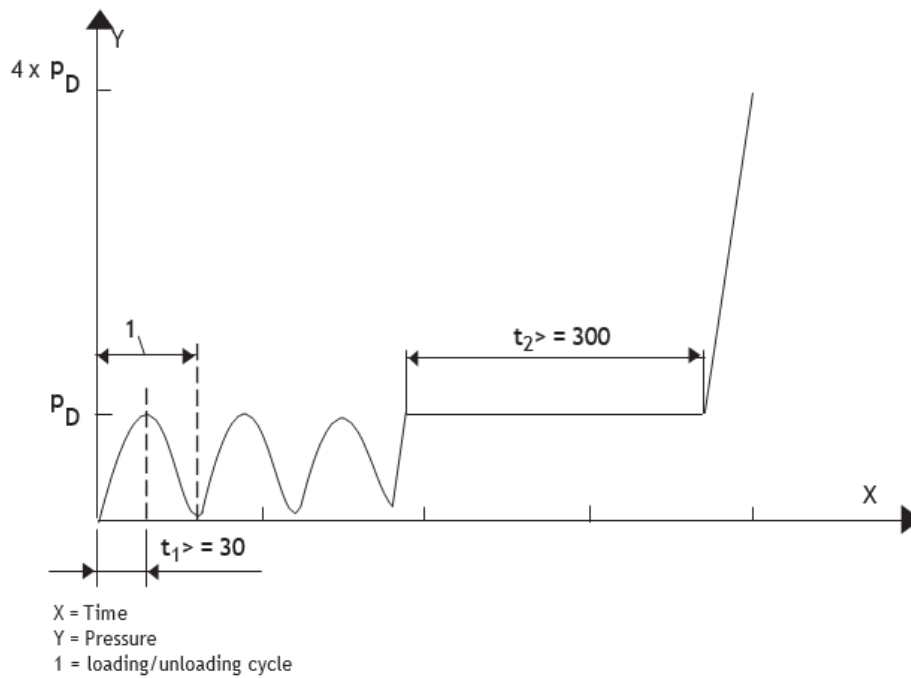


Figura 31: Procedura test B

Procedura di Test (C)

Questa è una procedura per un test a gradini in cui una costruzione in vetro viene testata per due (o più) diversi carichi di progetto.

- Le operazioni preliminari incluse nella procedura (A), ovvero la verifica delle dimensioni e la calibrazione degli strumenti, devono essere completate.
- Il ciclo di pressione deve seguire quanto illustrato nella figura seguente (fase ciclica a pressione P_{D1} , fase ciclica a pressione P_{D2} , fase di mantenimento e aumento finale della pressione di test).
- Le operazioni richieste per la procedura (A), ovvero la misurazione della deflessione centrale e la registrazione continua della pressione del bacino, devono essere completate.

Figure 31 (1/1/2017)

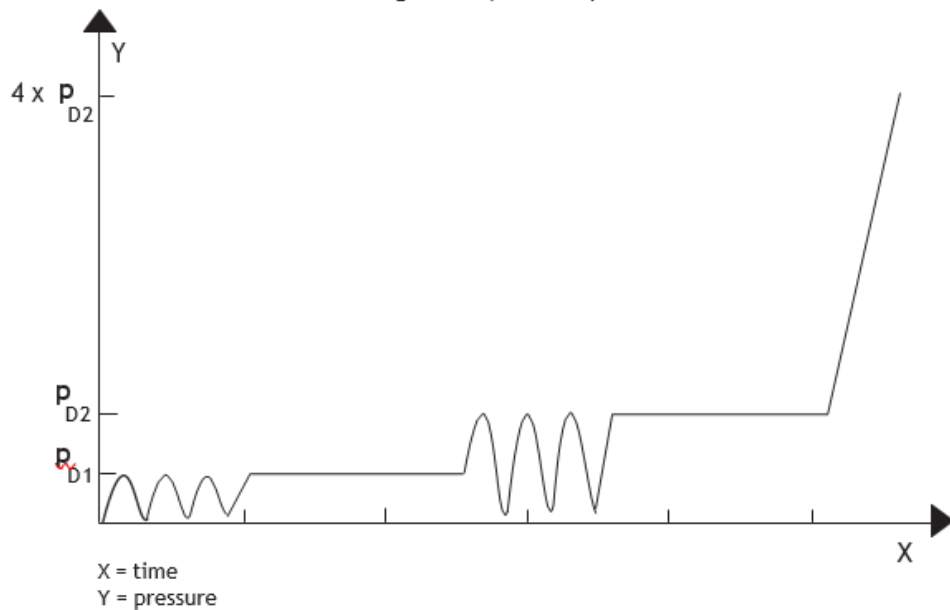


Figura 32: Procedura test C

Conclusione del Test

Il test è superato se il sistema resiste alla pressione di progetto moltiplicata per il fattore di sicurezza senza guasti in nessuna parte del sistema e mantiene l'impermeabilità. La pressione di progetto deve essere raggiunta in non meno di 30 secondi per entrambe le procedure (A) e (B) e la prima pressione di progetto per la procedura (C), e i tre cicli di carico/scarico per la procedura (A) devono essere eseguiti in non meno di 60 secondi. Se il sistema di fissaggio è mantenuto in termini di dettagli costruttivi, dimensioni geometriche e materiali, e la sezione trasversale della lastra è identica, l'accettazione del test può essere estesa a qualsiasi apertura vetrata con requisiti di resistenza (pressione di progetto PD) e dimensioni inferiori.

Implementazione nel Processo di Produzione

L'industrializzazione del processo di produzione di uno yacht richiede un'attenzione particolare alla progettazione e all'installazione delle corazze. Durante la fase di progettazione, gli ingegneri devono assicurarsi che le corazze siano integrate nel design dello yacht in modo da rispettare le normative e garantire la massima efficienza. Durante la costruzione, le corazze devono essere testate idraulicamente per verificarne la resistenza e la capacità di protezione.

Per lo yacht "CL 50 "Custom Line, il cantiere ha optato, come dotazione standard, delle corazze realizzate in carbonio piuttosto che il solito alluminio così da offrire all'armatore un prodotto più leggero e più comodo da utilizzare in caso di installazione.

Le corazze realizzate per questo yacht sono 8, suddivise in due taglie:

- 4 Rettangolari con le seguenti dimensioni 1510mm x 710 mm x 30 mm
- 4 quadrate con le seguenti dimensioni 710 x 710 mm x 30 mm

La scelta di fabbricare le corazze in carbonio è stato il risultato del confronto fra la fornitura delle otto corazze realizzate in alluminio con le otto realizzate in carbonio.

