



Università degli
Studi di Catania



Facoltà di Architettura
di Siracusa



arp Dipartimento di Analisi
Rappresentazione e Progetto

**Dottorato di ricerca in Materiali ed innovazione
tecnologica per l'ingegneria e l'architettura
Coordinatore: prof. arch. Carlo Truppi
XXIV ciclo**

**SHIPBUILDING & SHIP DESIGN:
DAL CANTIERE NAVALE AL CANTIERE DI ARCHITETTURA**

Livio Ficarra

**Tutor: prof. arch. Luigi Alini
Correlatore: prof. Arch. Valeria Tatano, IUAV, Venezia**

2008-2011

Il mio primo amore fu l'architettura, quella
dei vascelli e quella degli edifici terrestri.
Valery, P. *Quaderni I*, p. 87

<i>Sinossi</i>	I
<i>Abstract</i>	III
<i>Obiettivi e metodologia di ricerca</i>	VIII
<i>Articolazione e contenuti</i>	XI
<i>Glossario</i>	
1. NAUTICA E ARCHITETTURA: <i>affinità e criticità</i>	5
1.1 INTRODUZIONE: due settori prossimi a confronto.....	
1.2 - TRASFERIMENTO TECNOLOGICO DAL CANTIERE NAVALE AL CANTIERE DI ARCHITETTURA.....	
1.3 L'ARCHITETTURA "GUARDA" ALLE NAVI.....	
2. GESTIRE LA COMPLESSITÀ NEL PROCESSO DI PRODUZIONE NAVALE	21
2.1 GLI ATTORI DEL PROCESSO.....	
2.2 DESIGN PROCESS E CONSTRUCTION PROCESS.....	
2.3 LA NAUTICA DA DIPORTO: il prodotto ISA 120.....	
3. DAL CANTIERE NAVALE AL CANTIERE DI ARCHITETTURA	37
3.1 <i>SHIP TO BUILDING</i>	
▪ Il velarium del Colosseo	
▪ Il Palazzo della Ragione di Vicenza	
▪ Richard Horden, Yacht house, 1984, Poole (UK)	
▪ Frank O. Gehry, Conference chamber della DZ Bank. 2000 Berlino (D)	
▪ Future Systems, Natwest media Centre at The Lord's Cricket Ground. 1999, Londra (UK)	

- Toyo Ito, Mediateca. 2001 Sendai (JP)
- Renzo Piano, Base operativa Luna Rossa, 2007 Valencia (ES)
- Nicholas Grimshaw, Cutty Sark. 2011, Greenwich (UK).

3.2 *DA BUILDING TO SHIP A BUILDING TO SHIP TO BUILDING*

3.3 IL CASO SOMECGROUP.....

4. DEDUZIONI: dalla lettura orizzontale degli esempi proposti agli scenari ipotizzabili nel prossimo futuro	67
 ALLEGATO I.....	71
Innovazione in architettura - Intervista ad Nicola Sinopoli (prof. Ordinario di Tecnologia dell'architettura)	
 ALLEGATO II.....	93
Nautica e innovazione - Intervista ad Andrea Vallicelli (prof. Ordinario di Disegno Industriale presso la Facoltà di Architettura di Pescara)	
 ALLEGATO III.....	127
Tra Architettura e Nautica - Intervista a Michele Sossai (Direttore Commerciale di SOMECGROUP)	
 BIBLIOGRAFIA.....	155

PAROLE CHIAVE:

industrializzazione edilizia – trasferimento tecnologico – progetto

La tesi si riallaccia al dibattito sul trasferimento tecnologico che ha caratterizzato gli ultimi 20 anni di tecnologia dell'architettura.

La ricerca si propone di indagare le trasformazioni, avvenute alla luce delle nuove tecnologie *hard* e *soft*, all'interno di un settore industriale che produce manufatti per molti aspetti affini a quelli prodotti dal processo edilizio ma sicuramente con un livello di complessità maggiore.

Questa tesi restringe il campo di analisi ai rapporti intercorrenti tra l'architettura ed il settore industriale storicamente (perché è sempre esistito e perché parte da esigenze affini) più prossimo ad essa.

Si è visto come lo scambio di tecnologie *hard* e *soft* sia continuo, multiforme e come possa configurarsi in modo circolare.

Grande importanza è stata data alle indagini svolte sul campo interloquendo con il mondo della ricerca, quello della progettazione e quello della produzione.

La tesi si compone, oltre alla presente sezione preparatoria in cui si introducono l'argomento, la metodologia e gli obiettivi di ricerca di 4 capitoli e 3 allegati. Nella prima parte del lavoro vengono analizzati i due settori disciplinari ed in particolar modo il processo produttivo in nautica. La seconda parte della tesi affronta attraverso la trattazione di alcuni casi esemplari il trasferimento tecnologici tra i due settori per concludere con lo è una lettura orizzontale degli argomenti trattati..

La tesi propone una nuova lettura del rapporto tra i due settori, un rapporto di mutuo scambio in cui tendenzialmente negli ultimi anni il prodotto del settore tecnologicamente più avanzato, provando ad assomigliare sempre più all'architettura, ha mutuato da questa principalmente concetti spaziali, finiture e lavorazioni di pregio; mentre l'architettura settore ha attinto alle

innovazioni tecnologiche, visibili ed invisibili, del settore nautico per innovare il settore.

Perché se l'innovazione in nautica è stata storicamente spinta da esigenze specifiche che ne hanno indirizzato l'attenzione verso l'aspetto produttivo e prestazionale, è altrettanto vero che l'esigenza primaria dell'architettura riguarda il comfort dei suoi utenti. Ma se l'abitazione viene concepita come "*machine à habiter*" e la nave, persa (con l'avvento dell'aviazione civile) la funzione di mezzo di trasporto, diventa "albergo galleggiante" le esigenze specifiche dei due settori si incrociano e le tecnologie sviluppate in uno dei due settori possono, potenzialmente, sempre essere migliorate dall'altro per essere poi ri-trasferite al settore di provenienza. Le istanze più rilevanti che attualmente caratterizzano i due settori dal punto di vista della ricerca sono quelle legate al tema della sostenibilità ambientale., tematica su cui , inaspettatamente, l'architettura si trova in vantaggio rispetto alla nautica: da quanto detto sopra è ipotizzabile che il settore nautico, che oggi sta formando il suo know-how di tecnologie sostenibili, in un futuro prossimo sarà pronto a ri-trasferire all'architettura le tecnologie acquisite in precedenza ed in seguito implementate e rinnovate.

KEY-WORDS:

building industrialization, technological transfer, project

This doctoral thesis is linked to the debate on the technological transfer which has been characterizing the technology of architecture during the last 20 years.

My research is aimed to investigate the transformations occurred in the light of new hard and soft technologies, in an industrial sector producing manufactured articles in many ways similar to those produced by the building process, even though more complex.