Nella tabella sottostante sono state riportate le due rispettive forniture:

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

MATERIALE	Fornitura	materiale da fornitura	materiale da fornitura per prova idrostatica	Esclusa da fornitura	Peso
ALLUMINIO	Progettazione + mock up+ canotti + 8 corazze	Lamiera in AL5083 sp.30 mm fresata da saldata a scafo da CPN + corazza in alluminio 6082T6 sp. 12--15mm dotata di pomelli di chiusura in AISI316L Lucidati + mock up per collaudo		<ul style="list-style-type: none"> • Stuccatura e verniciatura dei portelli. • Certificazione materiali da RINA. 	>35 KG
CARBONIO	Progettazione (inclusivo FEM)+ mock up+8 corazze	fibra di carbonio impregnata in matrice di resina epossidica Elantas Elan-tech EC152 e catalizzatore W152 XLR extra-slow con struttura sandwich. Finitura RAL 9010	Materiale in AL5083 certificato Rina e tagliato a nest, Lavorazioni meccaniche per tenute portelli (buchi, filetti ,elicoil ecc.) Fornitura bulloneria e guarnizioni NBR . -Montaggio e saldatura strutture come da dis. NASO_MockUp Corazze Fornito da Uff.tecnico CRN . -Prova idrostatica interna e prova di tenuta finale con Rina in officina	<ul style="list-style-type: none"> • Stuccatura e verniciatura dei portelli. • Certificazione materiali da RINA. 	21kg (per taglia maggiore) 10kg (per taglia minore)

Figura 33: Caratteristiche delle due forniture

È stato chiesto un preventivo a due fornitori diversi, rispettivamente uno per la produzione in alluminio e uno per la realizzazione delle corazze in fibra di carbonio per valutare se oltre ai vantaggi dovuti al minor peso delle corazze realizzate in fibra di carbonio, ci fosse anche un vantaggio economico nell'investimento.

Confrontando le due forniture è stato accertato che nonostante per la matricola numero uno, come era possibile prevedere, la fornitura in alluminio risulta conveniente nella realizzazione delle corazze per un solo esemplare di yacht, se si considera la fornitura per tutte e 7 le matricole, la realizzazione in carbonio risulta essere la più economica.

Qua sotto si riporta la tabella riassuntiva dei costi da sostenere per le due forniture nel caso si produca un solo campione di corazze.

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

	Progettaz + mock up	progettaz +materiale prova idrostatica	produzione dime e stampi	x8 corazze	Approv.Rina	Investimento per serie	TOTALE PRIMA FORNITURA
ALLUMINIO	16.000,00 €			43.200,00 €	3.000,00 €		62.200,00 €
CARBONIO	12.400,00 €	12.900,00 €	4.500,00 €	37.000,00 €	3.000,00 €	800,00 €	70.600,00 €

Figura 34: Confronto dei costi per una fornitura

Come si può vedere la fornitura in carbonio di 8 corazze per un solo yacht ha un costo maggiore dovuto alla progettazione che viene effettuata dal fornitore e alla realizzazione delle dime e degli stampi necessari alla fabbricazione.

La realizzazione delle corazze in fibra di carbonio presenta un costo di investimento iniziale che non è presente nella produzione in alluminio, ma dalla produzione del secondo lotto in avanti la fornitura in carbonio di 8 corazze ha un costo minore rispetto a quello in alluminio. Per precisione il fornitore riesce a fornire 8 corazze dalla matricola numero due a un prezzo di 33.500,00 euro contro i 43.200,00 euro alla realizzazione in alluminio.

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

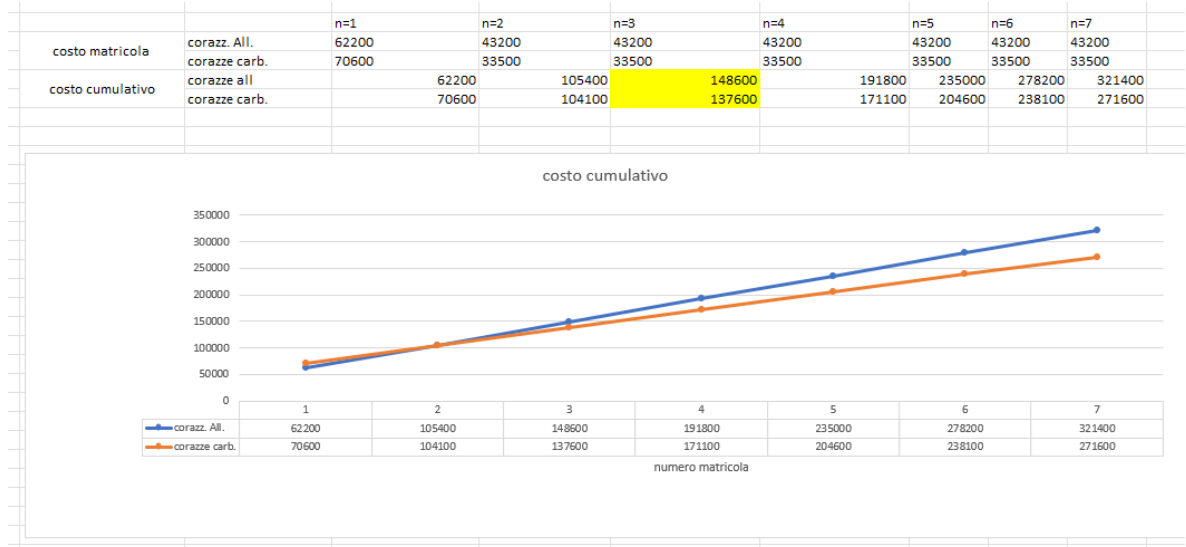


Figura 35: Grafico del costo cumulativo

Dal grafico riportato, è possibile vedere come la scelta della produzione in fibra di carbonio delle corazze per tutti gli esemplari di yacht CL 50 sia conveniente nel lungo periodo, e per la precisione dalla matricola numero 3 si ha il recupero dell'investimento iniziale. Inoltre, viene riportato il costo totale sostenuto dal cantiere all'aggiungersi di un esemplare prodotto, e si può notare come al termine delle 7 matricole realizzate la produzione di 8 corazze in alluminio per 7 yacht avrebbe un costo di 321.400,00 euro mentre realizzarle in carbonio ha un costo totale di 271.600,00 euro. Quindi la produzione in carbonio permette al cantiere di risparmiare 50.000,00 euro circa.

Dopo questa analisi si è deciso di optare per la produzione delle corazze in fibra di carbonio.

In particolare, si riportano i dettagli costruttivi forniti dal produttore per la lamiera di dimensioni maggiori essendo di particolare interesse perché secondo la normativa è quella che deve essere testata e per tanto è stata la prima realizzata.