This thesis is pointed at the research about the relationships between architecture and the industrial sector historically closer to it (because it has always existed and proceeds from similar needs).

We have seen that the exchange of “hard” and “soft” technologies is nonstop, many-sided and may be bidirectional.

A great importance has been given to the researches carried out in this field interacting with the research, design and production world.

Besides this introduction about the subject, the method and the research aims, this thesis is made up of four chapters and three annexes. In the first part of the work two specific sectors are dealt with and, particularly, the production process in boating. The second part of the thesis tackles, by treating some model cases, the technological transfers between the two sectors, to finish with a crosscut reading of the treated subjects.

The thesis suggests a new interpretation of the relationship between the two sectors, a mutual exchange where, in the last years, the technologically more advanced sector, which has been trying to get closer and closer to architecture, has aimed to borrow from it mainly spatial concepts, valuable dressings and processing; while the architecture sector has drawn visible and invisible technological innovations from boating, to renew itself.

Because, though innovation in boating has been urged by specific needs which have turned its attention to the productive side and to performance, it is also true that the primary need of architecture is concerned with its users' comfort. But, if the house is conceived as a "machine à habiter" and the boat, after having lost (with the coming of civil aviation) its function of means of transport, becomes a floating hotel, the specific needs of the two sectors cross and the technologies developed in one of them can, potentially, be continuously improved by the other one to be, after that, transferred again to the sector of origin. The main requests which nowadays characterize the research in the two sectors are linked to the environmental sustainability, about which, unexpectedly, architecture has the edge over boating: that resulting in the conjecture that the boating sector, which today is creating its know-how of sustainable technologies, will be soon ready to transfer again to architecture the technologies which it has previously acquired, and after implemented and renewed.

- *Obiettivi della ricerca*

La ricerca si propone di indagare le trasformazioni, avvenute alla luce delle nuove tecnologie *hard* e *soft*, all'interno di un settore industriale che produce manufatti per molti aspetti affini a quelli prodotti dal processo edilizio ma sicuramente con un livello di complessità maggiore. A causa di questa complessità il processo produttivo in oggetto ha necessità di porsi costantemente all'avanguardia dal punto di vista gestionale ed organizzativo, e di adeguarsi costantemente ai mutamenti tecnologici.

Il primo obiettivo che ci si è proposto di raggiungere consiste nel comprendere, alla fine del percorso di analisi, le dinamiche e le istanze che sottendono a questo particolare processo di produzione industriale. Si sono quindi comparati i due sistemi produttivi (navale e architettonico) allo scopo di delineare un quadro dei trasferimenti avuti di recente tra i due settori e delle principali direttrici di trasferimento.

L'obiettivo finale della ricerca è stato quello di tracciare alcune ipotesi sullo scenario nel settore delle costruzioni nel prossimo futuro, attraverso l'individuazione di possibili strumenti, e strategie che potranno essere applicati, nel trasferimento tecnologico dal settore navale sia all'architettura "monumentale" che a quella "diffusa".

La ricerca si è posta come obiettivo generale quello di interpretare i risultati di un'analisi da condurre sullo svolgimento di un tipo di processo produttivo ad alto livello di complessità che avviene in un settore industriale che realizza "prodotti" per molti versi affini ai manufatti architettonici. A tal fine si sono presi in considerazione soltanto gli aspetti che potranno risultare strumentali allo scopo della ricerca dovendo forzatamente schematizzare le considerazioni generali e tralasciare alcuni aspetti.

La tesi pertanto è rivolta ai promotori, ai progettisti, ai project manager ed ai contractors, che tentano di sfruttare tutte le risorse oggi a disposizione, al

fine di migliorare la qualità del manufatto architettonico attraverso la rigorosità del controllo di ogni aspetto del processo di produzione.

- *Metodologia*

Lo svolgimento della ricerca è stato effettuato attraverso tre fasi procedurali i cui risultati finali potranno porsi come prodotti valutabili nella loro autonomia:

- Definizione del quadro delle conoscenze [Analisi]
 - Comparazione tra processo produttivo navale e architettonico [Elaborazione]
 - Delineazione di scenari possibili per un prossimo futuro [Sintesi]
-
- *Analisi di un prodotto ad alto livello di complessità: definizione del quadro delle conoscenze*

La prima fase della ricerca è stata dedicata alla definizione del quadro delle conoscenze relative allo "stato dell'arte" della problematica in esame e del suo contesto al fine di produrre un quadro informativo di base per lo svolgimento delle fasi successive.

Questa fase è stata articolata in tre parti:

- a) analisi del processo produttivo architettonico e di quello navale al fine di individuare i metodi e le procedure utilizzati nel suddetto processo.
- b) analisi dei casi studio.
- c) definizione dei rapporti intercorrenti tra i vari attori del processo produttivo navale, delle strategie e degli obiettivi attuati dalle aziende operanti nel settore.

La prima parte è stata elaborata attraverso un'indagine bibliografica specifica relativa alla storia del processo edilizio nel settore navale. Per la seconda e la terza parte sono frutto delle indagini svolte sul campo interfacciandosi con figure provenienti dal mondo della ricerca, della progettazione e della produzione industriale.

Il confronto diretto con le figure operanti nel settore è stato ritenuto fondamentale per l'esito della ricerca.

- *Comparazione processo produttivo navale e architettonico*

Questa fase della ricerca si mette a sistema i dati ottenuti attraverso il processo di analisi con le conoscenze derivate dalla letteratura di riferimento sul processo di produzione dell'architettura. A tal fine, si sono comparati progetti di progetti di nautica e di architettura che presentano processi edilizi significativi e scale di realizzazione commisurabili con lo scopo di:

- a) indagare le trasformazioni, avvenute alla luce delle nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione, all'interno di un settore industriale "collaterale e fortemente dinamico" che produce manufatti per molti aspetti affini a quelli prodotti dal processo edilizio ma sicuramente con un livello di complessità maggiore.
 - b) comprendere le dinamiche e le istanze che sottendono a questo particolare processo di produzione industriale.
 - c) mettere in luce le affinità ed i punti di contatto tra i due settori
- Ipotesi sullo scenario del settore delle costruzioni nel prossimo futuro

Attraverso i dati raccolti ed elaborati nelle fasi precedenti, si tentato di tracciare alcune possibili direttrici relative al trasferimento dei processi produttivi evoluti e delle regie utilizzate all'interno del cantiere navale, ponendo l'accento sulla individuazione delle condizioni al contorno necessarie a rendere possibile il trasferimento.

Sono state formulate alcune ipotesi sui possibili orientamenti nel settore delle costruzioni, in particolare sulla possibilità di aggiornare, nel prossimo futuro, il discorso sull'industrializzazione del processo edilizio alla luce delle nuove tecnologie di produzione, delle nuove regie e delle nuove strategie esecutive.

1. NAUTICA E ARCHITETTURA AFFINITÀ E CRITICITÀ

Il capitolo offre una panoramica sui due settori produttivi al fine di metterne in luce le affinità e i punti di contatto ma anche le differenze più importanti. Sono state ripercorse alcune tappe fondamentali del XX secolo in cui l'architettura ha guardato con particolare interesse alla nautica per non solo come modello tecnologico da cui mutuare materiali e tecnologie ma anche, in modo diverso nei diversi contesti storici, come modello estetico, funzionale e sociale.

2. GESTIRE LA COMPLESSITÀ NEL PROCESSO DI PRODUZIONE NAVALE

Lo studio dello stato dell'arte del processo produttivo navale si articola attraverso la definizione dei rapporti che intercorrono tra i vari attori del processo produttivo navale, delle strategie e degli obiettivi attuati dalle aziende operanti nel settore. Obiettivo degli argomenti trattati in questo capitolo è comprendere le dinamiche e le istanze che sottendono a questo particolare processo di produzione industriale. Nel paragrafo 2.3 viene ripercorso, attraverso l'esperienza diretta del progettista, il processo che ha portato alla produzione dello yacht ISA 120.

3. DAL CANTIERE NAVALE AL CANTIERE DI ARCHITETTURA

Nel capitolo vengono definite, attraverso la trattazione di alcuni casi esemplificativi, le principali modalità con cui le tecnologie, visibili ed invisibili, si muovono da un settore all'altro. Sono state individuate tra direttrici principali di trasferimento attraverso cui...

4. DEDUZIONI: dalla lettura orizzontale degli esempi proposti agli scenari ipotizzabili nel prossimo futuro (in un futuro prossimo)

La tesi propone.....

▪ **Altrove:**

Il termine *Altrove* comprende tutti quei “settori industriali collaterali e fortemente dinamici” (Del Nord, 1991, p. 18) verso cui l'architettura guarda per “verificare la possibilità di trasferire procedure e tecnologie da altri ambiti” (Alini in Truppi, 1999, p.35). L'altrove “propone l'idea di progetto come attività relazionale, di coordinamento e di interazione in uno scambio dinamico delle informazioni che attiva e ottimizza la risoluzione dei problemi. (Iannaccone in Truppi, 1999, p. 191).
– Vedi def. disciplina parassitaria.

▪ **Architettura Navale:**

L'Architettura Navale è la scienza che tratta lo studio della nave dal punto di vista geometrico e meccanico, e si occupa, in generale dello studio della carena e del propulsore. L'architettura navale comprende due parti distinte la “teoria della nave” studia la nave dal punto di vista geometrico mentre la “costruzione navale” affronta il tema della realizzazione dell'imbarcazione dal punto di vista realizzativi. Per queste attività “si utilizzano dei procedimenti che partono da uno studio con strumenti di carattere numerico, quindi con codici numerici che servono a fare le previsioni del comportamento della forma dello scafo quando si muove in un fluido e si usano i cosiddetti programmi CFD (*Computational Fluid Dynamic*). In seguito, sulla base dei primi risultati si passa allo studio di più ipotesi di forma di carena. Poi, se si dispone di un adeguato budget, si passa ai test con modelli sperimentali fisici. Si realizzano dei modelli in scala che vengono studiati in vasca navale. Qui vengono trainati per misurare la resistenza, con procedimenti molto complessi che permettono di fare delle valutazioni sulle prestazioni”. (Vallicelli, 2011)

▪ **Brief:**

“il *Brief*, in definitiva, è la dichiarazione formalizzata delle esigenze e degli obiettivi di un determinato progetto, messo a punto dal promotore: esso descrive in modo coordinato i requisiti funzionali e le priorità in relazione alle caratteristiche tecniche e qualitative, ai tempi di costruzione e ai costi (...) Per questa sua caratteristica il *brief* può essere visto come la prima manifestazione del progetto: *brief* è un “progetto non disegnato”, che prende forma in quella fase iniziale di ogni

processo, che non a caso la cultura anglosassone indica come *project initiation* e che guida ogni ulteriore attività” (Sinopoli, 1997, p.30)

- **Concurrent Engineering:**

“svolgimento in parallelo di attività di progettazione, sia per il prodotto che per il processo produttivo. Queste attività che di fatto avvenivano sequenzialmente vengono ora svolte, in tutti i casi dove questo è possibile, contemporaneamente. L’obiettivo principale di questo approccio è quello di ridurre il *time to market*, cioè il tempo che intercorre tra il momento in cui il prodotto è concepito e il momento di immissione sul mercato. Questa è una delle tecniche utilizzate nel *time-based competition*”. (Megginson, Mosley, Pietri cit. in Alini, 2001, p.9)

- **Cruise Ship (nave da crociera):**

è una nave passeggeri, normalmente di grandi dimensioni, concepita per uso turistico. La nave da crociera, pur seguendo un itinerario ha come scopo non la congiunzione tra due porti ma il viaggio in se, e per questo motivo è realizzata come una sorta di enorme albergo galleggiante.

- **Disciplina Parassitaria:**

“L’architettura mette in forma ciò che non è un suo patrimonio esclusivo, ciò che non le appartiene rigidamente (...). Un risultato ottenuto altrove può aprire nuove occasioni di ricerca e fornire ulteriori strumenti concettuali che, operando una traslazione, possono produrre innovazioni. “L’Architettura è parassitaria di una ideologia più vasta” (Barthes, 1981, tr. It. 1986 p. 88), si apre ad orientamenti ed a questioni poste anche da altri settori; pur all’interno della specificità disciplinare, il sapere tecnico è di fatto inquadrato in un contesto più ampio” (Truppi, 1999, p.8)- Vedi def. Altrove.

- **Diporto:**

Vedi voce Nautica.

- **Deck (ponte-livello):**

“Decks at different levels in a ship serve various functions; they may be either watertight decks, strength decks, or simply cargo and passenger accommodation decks. Watertight decks are fitted to maintain the integrity of the main watertight hull, and the most important is the freeboard deck which is the uppermost deck having permanent means of closing all openings in the exposed portions of that deck. Although all decks contribute to some extent to the strength of the ship, the most important is that which forms the upper flange of the main hull girder, called the ‘strength deck’. Lighter decks which are not watertight may be fitted to provide platforms for passenger accommodation and permit more flexible cargo loading arrangements. In general cargo ships these lighter decks form tweens which provide spaces in which goods may be stowed without their being crushed by a large amount of other cargo stowed above them”. (Eyes, 2001, p.201)

- **Eteronomia:**

indica la “condizione di ciò che non ha in se la causa e le leggi del proprio svolgersi, ma le riceve dall'esterno” (Massimo Pica Ciamarra, presentazione alla triennale di Milano Ottobre-2009)