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

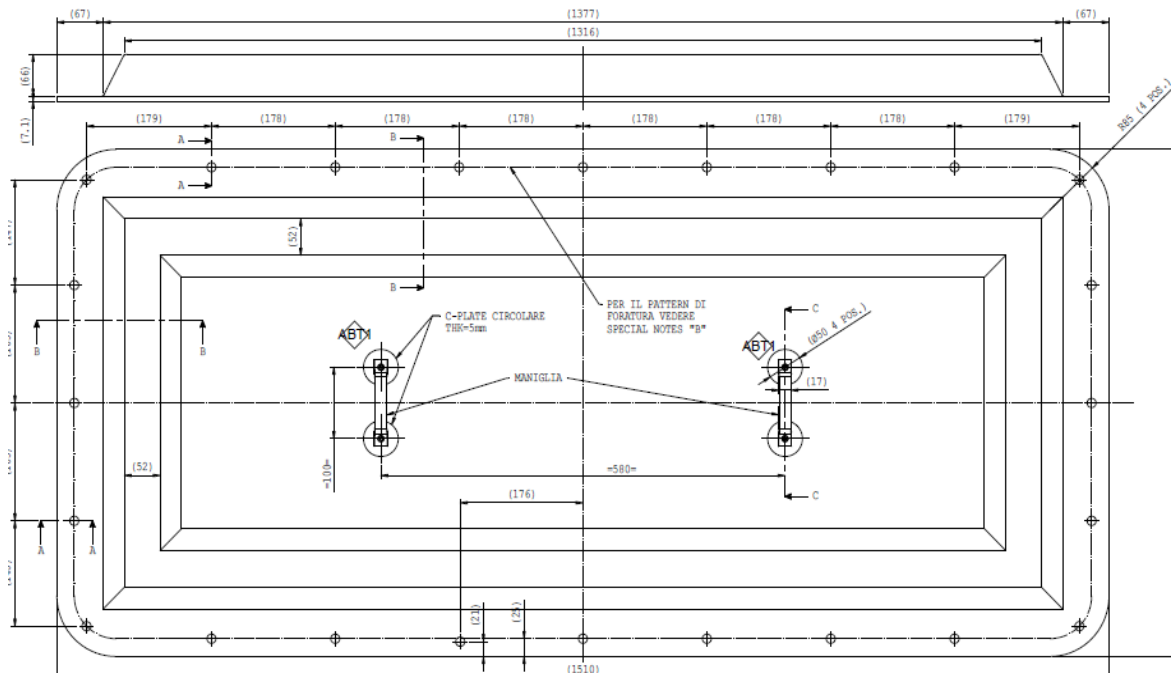


Figura 36: Disegno della corazza di dimensione maggiore

Le corazze vengono realizza utilizzando i seguenti materiali

- Xc 400: un tessuto biassiale in fibra di carbonio con grammatura di 400 gr/m² avente le fibre orientate a +/- 45°;
- Xc 600: un tessuto biassiale in fibra di carbonio con una grammatura di 600 gr/m² e le fibre orientate a +/- 90°;
- Uc 600 è un materiale di rinforzo applicato nel top della struttura
- Core 200: un materiale interno su cui vengono laminati i vari tessuti con una densità di 5600 gr/m²;
- C-plate: è un materiale di rinforzo che viene applicato sulla flangia dove vengono praticati i fori necessari all'installazione.

La laminazione avviene utilizzando una resina epossidica con tecnica di laminazione per infusione sottovuoto.

In dettaglio vengono laminati 14 strati di materiale con la seguente sequenza:

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

- I primi 4 layers hanno una copertura totale e nel dettaglio gli strati depositati sono il primo con grammatura 600, il secondo e il terzo con grammatura 400 e il quarto di nuovo con grammatura 600. Un'attenzione particolare viene rivolta alla flangia esterna dove poi verranno effettuati i 24 fori di diametro 16mm che serviranno per avvitare la corazza al telaio, e dove inoltre viene applicato un rinforzo di 5,5mm di spessore.
- I layers, 5/6/7 vengono applicati esclusivamente alla zona della flangia, e vengono utilizzati rispettivamente i tessuti con grammatura 600, 400 e 600.
- L'ottavo strato ha una copertura su tutta l'area centrale ed è il core 200 che viene applicato con uno spessore di 30 mm.
- il layer 9 è ancora il core che però viene applicata solo su una struttura rappresentata nel disegno.

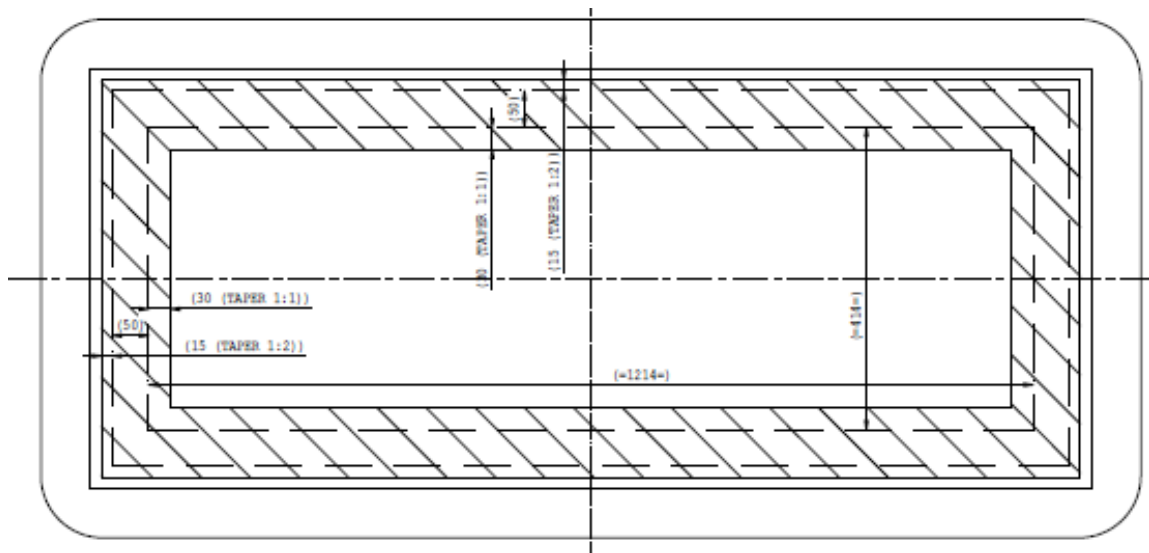


Figura 37: Sezione della corazza

- il layer 10 e 11 viene applicato a tutta la copertura il primo con grammatura di 600 e il secondo con grammatura di 400.
- il layer 12 è il materiale uc 600 che viene applicato solo al top della struttura.