- **Euristica:**

strategia di soluzione dei problemi basata sull'analisi di un numero limitato di alternative, selezionate in quanto ritenute le più promettenti, così da ridurre il tempo di ricerca rispetto all'esame completo e sistematico di tutte le possibili risposte. (Drago M., Boroli A., *Enciclopedia della filosofia e delle scienze umane*, Novara, Istituto Geografico De Agosti, 1997). L'euristica, in accordo con la sua origine etimologica, si pone non tanto come pratica dell'invenzione, quanto piuttosto come pratica della ricerca. Una ricerca che, se pure non ha ancora chiara la propria destinazione finale, possiede già, nell'individuazione del problema posto, le potenzialità per fornire la risposta corretta. L'euristica dunque non è disvelamento di una novità perduta, ma individuazione di un percorso, volta a volta diverso, che orienti e disciplini l'operare inventivo. Percorso che accolga allo stesso tempo le anomalie che possono presentarsi e sappia trasformarle coerentemente in progressivi 'slittamenti' sui quali costruire il progetto, con una scelta di metodo che non è diversa dal sistema di indagine più propriamente scientifico. (Lakatos, cit. in Nardi, 2003)

- **Fast track scheduling:**

“*fast track* significa binario rapido o corsia preferenziale (...), consiste nell'anticipo scalare delle gare per la fornitura dei vari “pacchetti” della costruzione, i cosiddetti *packages* che vengono bandite non appena predisposti i singoli sottoprogetti”. (Sinopoli, 1997, p.122)

- **General Contractor:**

A general contractor is responsible for the supplying of all material, labor, equipment and services necessary for the construction of a project. General contractor takes on complete responsibility of the project from beginning to end enabling owner to deal with just one professional, not a whole list.

- **Innovazione di prodotto e di processo:**

“L'innovazione può riguardare un prodotto o un processo: nel primo caso il risultato dell'innovazione riguarda gli oggetti materiali, la seconda quelli immateriali (e cioè le modalità di svolgimento di determinate operazioni e gli aspetti organizzativi e procedurali) Talvolta alcune innovazioni si manifestano solo al livello del prodotto, si manifestano solo al livello del prodotto, talvolta l'esistenza di un nuovo prodotto implica anche delle trasformazioni più o meno profonde del processo nel quale il nuovo prodotto si inserisce, talvolta ancora questi due tipi di innovazione possono essere a tal punto intimamente legate tra loro, che può accadere che un prodotto

innovativo debba richiedere una trasformazione dei processi in grado di realizzarlo e/o utilizzarlo e che questi a loro volta agiscano sulle caratteristiche dei prodotti, che alla fine del ciclo possono presentare ulteriori caratteristiche di novità.“ (Sinopoli, 2002, p.7)

- **Mast:**

è l'albero Maestro delle imbarcazioni a vela. Il termine fu utilizzato in architettura da Buckminster Fuller, per la prima volta nel 1924 per il progetto della 4D light tower, più di recente si sono serviti di un "mast " nei loro progetti Richard Horden e Nicholas Grimshaw.

- **Method Statement:**

“descrizione della procedura che intendono adottare (le aziende) nella realizzazione della parte che compete loro, evidenziando eventuali incongruenze (...), elementi di aleatorietà, di dubbio, di eccessiva estrosità o di difficile costruibilità” (Alini, 2001, p. 14)

- **Nautica:**

Il termine *nautica*, che nell'accezione comune sottintende il complemento da *diporto*, indica la pratica della navigazione per scopi ricreativi o sportivi e l'insieme dei prodotti, servizi ed infrastrutture (imbarcazioni, accessori, marine, eventi etc.) ad essa relativi. Sebbene dal punto di vista etimologico significhi arte (tecnica) della navigazione (dal greco *nautikè* = navigazione; sottinteso *tekhnè* = arte, tecnica) per diporto (dal francese antico *deport* = divertimento, spasso; da cui l'inglese *sport*) la nautica ha progressivamente assunto, nei paesi industrializzati, le caratteristiche di un comparto di interesse economico, produttivo e tecnico, mettendo recentemente in luce anche una sua fisionomia di tipo socio-culturale”. (Vallicelli, 2007).

- **Ocean Liner (transatlantico):**

Nave utilizzata per il trasporto passeggeri su una rotta regolare, normalmente transoceanica. È una categoria di imbarcazioni andata in disuso con l'avvento dell'aviazione civile.

- **One-off design:**

un progetto one-off è fatto su misura e destinato a non essere ripetuto. Un prodotto che è fatto su misura ma potrebbe essere riprodotto si chiama "prototipo". (Eyres, 2001)ⁱ

- **Processo:**

“(...) Successione di fatti o di fenomeni caratterizzati dall'aver tra loro un nesso più o meno profondo. (...) Per processo edilizio si intende una sequenza di operazioni finalizzate alla realizzazione di un manufatto. (Sinopoli, 1997, p. 21-22)

- **Progetto:**
 è lo studio delle possibilità di attuazione di un'idea, mossa da date motivazioni, per il raggiungimento di determinati risultati. (Ciribini, 1984)

- **Scheme design:**
 progetto di massima molto dettagliato, dove tutte le istruzioni sono già state definite e i problemi di controversia risolti. (Del Mese in D'Alessandro, 1997, p. 62)

- **Shipdesign (progettazione navale)**
 When the preliminary design has been selected the following information is available:
 - Dimensions
 - Displacement
 - Stability
 - Propulsive characteristics and hull form
 - Preliminary general arrangement
 - Principal structural details
 Each item of information may be considered in more detail, together with any restraints placed on these items by the ships service or other factors outside the designer's control.

- **Trasferimento Tecnologico:**
 Volendo dare una definizione generale si potrebbe dire che il Trasferimento di Tecnologia è il ricollocamento di proprietà intellettuale, processi o know-how da una sorgente a un ricevente. (Bennet, H.Zhao, *"International technology transfer: perceptions and reality of quality and reliability"* Journal of Manufacturing Technology Management vol.15, n.5, pp.410-415, Emerald Group Publishing Limited, 2004). Contestualizzando il discorso si può definire come "l'applicazione - in un determinato settore o branca della produzione o dei servizi - di prodotti o mezzi, sia materiali che immateriali, provenienti da un altro settore e adattati alle esigenze e alle caratteristiche del settore di destinazione". (Molinari, 1998)

- **"To":**
 termine utilizzato in informatica per indicare la conversione di informazioni (formato o contenuto). la Conversione del contenuto è il processo che consente di elaborare correttamente il formato di un file, prodotto in un dato "ambiente", in base al destinatario appartenente ad un "ambiente" differente. L'elemento posto prima del "to" è quello da cui si parte, quello posto a destra è quello verso cui avviene la trasformazione.

ⁱ *An "one-off" design is custom, one-of-a-kind, not intended to ever be repeated. An item that is custom made but may be produced in additional numbers is called a "prototype".(Eyres, 2001)*

1.1 INTRODUZIONE

(...) Un prodotto edilizio non esiste come prodotto fruibile prima della conclusione dei lavori di costruzione e la chiusura del cantiere: è un prodotto che prima si compra e poi viene fabbricato. Questa specificità, per la verità, non è propria solo del processo edilizio: anche la produzione di una nave segue le stesse regole di un'opera edilizia, ma, come nota Turin, nelle costruzioni navali il progettista si chiama, guarda caso "Architetto" e il luogo di lavoro si chiama "cantiere".

Sinopoli, N., La tecnologia invisibile. Il processo di produzione dell'architettura e le sue regie, Milano, Franco Angeli, 1997.

La progettazione e la realizzazione delle grandi navi da crociera fanno parte di un processo produttivo complesso e profondamente strutturato, che oggi rappresenta una interessante avanguardia nell'evoluzione delle nuove dinamiche che si stanno creando tra la cultura produttiva industriale, la giovane (ed in continua evoluzione) cultura progettuale dell'era digitale ed il continuo evolversi delle regie di processo.

Questa ricerca si propone di analizzare l'organizzazione del processo progettuale, del "progetto della costruzione" e del processo produttivo che porta alla realizzazione delle navi da crociera, manufatti tra i più grandi e complessi al mondo. Si vuole mettere in luce come la progettazione continui ben oltre dopo l'inizio della produzione, come, a causa di ciò, progettazione e produzione debbano essere intimamente legate tramite un continuo meccanismo di feedback e come di conseguenza si rendano necessari nuovi strumenti di management per la gestione di un processo la cui complessità porta alle estreme conseguenze la necessità di integrazione delle competenze.

L'obiettivo finale della ricerca sarà quindi, attraverso la comparazione tra il risultato dell'analisi svolta e le modalità proprie del *processo produttivo dell'architettura*, la ricerca di punti di contatto tra i due settori al fine di dimostrare l'esistenza di un percorso di trasferimento tra il processo di produzione navale ed il processo di produzione dell'architettura attraverso l'analisi delle opportunità ma anche delle soglie di tale trasferimento.

1.2 - TRASFERIMENTO TECNOLOGICO *dal cantiere navale al cantiere di architettura*

(...) Interrogarsi sulla questione del trasferimento significa ribadire l'importanza di allargare lo specifico disciplinare a un sempre crescente numero di settori tutti ugualmente coinvolti nella definizione della cultura tecnica contemporanea.

Nardi G., Mangiarotti A., Campioli A., Frammenti di coscienza tecnica: tecniche esecutive e cultura del costruire, Milano, Franco Angeli, 1991. p102

“Il termine *nautica*, che nell'accezione comune sottintende il complemento da *diporto*, indica la pratica della navigazione per scopi ricreativi o sportivi e l'insieme dei prodotti, servizi ed infrastrutture (imbarcazioni, accessori, marine, eventi etc.) ad essa relativi. Sebbene dal punto di vista etimologico significhi arte (tecnica) della navigazione (dal greco *nautikè* = navigazione; sottinteso *tekhne* = arte, tecnica) per diporto (dal francese antico *deport* = divertimento, spasso; da cui l'inglese *sport*) la nautica ha progressivamente assunto, nei paesi industrializzati, le caratteristiche di un comparto di interesse economico, produttivo e tecnico, mettendo recentemente in luce anche una sua fisionomia di tipo socio-culturale”. (Vallicelli 2007).

“Architettura” è una parola composta da *αρκε* (ciò che è a capo, i “principi”) e *τεκνε* (quanto occorre per perseguirli). Per i greci la “tecnica” aveva un senso diverso dall'attuale, era sinonimo di “arte”. La radice etimologica di architettura esprime quindi l'unione fra principi e tecnica, fra teoria e prassi:

da sempre l'“architettura” è considerata una delle arti perché trasmette emozioni ed è costruzione di senso.”ⁱ

L'architettura, secondo una lettura sistemica “ha lo scopo di progettare e realizzare (o far realizzare) dispositivi (sistemi attivi non oggetti) capaci di fornire requisiti e prestazioni adeguati alle esigenze e di far emergere il sistema sociale sulla base di elementi di ordine. Ciò implica un cambiamento di prospettiva che si traduce nell'esigenza di mutuare da settori industriali “affini e fortemente collaterali” esperienze, tecnologie e modus operandi”ⁱⁱ.

In particolare si vuole evidenziare come dal settore navale l'architettura rubi “prestazioni ed esigenze (le tenute, le resistenze al vento ed agli agenti atmosferici, la sicurezza contro l'incendio), concetti costruttivi, strumenti e procedure: tecnologie visibili ed invisibili” (Sinopoli). Qui di seguito andremo ad analizzare quali modelli gestionali (soft), quali materiali e tecnologie (hard) e quale ruolo gioca l'informatizzazione nella produzione edilizia contemporanea per la gestione delle nuove complessità derivanti dalla scomposizione per sistemi e componenti, tenendo sempre conto che debole e forte “sono, però, aspetti diversi, ma intimamente correlati, di uno stesso fenomeno: e ciò sia perché, insieme formanti strumento di una medesima volontà trasformatrice (i valori sociali si può dire che trasmigrino nella tecnologia) e sia in quanto valori che li motivano e fatti e strategie che li guidano hanno, in ultima analisi, la stessa significazione” (Ciribini, 1984)

Il trasferimento tecnologico Nautica-Architettura è probabilmente remoto quanto le due discipline, solo per citare qualche esempio già i romani per la realizzazione della copertura del Colosseo si servirono maestranze e tecniche mutate dalla nautica ed i maestri d'ascia della repubblica di Venezia ebbero grande importanza nella costruzione dei grandi edifici della serenissima (vedi cap. 2.4).

Come rileva Guido Nardi, in epoca preindustriale il contesto socio-economico (limitatezza delle risorse, utilizzo di materiali e conoscenze tecniche locali, scarsa circolazione delle informazioni) “garantiva una forte continuità culturale nella pratica costruttiva, e quindi nell'architettura, in cui gli scarti innovativi erano minimi rispetto alla tradizione. (...) Lo scenario industriale ha sconvolto l'equilibrio di questa relazione rendendo necessaria una riflessione sulla cultura tecnologica dell'innovazione. (Nardi 1992)

Nel 1987 con un articolo intitolato *Technology Transfer* Martyn Pawley, riprendendo parzialmente quanto scritto da Reyner Banham in *Theory and Design in the first machine age* del 1961, affronta il tema del trasferimento tecnologico nell'ambito della tecnologia dell'architettura. Pawley, tracciando un excursus sul rapporto tra architettura e tecnologia nel ventesimo secolo afferma che gli architetti hanno perso abilità nel controllo della tecnologia e che tale controllo potrà essere riacquisito soltanto nel momento in cui essi saranno in grado di trasferire tecnologie dall'industria. Pawley è consapevole del fatto che tale "pratica" deve sottostare a regole ben precise, necessita di supporto da parte del settore industriale e deve arrivare a risultati culturalmente accettabili, altrimenti si corre il rischio di fallire in questo processo come è già accaduto ai "mutineers" del movimento moderno ed agli Archigram. Nel raffronto tra il lavoro di questi ultimi ed il progetto di Richard Rogers per i Lloyds di Londra, per spiegare in diverso risultato raggiunto Pawley giunge ad una conclusione:

"Gli Archigram hanno offerto uno spazio provvisorio e flessibile ed hanno fallito: Rogers ha offerto servizi flessibili per una struttura pesante in calcestruzzo in linea con una tradizione permanente ed ha avuto successo.