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

- I layer 13 e 14 vengono applicati come copertura totale e sono rispettivamente un tessuto xc 400 e un xc 600.
- Infine, il c plate circolare di spessore 5 mm viene applicato dove dovranno essere applicate poi le maniglie e viene eseguito il foro per il passaggio della vite auto maschiante.
- Incollare il c plate e applicare la vite auto maschiante.
- Infine, rimuovere le viti auto maschianti e forare per l'istallazione degli helicoil.

Una volta realizzata la prima corazza che funge anche da prototipo, sono stati organizzati i test idraulici necessari al rilascio della certificazione.

Pertanto, l'organo che rilascia la certificazione in questo caso l'ente RINA, è venuto in cantiere dove era stato realizzato un mock-up apposito per il test per verificare l'idoneità del prodotto.

Il mock-up realizzato doveva rappresentare con precisione la situazione a bordo, così da poter simulare effettivamente il montaggio e la tenuta della corazza nei vetri dello yacht interessati (Fig.38)



Figura 38: Corazza montata sul Mock Up

4. PRODUZIONE DI UNO YATCH SEMISERIALE

Come da normativa è stato necessario effettuare il test solo sulle corazze con dimensioni maggiori.

Verificato che in pressione, secondo le procedure descritte precedentemente, la corazza non presentasse deformazioni e non si verificassero perdite in corrispondenza dei fissaggi e dei bordi, è stata rilasciata una certificazione di idoneità del prodotto che risulta valida per tutti gli yacht cl 50 che vengono realizzati, se le misure dimensionali non dovessero variare.

Il cantiere, pertanto, ha redatto un test report dove si riportano sia i dettagli costruttivi delle corazze sia le procedure eseguite durante il test di idoneità. Questo report una volta firmato dal Rina rimarrà valido per tutte le successive costruzioni firmando con la classe la lettera di gemellarità, con la condizione che le corazze non cambino dimensioni, in caso ci fosse la necessità di avere una corazza di dimensioni maggiore, è necessario ripetere il test.

5. RISULTATI E DISCUSSIONI

L'obiettivo dello studio svolto è stato quello di valutare i vantaggi che possono derivare dall'industrializzazione del processo produttivo di uno yacht semi-seriale e il risparmio, per il cantiere, dei costi e dei tempi di produzione delle matricole successive alla costruzione del primo esemplare.

Si è esaminata la possibilità di ottimizzare il processo produttivo, apportando correttivi che permettessero di accelerare la produzione, riducendo i costi e i tempi di consegna dello yacht all'armatore.

Completata la realizzazione della matricola numero uno, sono state esaminate le criticità emerse durante il processo così da poterle eliminare nelle produzioni successive.

Ad esempio, durante la produzione della prima matricola cl 50 #1 sono emerse alcune problematiche relative all'istallazione dei coordinati; quindi, al fine di agevolare le future produzioni, è risultato necessario modificare e riprogettare il piano dedicato alla cabina dell'armatore. Definito questo, l'Upper deck è stato ristudiato al fine di cambiare il passaggio di alcune condotte e agevolare le successive lavorazioni manuali necessarie alla produzione dei coordinati. Dovendo riprogettare il layout, le modifiche apportate sono state eseguite anche nell'ottica di migliorare la vivibilità a bordo dello yacht e fornire all'armatore un maggiore comfort.

Qua sotto vengono riportati i due Upper deck a confronto:

LAYOUT UPPER DECK CL 50 #1

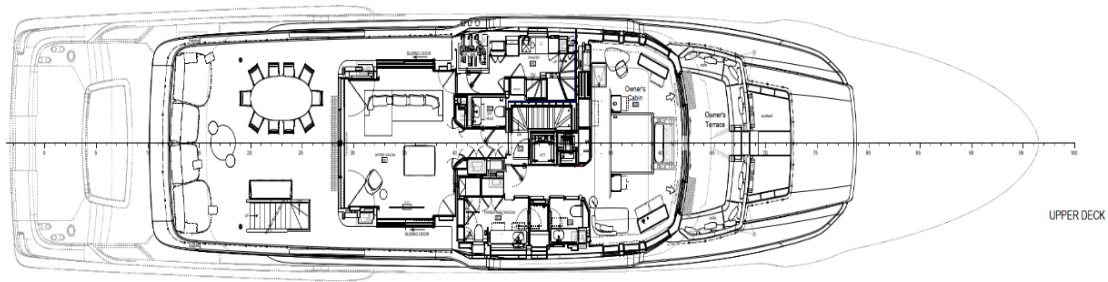


Figura 39: Upper deck CL 50 #1

LAYOUT UPPER DECK CL 50 #2

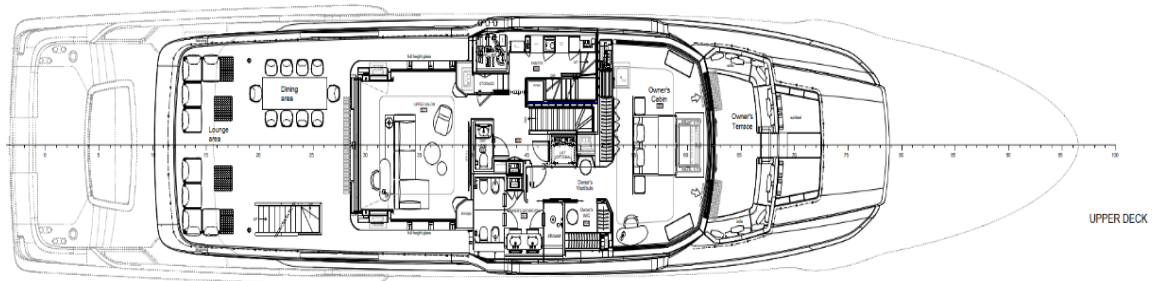


Figura 40: Upper deck CL50 #2

Come si può notare dalle immagini, le modifiche del layout hanno riguardato più zone del piano interessato e la riprogettazione ha coinvolto diverse aree dell'ufficio tecnico.

In dettaglio le modifiche effettuate e le relative aree dell'ufficio tecnico coinvolte:

- È stata modificata la disposizione della struttura della scala ospiti che ha coinvolto l'area Structure dell'ufficio tecnico;
- L'area Piping ha dovuto ridisegnare il passaggio di alcuni coordinati;
- Le planimetrie elettriche sono state aggiornate dall'area Electrical;
- L'area Interior ha dovuto occuparsi della compartimentazione e degli arredi;
- Sono state verificate le dotazioni di salvataggio da parte dell'area Certification;

5. RISULTATI E DISCUSSIONI

- L'area New projects ha ricalcolato la distribuzione dei pesi e la verifica della stazza.