(...) l'architettura del futuro deve essere in continua transizione. Per essere finanziariamente produttiva deve trarre il proprio valore dalla sua performance" (Pawley, 1987 p35).ⁱⁱⁱ

Negli anni a seguire il trasferimento tecnologico fu al centro del dibattito culturale, l'XI congresso del CIB tenutosi a Parigi ebbe come tema "trasferimento tecnologico e qualità", e negli anni '90 il dibattito e la ricerca sul trasferimento tecnologico si intensificarono. Era necessario dare al progettista gli strumenti per valutare il trasferimento tecnologico e non incorrere negli errori di inizio secolo.

Nardi rileva come "La scelta innovativa non possa costituire per se un elemento positivo, se non si inserisce in all'interno di un processo di interpretazione culturale". (Nardi, 1992) e come "L'innovazione tecnica può inserirsi in un contesto solo se rappresenta la risposta adeguata ad una domanda che tale contesto sta ponendo e riesce a diffondersi solo se c'è al contorno un ambiente "maturo" pronto ad accoglierla "(Nardi, 1994)

Alla fine degli anni '90 ne "La città del progetto" sergio Pone afferma che "Non si può definire innovazione qualsiasi invenzione ma solamente quelle soluzioni in cui il nuovo elemento, a fronte di un miglioramento

prestazionale, strategico-costruttivo, o anche solo formale, consente una utilizzabilità estensibile al costruire diffuso. (Pone, S. in Truppi 1999 p.152)

Il trasferimento tecnologico si configura come fondamentale strumento di innovazione in architettura: “Questo carattere sempre più spinto di trasversalità, che la tecnologia tende ad acquisire, fa sì che non si possa più costruire uno scenario delle possibili evoluzioni nel campo dell’architettura, dell’urbanistica e della produzione edilizia più in generale, senza tenere conto delle trasformazioni tecnico-produttive presenti in settori collaterali fortemente dinamici” (Del Nord cit. in Truppi, 1999 p.28)

Molti sono gli scritti anche recenti pubblicati sul tema del trasferimento tecnologico, il discorso sul trasferimento va continuamente aggiornato alla luce delle nuove tecnologie che, specialmente in ambito informatico, negli ultimi 20 anni hanno avuto una portata dirompente su tutti i campi del sapere.

Il parallelo tra nave e casa resta comunque sempre attuale, a tal proposito si riportano due pezzi estrapolati da due testi pubblicati nell’ultimo decennio:

“Le navi, proprio come gli edifici, sono oggetti di considerevole complessità tecnica. Proprio in termini di dimensioni ed utilizzo, ci sono sufficienti similarità da giustificare un paragone (ci sono, naturalmente, differenze significative; sono proprio le somiglianze che offrono opportunità per il trasferimento di tecnologia. Sia le navi che le costruzioni sono oggetti grandi, con sistemi di servizio complessi in modo simile e spazi interconnessi abitati da persone (nel caso di navi passeggeri) e funzioni specifiche di servizio. Entrambe devono rispondere a influenze ambientali e esigenze funzionali simili. Entrambe rappresentano imprese significative che richiedono grosse risorse materiali e finanziarie. Entrambe si appoggiano su principi, metodi e processi di design, analisi e produzione simili.

Esistono delle differenze, (...) in breve la nave deve offrire più prestazioni dell’edificio. (Kolarevic, 2003, p. 8)^{iv}

“Sia la costruzione della chiglia che quella delle fondamenta di un edificio simboleggiano un modo di costruire vecchio quanto la costruzione navale e l’architettura stesse. Ognuno inizia dal fondo, sia esso la chiglia o le

fondamenta, poi si aggiunge una struttura di nervature di sostegno, o colonna o muro, poi si riveste la struttura con un rivestimento. Poi segue l'inserimento di sistemi, interni ed arredo per culminare in una nave o in una costruzione completa. Queste azioni hanno un ordine, una sequenza nella loro gerarchia che è rimasta ampiamente indiscussa nella storia. Mentre c'è sempre stata qualche sovrapposizione tra la fine di una fase di costruzione e l'inizio della successiva, la sequenza delle azioni nel gioco della costruzione navale e dell'architettura è rimasta la stessa: fondamenta, struttura, rivestimento, sistemi, finitura, arredo." (*Kieran, Timberlake, 2004, p.71*)^v

Si tratta quindi di processi produttivi ricchi di similitudini, ma la produzione di una nave è più complessa, innanzi tutto perché questa è dotata di un sistema di propulsione, inoltre gli impianti di una nave sono più numerosi, più complessi e hanno maggiore necessità di essere affidabili. Quanto appena detto fa della produzione navale un enorme serbatoio da cui l'architettura può attingere informazioni.

1.3 - L'ARCHITETTURA "GUARDA" ALLE NAVI: una panoramica sul XX secolo

Con l'avvento della *civilization machiniste*, allorché gli architetti cominciarono a subire il fascino di tutti quegli oggetti (e quei progetti) la cui natura fosse in qualche modo legata al concetto di movimento (automobili, case mobili, navi e transatlantici) ed incominciarono ad interessarsi al mondo della produzione industriale ed a mutuare da questo mondo materiali e tecnologie: i grandi *ocean liner*, i primi mezzi di linea in grado di trasportare regolarmente passeggeri da un continente all'altro e massima espressione dell'edilizia navale dell'epoca, furono sicuramente tra i prodotti che maggiormente stimolarono la cultura architettonica.

In realtà molteplici furono gli spunti che i transatlantici, predecessori delle grandi navi da crociera attuali, offrono all'immaginario comune a cavallo tra il XIX ed il XX secolo. Al di là della loro tecnologia, ciò che più di ogni altra cosa influenzò ed impressionò l'immaginario comune furono le enormi

dimensioni di questi manufatti che li rendevano assimilabili a città semoventi. Già nel 1871 Jules Verne, con la sua capacità di precorrere i tempi, nel romanzo “*Un ville flottante*”^{vi} aveva assimilato il transatlantico ad una città. Poco più di un secolo prima del condominio ballardiano^{vii} le città che galleggia di Verne descrive un universo onnicomprensivo, progettato e costruito dall'uomo, che contiene al suo interno una vera e propria struttura sociale organizzata e con tutte le implicazioni ad essa connesse.

Per Le Corbusier il transatlantico diviene **modello funzionale**, per l'edificio moderno, e **modello estetico**, in quanto rispecchia in maniera rigida le esigenze del processo produttivo; in un passaggio di *Verso un'architettura*^{viii} il maestro svizzero definisce i piroscafi: “prodotti industriali nei quali riconoscere gli elementi di una nuova architettura costruita da volumi semplici e superfici definite mediante le linee direttrici dei volumi.”

Per Buckminster Fuller, il parallelo nave/casa è una costante che partendo dalla 4D Light Tower del 1924 attraversa l'intero percorso di ricerca Dymaxion^{ix}. Descrivendo le caratteristiche della 4D Tower egli scrive:

Completely independent power, light, heat, sewage disposal; 12 decks average 675 sq. ft. each; all high in air – above dust area, etc.; all furniture built in; swimming pool, gymnasium, infirmary, etc.; as free of land as a boat; time to erect – 1 day; fireproof.

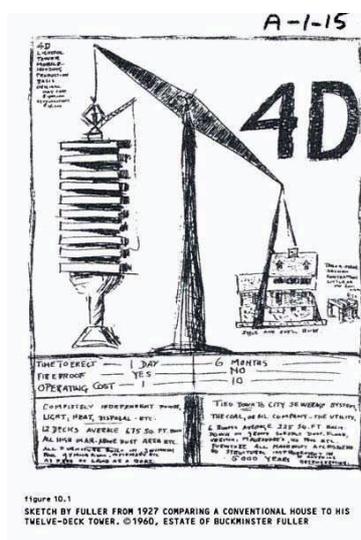


Figura 1 – 4D Light Tower.

Buckminster Fuller rifiuta concezioni e metodi di costruzione tradizionali: vuole realizzare prodotti industriali di serie adatti ad essere adibiti ad abitazione e ciò lo porta a perseguire obiettivi e ad utilizzare tecniche più vicini alla produzione navale che a quella edilizia. Il riferimento è diretto a tal punto che la struttura portante degli edifici Dymaxion si chiama MAST

(albero maestro) ed i livelli DECKS (ponti). Va rilevato che, a differenza di quanto avvenuto in altri casi, il riferimento al mondo della nautica, e le mutazioni da questo, non hanno assolutamente nulla a che vedere con la fascinazione estetica ma sono legate ad un approccio strettamente tecnologico che punta alla “producibilità di massa, resistenza, manutenibilità, basso peso, uso dei materiali nella loro forma più efficiente, riduzione delle superfici” (Manfron in Sinopoli, Tatano 2002). Progetti come la 4D Tower , la Minimum Home e la Whicita House^x sono esempi straordinari di come, dal punto di vista tecnologico, il confine tra il mondo dell'edilizia e quello della nautica diventi impalpabile ed incerto allorché si voglia considerare una architettura alla stregua di un **prodotto industriale**. “Nel periodo tra le due guerre, età d'oro delle cosiddette "città galleggianti", il significato della nave iniziò a mutare. Il "desiderio di navigare" ed il concetto di "nave magnifica" come *status symbol* andavano sostituendolo, con raffigurazioni metaforiche e rituali, l'interesse della cultura architettonica per la nave come prodotto industriale.” (Rizzo 2005)

A cavallo tra gli anni '60 e gli anni '70 vari gruppi di giovani architetti, riuniti per la radicalità del loro approccio sotto la definizione di internazionale dell'utopia (vedi Tafuri Dal'Co 1976), incominciò ad interessarsi al **concetto di movimento** legato all'architettura. In particolar modo va ricordato il lavoro teorico degli inglesi Archigram sviluppò progetti quali Plug-in City (1964) e Walking city (1964) e quello dei Metabolisti giapponesi che partito anch'esso con un approccio speculativo all'inizio degli anni '60 ebbe la possibilità di palesarsi nelle opere realizzate per l'Expo'70 di Osaka ed in alcune realizzazioni successive, tra cui il Nakagin Capsule Tower^{xi} . Volendosi soffermare sulla genesi e la realizzazione di questo edificio si può vedere come esso sia frutto di un *ping-pong* di progetti teorici operato tra l'Inghilterra ed il Giappone. Il progenitore di questo progetto è, a livello urbano, l'“Ocean City” di Kiyonori Kikutake (1962)^{xii}, lo sviluppo concettuale dell'edificio e dei suoi elementi (nonchè la prima definizione di “capsule”) avviene con “plug-in city” e “Capsule Homes Project” (1964) degli Archigram: le “capsule” sono unità abitative, dotate di tutti i confort necessari per il moderno vivere, agganciate ad un nucleo centrale a cui si collegano tutte le dotazioni impiantistiche ed andranno smontate e sostituite in caso di malfunzionamento o obsolescenza^{xiii} .

L'edificio realizzato nel 1972 in Giappone è il frutto di quanto teorizzato fino a quel punto: le capsule, di piccole dimensioni, sono ancorate al nucleo centrale per mezzo di 4 bulloni ad alta tensione in modo da potere essere facilmente rimpiazzate.

Le capsule ad ogni passaggio che le conduce verso la reale producibilità e l'ingegnerizzazione rimandano sempre più strettamente a quanto accade nella nautica: tecniche di produzione, di assemblaggio, di comunicazione con il "nucleo centrale", la "technology unit" il tipo di layout interno sono tipici delle cabine modulari utilizzate nella produzione delle grandi navi^{xiv}.

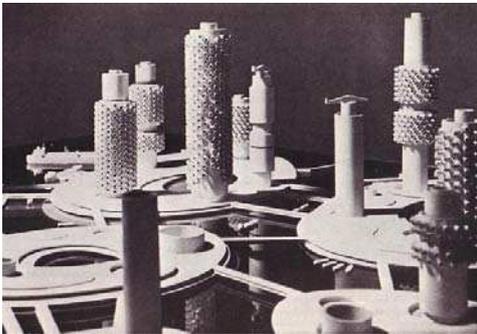


Figura 2 - Ocean City

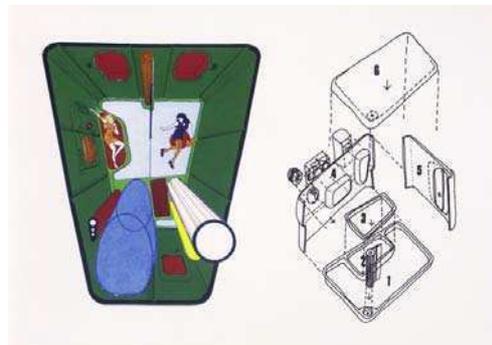


Figura 3 - Capsule Homes Project



Figura 4 - Nakagin Capsule Tower



Figura 5 - Cabina modulare nave da crociera

La teorizzazione di nuove dinamiche sociali conduce i progettisti Inglesi e Giapponesi a forzare l'ingresso delle nuove tecnologie nella vita dell'uomo della seconda metà del XX secolo. Le nuove esigenze (assemblaggio, manutenzione, durata) spingono a ricercare "altrove" le risposte necessarie per adeguare l'architettura alle nuove "prestazioni" richieste. La tecnologia funge da tramite tra lo stile di vita corrente (negli anni '60 e '70) e quello futuribile.