Come si può vedere le aree interessate sono state diverse e il cantiere ha stimato un totale di 1500 ore di ingegneria interna così suddivise:

Area Tecnica	Ore Stimate Modifica UD
STRUCTURE	20
PIPING	300
ELECTRICAL	100
INTERIOR	1000
CERTIFICATION	20
NEW PROJECTS	60

Figura 41: Ore per ogni area di ingegneria

Ipotizzando un costo orario di 50 euro, la riprogettazione dell'Upper deck ha comportato un costo per l'ufficio pari a 75.000 euro che si va a sommare alle spese sostenute per le varie modifiche che devono essere apportate alla matricola numero due.

Un altro aspetto approfondito molto importante è stato lo studio e il confronto fra le fasi di progettazione e produzione eseguite nelle prime due matricole.

Il primo yacht nave cl 50 è stato varato a giugno 2024, mentre il secondo è ancora in fase di costruzione e sebbene alcuni passaggi, come ad esempio la consegna dei disegni esecutivi, siano già avvenuti, di altri si ha solamente una pianificazione approssimativa.

Per tale ragione sono state confrontate alcune fasi di processo già avvenute in entrambi gli yacht, per le quali è stato possibile effettuare un'analisi più

5. RISULTATI E DISCUSSIONI

dettagliata e realistica, e alcune fasi di cui per il secondo yacht si ha solo una pianificazione.

La prima fase di processo analizzata e confrontata è stata la stesura e consegna dei disegni esecutivi al cantiere che è già stata realizzata anche nella seconda matricola.

Di seguito si riportano le due tabelle con le date di consegna degli esecutivi relative ai due yacht.

CL50 # 1

Rif.	Descrizione Attività	Drawing List	Data Consegna
2	Piani di classifica strutture Scafo e Sovrastrutture		
2.1	Sezione Maestra	Midship Section	25/02/2022
2.2	Ingegnierizzazione Superfici Scafo + Modello 3D Scantling Scafo	Structural Model - Hull	25/03/2022
2.3	Scantling Scafo	Main Scantling - Hull	23/03/2022
2.4	Hull Scantling Foundation	Hull Scantling Detail FWD Foundation	06/05/2022
		Hull Scantling Detail AFT Foundation	13/05/2022
2.5	Welding Booklet - Hull	Welding Booklet - Hull	08/04/2022
2.6	Calcolo preliminare approvvigionamento materiali Scafo		25/03/2022
2.7	Ingegnierizzazione Superfici Sovrastrutture + Modello 3D Scantling Sovrastrutture	Structural Model - Superstructure	29/04/2022
2.8	Scantling Sovrastrutture	Main Scantling - Superstructure	22/04/2022
2.9	Superstructure Scantling Foundation	Superstructure Scantling Detail Foundation	06/05/2022
2.10	Welding Booklet - Superstructure	Welding Booklet - Superstructure	13/05/2022
2.11	Calcolo preliminare approvvigionamento materiali Sovrastrutture		29/04/2022
3	Esecutivi struttura (Scafo e Sovrastrutture)		
3.1	Studio suddivisione blocchi - Piano di Prefabbricazione	Hull & Superstructure Blocks Subdivision	25/03/2022
3.2	Documentazione esecutiva - Blocchi Scafo		
3.2.1	Piano Puntelli Scafo	Pillars Arrangement & Details (below MD)	04/04/2022
3.2.2	Anello 3 (Blocchi F3-P3)	Blocco F3	29/04/2022
		Blocco P3	29/04/2022
3.2.3	Anello 4 (Blocchi F4-P4)	Blocco F4	27/05/2022
		Blocco P4	27/05/2022
3.2.4	Anello 5 (Blocchi F5-P5)	Blocco F5	12/08/2022
		Blocco P5	12/08/2022
3.2.5	Anello 2 (Blocchi F2-P2)	Blocco F2	15/07/2022
		Blocco P2	15/07/2022
3.2.6	Anello 1 (Blocchi F1-P1)	Blocco F1	16/09/2022
		Blocco P1	16/09/2022
3.2.8	Blocco Skeg	Blocco SK	29/07/2022
3.2.9	Blocco Bottazzo	Blocco BT	09/09/2022
3.2.11	Blocco Falchetta	Blocco BL	09/09/2022
3.3	Documentazione esecutiva - Blocchi Sovrastrutture		
3.3.1	Piano Puntelli Sovrastrutture	Pillars Arrangement & Details (above MD)	07/09/2022
3.3.2	Blocchi SV11-12-13	Blocco SV11	24/10/2022
		Blocco SV12	24/10/2022
		Blocco SV13	24/10/2022
3.3.3	Blocchi SV10-20-21	Blocco SV10	24/11/2022
		Blocco SV20	23/11/2022
		Blocco SV21	24/11/2022
3.3.4	Blocchi SV22-Rollbar-Albero	Blocco SV22	16/12/2022
		Blocchi RB01 + AL1	16/12/2022

Figura 42: Consegna disegni esecutivi CL50 #1

5. RISULTATI E DISCUSSIONI

CL50 #2

Rif.	Descrizione Attività (voci RDA)	Drawing list (disegni da emettere a completamento attività)					Data consegna Ditta
		Group	Paragraph	Sub-paragraph	Progressive	Title Description	inizio lavori 01/03/2024
3	Esecutivi struttura (scafo + sovrastrutture)						
3.1	Studio suddivisione blocchi – Piano di prefabbricazione	G1	_01	_01		Hull & Superstructure Blocks Subdivision	15/03/2024
3.2	Documentazione esecutiva - Blocchi Scafo						
3.2.1	Blocco PLH (Piano puntelli Scafo)	G1	_08	_01	_01	Blocco PLH	17/05/2024
3.2.2	Anello 3 (blocchi F3 – P3)	G1	_07	_03	_05	Blocco F3	18/03/2024
		G1	_07	_03	_06	Blocco P3	18/03/2024
3.2.3	Anello 4 (blocchi F4 – P4)	G1	_07	_03	_07	Blocco F4	18/03/2024
		G1	_07	_03	_08	Blocco P4	18/03/2024
3.2.4	Anello 5 (blocchi F5 – P5)	G1	_07	_03	_09	Blocco F5	29/04/2024
		G1	_07	_03	_10	Blocco P5	29/04/2024
3.2.5	Anello 2 (blocchi F2 – P2)	G1	_07	_03	_03	Blocco F2	09/04/2024
		G1	_07	_03	_04	Blocco P2	09/04/2024
3.2.6	Anello 1 (blocchi F1 e P1)	G1	_07	_03	_01	Blocco F1	09/04/2024
		G1	_07	_03	_02	Blocco P1	09/04/2024
3.2.7	Blocco Skeg	G1	_07	_03	_11	Blocco SK1	17/05/2024
3.2.8	Blocco Bottazzo	G1	_07	_03	_12	Blocco BT	17/05/2024
3.2.9	Piano dei passi d'uomo (PU)	G1	_04	_03		Blocco PU	17/05/2024
3.2.10	Blocco Falchetta	G1	_07	_03	_13	Blocco BL	17/05/2024
3.2.11	Cuffie gas di scarico	G1	_23	_01		Blocco CF	17/05/2024
3.2.12	Cubia (alluminio e inox)					Blocco PSA	17/05/2024
3.3	Documentazione esecutiva - Blocchi						
3.3.1	Piano puntelli SVR	G1	_08	_01	_02	Blocco PLS	20/06/2024
3.3.2	I ordine – Blocchi S10-11-12-13	G1	_13	_02	_01	Blocco S10	04/06/2024
		G1	_13	_02	_02	Blocco S11	04/06/2024
		G1	_13	_02	_03	Blocco S12	04/06/2024
		G1	_13	_02	_04	Blocco S13	04/06/2024
3.3.3	II ordine - Blocchi S20-21-22	G1	_13	_02	_05	Blocco S20	20/06/2024
		G1	_13	_02	_06	Blocco S21	20/06/2024
		G1	_13	_02	_07	Blocco S22	20/06/2024
3.3.4	Roll-bar e Albero - Blocchi RB1-AL1	G1	_13	_02	_08	Blocco RB1	28/06/2024
		G1	_13	_02	_09	Blocco AL1	28/06/2024
3.3.5	Grigliati per paioli Crew e Guest	G1				Blocco GPC	28/06/2024
		G1				Blocco GPG	28/06/2024

Figura 43: Consegna esecutivi CL50 #2

In dettaglio, raffrontando le due tabelle, si evidenzia:

- Per la cl50#1 lo studio riguardante la suddivisione blocchi e il piano di prefabbricazione è stato consegnato dall'azienda esterna incaricata dei disegni dopo 25 giorni da quando ha iniziato il lavoro, mentre per la cl 50 #2 l'azienda esterna ha impiegato 15 giorni.
- La consegna dei disegni esecutivi dello scafo, e quindi dei blocchi delle strutture, è iniziata ad aprile 2022 per la CL50#1 con la consegna del disegno del primo anello F3-P3 ed è terminata a fine a settembre 2022, dopo 5 mesi. Per la matricola numero due questa fase è stata

5. RISULTATI E DISCUSSIONI

completata in due mesi esatti, il primo disegno è stato consegnato il 18/03/2024 mentre l'ultimo disegno il 17/05/2024.

- Infine, gli esecutivi delle sovrastrutture sono stati eseguiti in 3 mesi e mezzo per il primo yacht mentre per il secondo yacht sono stati eseguiti in un mese e sono stati completati il 28/06/2024.

Quindi per la matricola numero uno l'azienda esterna ha impiegato circa 9 mesi per realizzazione e consegna dei disegni esecutivi. Per matricola numero due l'azienda che si occupa di questa fase, avendo già a disposizione i disegni del precedente esemplare e dovendo apportare solamente alcune modifiche ai blocchi già disegnati, è riuscita a velocizzare il lavoro, impiegando 4 mesi per terminare a consegnare gli esecutivi al cantiere.

Per poter valutare quanto effettivamente si sia ridotto l'intero processo produttivo sarebbe necessario fare un'analisi realistica, confrontando il percorso per entrambe le navi una volta conclusa la realizzazione della seconda matricola. Tuttavia, non avendo ancora concluso la produzione dell'esemplare numero due è possibile comunque fare un confronto con le programmazioni delle varie fasi.

Nei paragrafi precedenti era stato mostrato come la progettazione dei coordinati partisse una volta consegnato il primo disegno esecutivo, relativo per la precisione ai blocchi F3-P3.

Nella nave CL50#1 questa fase, dunque, ha inizio a maggio 2022 successivamente alla consegna del primo esecutivo in data 29/04/2022. Dunque, le due fasi non sono sovrapposte ma la produzione dei coordinati è iniziata un mese e mezzo circa dopo l'inizio del lavoro da parte dell'azienda che esegue gli esecutivi. Per la matricola successiva invece la progettazione dei coordinati ha inizio a fine marzo 2024, all'incirca 15/20

5. RISULTATI E DISCUSSIONI

giorni dopo l'inizio della produzione dei disegni esecutivi. Questo significa che, facendo un confronto fra le due matricole, con l'anticipo della consegna dei disegni da parte dell'azienda esterna, è stato possibile anche anticipare la fase successiva relativa alla progettazione dei coordinati, che se considerata nella peggiore delle ipotesi di ugual durata a quella della matricola numero uno, comunque garantisce al cantiere di guadagnare un mese di tempo sul lead time totale di consegna dello yacht.

Inoltre, la consegna dei disegni esecutivi determina anche l'inizio dei lavori di taglio lamiera e costruzione dei blocchi.

Il cantiere esterno, infatti, comincia queste lavorazioni una volta ottenuti gli esecutivi di 4 blocchi: anelli 3 e 4. Questo perché al momento della posa chiglia l'ispettore di registro verifica che sia stato costruito l'1% in peso di tutta la struttura dello yacht.

Nello yacht CL50 # 1 questo è possibile dopo 3 mesi dall'inizio del lavoro sui disegni esecutivi, a fine maggio 2021, mentre nello yacht CL50 #2 la consegna dei due anelli avviene in contemporanea, il 18 marzo 2023, permettendo di iniziare la costruzione dei blocchi 15 giorni dopo l'inizio dei lavori (l'azienda esterna aveva cominciato a lavorare ai disegni esecutivi il 01/03/2023).

La programmazione della progettazione dei coordinati per il secondo yacht in fase di realizzazione viene riportata in dettaglio nell'immagine sottostante.

5. RISULTATI E DISCUSSIONI

Step	RIEPILOGO CONSEGNE in PRODUZIONE ZONA PER ZONA						
	item	%	item	zona	REV 0	Clarity	Note
N	N		Blocco	Descrizione	Consegna a UTEC	Consegna a prod	Consegna a prod
1	In prog	5		Start progetto	30/03/2024		
2	A	2	F1	preall casse beach + O.B	30/04/2024	13/05/2024	derivazione file 50/1
3	B	5	F2	Preall casse engine room + O.B	30/04/2024	13/05/2024	derivazione file 50/1
4	C	4	F3	preall casse cabine ospiti + O.B	30/04/2024	13/05/2024	derivazione file 50/1
5	D	4	F4	preall casse cabine marinai + O.B	30/04/2024	13/05/2024	derivazione file 50/1
6	C	3	F3	tubi sotto cabine ospiti	31/05/2024	14/06/2024	
7	D	4	F4	tubi sotto cabine marinai	31/05/2024	14/06/2024	
8	G	7	P3	lower ospiti	28/06/2024	12/07/2024	Aggiornamenti per miglorie
9	H	6	P4	lower marinai	28/06/2024	12/07/2024	Aggiornamenti per miglorie
10	B	10	F2	engine room	28/07/2024	30/08/2024	Aggiornamenti per miglorie
11	F	10	P2	engine room	28/07/2024	30/08/2024	Aggiornamenti per miglorie
12	I	4	F5 P5	Pozzo catene	13/09/2024	30/09/2024	Cambia completamente
13	L	5	Sv10-11	main deck	18/10/2024	04/11/2024	aggiornamenti ponte upper deck
14	M	5	Sv 12-13	main deck	18/10/2024	04/11/2024	aggiornamenti ponte upper deck
15	N	3	Sv 20-21	upper deck	29/11/2024	20/12/2024	aggiornamenti ponte upper deck
16	O	3	Sv 22	upper deck	29/11/2024	20/12/2024	aggiornamenti ponte upper deck
17	P	2	Alberino	alberino	29/11/2024	20/12/2024	Aggiornamenti per miglorie
18	E	5	P1	beach lower deck	31/01/2025	15/02/2025	Aggiornamenti per miglorie
19	A	8	F0-1	beach sub deck	31/01/2025	15/02/2025	Aggiornamenti per miglorie
20	Out prog	5		Start progetto	30/05/2025		
		100					

Figura 44: Programmazione coordinati CL 50 #2

La tabella sopra riporta quello che è stato fatto fino a giugno 2024, e quello che è in programma e che verrà realizzato nei prossimi mesi. In linea generale la progettazione dei coordinati passa da 13 mesi impiegati per la matricola numero 1, a 10 mesi per la matricola numero due.

Questo perché, così come per i disegni costruttivi, l'azienda esterna che si occupa della progettazione dispone già di molte informazioni, avendo realizzato uno yacht "gemello". Nonostante questo, sono state apportate alcune modifiche ai progetti iniziali riguardanti sia alcune criticità riscontrate durante la prima produzione, sia alcune miglorie come, ad esempio, la riprogettazione del layout dell'Upper deck precedentemente esposta. Tutto ciò se da un lato ha permesso di ottimizzare il prodotto, dall'altro, la riprogettazione del layout e quindi di tutto il ponte e le altre modifiche applicate ad altri blocchi, non ha consentito di accorciare maggiormente la fase di progettazione dei coordinati come fatto per la stesura dei disegni esecutivi.

5. RISULTATI E DISCUSSIONI

Per quanto riguarda i disegni esecutivi dei blocchi, è stato possibile inserire già dall'origine del progetto alcune modifiche che permettono al cantiere di ricevere lo scafo pronto per essere allestito senza dover andare a effettuare numerose lavorazioni a caldo, realizzate invece nella cl50 #1.

Le modifiche che sono risultate necessarie durante l'allestimento, come quelle precedentemente descritte relative al posizionamento delle condotte per i gas di scarico e all'impianto per le bombole novec, infatti, sono state integrate nel disegno esecutivo dei blocchi interessati. Ragionamento analogo è stato fatto per le lavorazioni a caldo necessarie alla produzione dei coordinati: quello che è stato possibile inserire nel disegno esecutivo iniziale è stato integrato nei disegni esecutivi. Ciò ha permesso di far arrivare i vari blocchi con i vari passaggi per i coordinati già predisposti così ridurre eventuali lavorazioni interne nel cantiere.

L'obiettivo è far arrivare internamente al cantiere uno scafo che non abbia bisogno di modifiche o che quanto meno le lavorazioni da eseguire siano minime, così da potersi occupare esclusivamente dell'allestimento.

Per le fasi di produzione dei blocchi è difficile prevedere se e quanto sia possibile accorciare effettivamente questa fase nella seconda matricola, perché i blocchi devono comunque essere realizzati e le lavorazioni sono pressoché simili nei due esemplari. Risulta invece possibile ridurre la fase di produzione dei coordinati.

Infatti, aggiungere gran parte delle lavorazioni a caldo necessarie alla produzione dei coordinati nei disegni esecutivi consente di evitare successive lavorazioni; pertanto, è possibile stimare una riduzione dei tempi per questa fase pari al 40% passando da 10 mesi a 6/7.

5. RISULTATI E DISCUSSIONI

Questo, a sua volta, permette di anticipare l'inizio dell'ultima fase necessaria per la realizzazione dello yacht, l'allestimento, e allo stesso di ridurre i tempi di consegna dello yacht.

Andando a sommare questo tempo risparmiato nella fase di produzione dei coordinati con il tempo guadagnato nella realizzazione degli esecutivi, nell'inizio della costruzione dei blocchi e nella progettazione dei coordinati si può ipotizzare di ottenere un lead time totale di produzione degli yacht successivi al primo, escludendo l'allestimento, più breve di 10 mesi. Infatti, la fase di realizzazione degli esecutivi precedentemente analizzata risulta essere più corta di 5 mesi rispetto a quella relativa alla prima matricola costruita. Questo non significa guadagnare complessivamente 5 mesi sulla consegna dello yacht ma, ricevendo in anticipo i disegni, il cantiere ha la possibilità di iniziare prima la progettazione dei coordinati e di conseguenza le fasi successive. Inoltre, il cantiere riesce ad anticipare di 2 mesi l'inizio della costruzione dei blocchi.

In Fig.45 si evidenziano in dettaglio i tempi di ciascuna fase nelle due costruzioni e i risparmi di tempo conseguenti:

	YATCH CL50 #1	YATCH CL50 #2	Differenza
Fase dei per la realizzazione degli esecutivi	9 mesi	4 mesi	5 mesi
Consegna primo esecutivo	2 mesi	15 giorni	40giorni
Consegna anelli 3-4	3 mesi	15 giorni	75 giorni
Progettazione dei coordinati	13 mesi	10 mesi	3 mesi
Produzione dei blocchi	8 mesi	8 mesi	0
Produzione dei coordinati	10 mesi	6 mesi	4 mesi

Figura 45: Tabella riassuntiva

5. RISULTATI E DISCUSSIONI

Riassumendo partendo dall'obiettivo del cantiere, che è quello di ridurre i tempi di consegna dello yacht ordinato dall'armatore, si può evidenziare che: per la matricola numero uno il progetto è iniziato a luglio 2021 e si è concluso a giugno del 2024 con il varo e la consegna dello yacht, richiedendo quindi quasi 3 anni.

Escludendo la fase di ideazione del progetto, che è una fase presente solo nella realizzazione del primo esemplare, in quanto, trattandosi di uno yacht semi-seriale, una volta determinate le caratteristiche generali, questa non si ripresenterà nella produzione degli esemplari successivi, e considerando il tempo che si guadagna dall'analisi esposta in questo studio, il cantiere si pone come obiettivo quello industrializzare il processo e poter consegnare uno yacht cl50 in un tempo complessivo, a partire dall'ordine dell'armatore, di due anni.

Sul piano economico, è difficile quantificare quanto il cantiere possa guadagnare dalla produzione delle successive matricole, non avendo ancora completato la produzione del secondo esemplare.

Sicuramente nonostante possano sembrare cifre poco influenti rispetto al costo totale di realizzazione, non dover investire soldi, ingegneria e manodopera per eventuali modifiche all'interno del cantiere è un traguardo importante.

Prendendo in considerazione solamente le modifiche e i progetti analizzati in questo studio, si può provare a fare una stima di quello che il cantiere potrebbe risparmiare nell'intero progetto, cioè nella realizzazione di 7 matricole dello stesso modello di yacht rispetto a una produzione di 7 yacht completamente customizzati.

Vengono riportati qua sotto i costi sostenuti nella prima matricola e che non verranno sostenuti nelle successive:

5. RISULTATI E DISCUSSIONI

- Le Ore di ingegneria che il cantiere ha speso per la progettazione della plancia sono state stimate e risultano essere 100 in più rispetto a una progettazione tradizionale. Mentre le ore di manodopera per le modifiche in cantiere sono state circa 30 con un costo approssimativo di 1500 euro.
- Considerando solo le modifiche per l'allestimento analizzate in questo studio il cantiere ha investito un totale di 750 ore per le lavorazioni manuali e un costo di 27.500 euro.
- Per quanto riguarda la scelta di realizzare le corazze in fibra di carbonio, si è già visto come dalla terza matricola si abbia un ritorno dell'investimento iniziale per gli stampi e il progetto. Inoltre, confrontando il costo di realizzazione fra la produzione in alluminio e quella in carbonio per 7 matricole, si evidenzia come con la scelta del carbonio si abbia un risparmio di 50 mila euro. Questo giustifica maggiormente la scelta dell'azienda di produrre le corazze in fibra di carbonio.

Considerando un ipotetico costo di un operaio per il cantiere pari a 40 euro all'ora, le lavorazioni manuali hanno inciso per 30.000 euro che, sommati agli altri costi che il cantiere ha dovuto sostenere, riportati precedentemente, porta ad un totale di 60.000 euro circa.

Una cifra che ha un peso relativamente marginale nel costo di produzione di un solo yacht, ma se si considera la produzione di più esemplari dello stesso yacht semi seriale e si fa un confronto con la produzione di 7 yacht completamente customizzati, allora questo risparmio avrebbe una maggiore rilevanza. La produzione dei 7 esemplari considerata dal cantiere potrebbe, infatti, comportare un risparmio complessivo di 60.000 euro moltiplicato per 6 esemplari arrivando ad un totale di 360.000 euro a cui si

5. RISULTATI E DISCUSSIONI

aggiungono i 50.000 euro risparmiati dalla produzione delle corazze in fibra di carbonio per un totale di 410.000. Questa è la cifra che si una stima considerando solo le modifiche più impattanti nella produzione.

A questa andranno aggiunte le numerose ore di ingegneria investite nella prima produzione e sottratti gli eventuali costi di investimento sostenuti per ottimizzare il progetto, come ad esempio per la riprogettazione dell'Upper deck.

Ovviamente sono previsioni effettuate valutando solamente la realizzazione del primo esemplare. Solamente al termine dell'ultima costruzione sarà possibile quantificare in dettaglio come l'ottimizzare un processo produttivo di un prodotto così lussuoso e generalmente completamente customizzato per le esigenze dell'armatore, possa portare effettivamente dei vantaggi al cantiere di produzione.

6. CONCLUSIONI

In questa tesi è stato analizzato il processo produttivo di uno yacht di lusso di 50 metri con scafo in alluminio.

Lo yacht preso in considerazione è il CL50 marchiato custom line con il quale il cantiere ha intrapreso per la prima volta una produzione semi-seriale.

Gli aspetti analizzati del processo sono stati:

- L'ideazione del progetto e come gli aspetti che contraddistinguono questo prodotto sul mercato hanno influenzato la progettazione.
- Come le fasi di progettazione e produzione si susseguano e come queste possano essere ottimizzate passando da una produzione custom a una semi-seriale.
- Le modifiche che si possono presentare durante la produzione e l'allestimento dello yacht, che sono causa di spese extra per il cantiere e possono causare di ritardi.
- L'analisi della predisposizione di alcuni optional potenzialmente attivabili all'imbarcazione, e l'analisi di come alcune scelte del cantiere siano giustificate dalla riproduzione dello yacht in più esemplari.

Al termine di questa analisi è stato possibile concludere che nonostante sia un progetto del tutto nuovo per il CRN, la realizzazione di uno yacht semi-seriale permette al cantiere di ridurre sia i costi di realizzazione che i tempi di produzione.

In particolare, si passa da un tempo di consegna dal momento dell'ordine dello yacht di quasi tre anni per il primo esemplare realizzato, ad un tempo previsto di due anni per il secondo.

6. CONCLUSIONI

Sono state evidenziate alcune modifiche che hanno permesso al cantiere di migliorare le lavorazioni nelle future produzioni degli yacht CL50 che andranno realizzati.

È stata riportata anche una stima del possibile guadagno economico che il cantiere può ottenere nel realizzare 7 matricole di questo yacht rispetto a produrre 7 yacht completamente custom.

Pertanto si può quindi affermare che industrializzare il processo produttivo di un prodotto completamente customizzato come uno yacht di lusso, nonostante rappresenti una sfida impegnativa per il cantiere e siano necessari numerosi studi e investimenti all'inizio del progetto, questo risulta essere un'innovazione positiva che permette al cantiere di ottimizzare un processo produttivo complesso, di ottenere un risparmio economico con un progetto di più esemplari e aspetto ancora più importante di ridurre il tempo di costruzione dello yacht.

BIGLIOGRAFIA

1. Dispense di “Appunti di scienza della navigazione e tecnologie navali”, Paolo Candia
2. Corso di ingegneria navale: “Organizzazione della produzione navale 2022/2023” docente: ing. Paolo Maschio
3. “Production engineering di scafo e allestimento per una nave da crociera prototipo” Arturo de Luyk tesi di laurea specialistica, Università degli studi Trieste
4. Dispense di “la struttura della nave”, prof. Enzo Guasti
5. Regolamento “RED ENSIGN GROUP CODE PART. A”
6. Dispense di “Arte navale e costruzioni navali”, amm. Giuliano Rosati.
7. Regolamento “RINA YATCH FOR COMMERCIAL USE PART. B”
8. Dispense “Progettazione imbarcazioni da diporto”, prof. Vittorio Bucci