In alcuni casi nel corso del XX secolo, analogamente a quanto accaduto in altri settori industriali, il mondo della nautica si è rivolto agli architetti per "sdoganare" l'immagine del prodotto nautico. Nel secondo dopoguerra, allorché ci fu il bisogno di ricostruire la flotta mercantile devastata dal conflitto bellico Gio Ponti ebbe la possibilità di cimentarsi con la progettazione degli interni di alcuna navi passeggeri (le motonavi Oceania e Africa ed i Transatlantici Conte Grande, Conte Biancamano, Giulio Cesare e Andrea Doria). Per Ponti "la nave all'italiana" è una vetrina per la presentazione della nuova Italia da inviare oltre l'Atlantico ed una occasione irripetibile per l'affermazione dell'architettura di interni, il disegno industriale e l'artigianato artistico.

In un articolo del 1950^{xv} Ponti, riallacciandosi a quanto preconizzato da Gustavo Pulitzer, si auspica che l'architetto venga chiamato a partecipare alla concezione strutturale e volumetrica della nave (vedi Piccione 2007 p.31) ma soltanto all'inizio degli anni '90, due architetti italiani per molti aspetti diversi tra loro, ma sicuramente accomunati dall'impostazione tecnologica da essi data alla propria attività professionale, poterono cimentarsi con il tema del design dell'involucro della grande nave da crociera influenzando, con il loro apporto, la cultura progettuale del settore: Guido Canali e di Renzo Piano.



Figura 6 – Costa Marina, Figura 7 – Crown Princess, Renzo Piano

Guido Canali

Guido Canali si è cimentato, nella trasformazione di una nave portacontainer in una nave da crociera, la Costa Marina^{xvi}, per conto della compagnia Italiana Costa Crociere.

Renzo Piano ha progettato, per conto della Princess Cruise, la Crown Princess^{xvii}, un vascello dai lineamenti sinuosi che ricordano il profilo di un delfino e che viene da molti considerato una delle più belle navi da crociera mai realizzate.

Mettendo a confronto questi due progetti si può constatare come il progetto di Canali abbia un taglio più strettamente architettonico per cui realizza un lavoro che tende a portare all'interno della nave conoscenze modi e forme tipici della progettazione in terraferma con un processo per certi versi opposto a quello operato da Nouvel nel Nemausus e da Grimshaw in molti suoi progetti degli anni '90, che hanno trasferito sulla terraferma elementi tecnici e formali tipici dell'ambito nautico.

Canali trasferisce in ambito nautico il tema della grande facciata vetrata che da quel momento in poi diventerà un aspetto molto ricercato in nautica. Tale utilizzo di pelli vetrate ha innescato un meccanismo virtuoso attraverso cui le tecnologie dei serramenti ripensate per adattarsi alla nautica vengono ritrasferite in architettura implementate dal punto di vista prestazionale,^{xviii}

Piano ha invece un approccio più disinvolto che lo porta ad affrontare il progetto con l'atteggiamento del designer moderno: approccio che potrà alla realizzazione di un "prodotto" innovativo e capace di arrivare ad un risultato estetico che avrà grande influenza sui progetti navali degli anni a venire.

Un approccio simile è stato adottato di recente da Norman Foster per il mega yacht Ocean Emerald (2006)^{xix}, progetto in cui l'incontro tra architettura e nautica ha dato vita a forme intente a scardinare l'iconografia classica della barca ed a creare un nuovo stile di vita a bordo.



Figura 8 – Ocean Emearald – Foster + Patners



Figura 9 – Ocean Emearald – Foster + Patners

ⁱ *Massimo Pica Ciamarra* ETERONOMIA DELL'ARCHITETTURA testo tratto dalla conferenza tenuta il 14 Ottobre 2009 mercoledì alla triennale di Milano nell'ambito degli "incontri di architettura naturale".

ⁱⁱ Di Battista V, Giallocosta G., Minati G. (a cura di) *Architettura e Approccio Sistemico*, Monza, Polimerica, 2006.

ⁱⁱⁱ *"Archigram offered temporary, flexible enclosure and failed: Rogers offered flexible servicing for a heavy concrete-frame structure squarely in a tradition of permanence, and succeeded.*
(...)the architecture of the future must be in continual transition. To make itself financially viable it must draw its value from its performance" (Pawley, 1987 p35).

^{iv} *"Ships, just like buildings, are objects of considerable technical complexity. Just in terms of scale and use, there are sufficient similarities that warrant comparison (there are, of course, significant differences); it is precisely the similarities that offer opportunities for technology transfers. Both ships and buildings are large objects, with similarly complex service systems and interconnected spaces inhabited by people (in the case of passenger ships) and serving specific functions. Both have to respond to similar environmental influences and functional requirements. Both represents significant undertakings that requires substantial financial and material resources. Both rely on similar principles, methods and processes of design, analysis and production.*
Differences do exist, (...) in short, ship to have to perform in more ways than buildings. (Kolarevic, 2003, p. 8)

^v *"Both keel-laying and groundbreaking symbolize a way of building that is as old as shipbuilding and architecture themselves. Each begins from the bottom, be it keel or foundation, then joins to it a supporting frame of ribs, either column or wall, then sheathes the structure in skin. Next follows the insertion of systems, interiors, and equipment to culminate in a completed ship or building. These acts have, an order, a sequence to their hierarchy that has remained largely unchallenged throughout history. While there has always been some overlap between the end of one act of construction and the beginning of the next, the sequence of the acts in the plays of shipbuilding and architecture have remained the same: foundation, frame, skin, systems, finish, equipment."* (Kieran, Timberlake, 2004, p.71)

^{vi} Verne J., *Une ville flottante*, Pierre-Jules Hetzel Fr. 1871 (tr. it. *Una città galleggiante* a cura di Ballesio C., Milano Principato 1999).

vii J. G. Ballard, *High Rise, Jonathan Cape U.K., 1975* (tr. it. *Il Condominio*, Milano, Feltrinelli, 2003).

viii Le Corbusier, *Vers Une Architecture, Paris, Vincent Freal 1923* (tr. It. *Verso una architettura* a cura di Pierluigi Cerri e Pierluigi Nicolin. - 8. ed. - Milano, Longanesi, 1999).

^{ix} Neologismo creato nel 1929 dalla contrazione delle parole *Dynamic, Maximum, Tension*, che sintetizzano le tematiche chiave di questo filone della ricerca Fulleriana.

^x Whicita Dymaxion Dwelling Machine, il cui prototipo di diametro 11m fu realizzato nel 1946 ed assemblato in a secco 2 giorni da 16 operatori non specializzati.

^{xi} Progettato da Kisho Kurokawa, costruito a Ginza (Tokyo) nel 1972 è la prima architettura "a capsule" realizzata per un utilizzo concreto. È considerato l'edificio più importante realizzato dall'internazionale dell'utopia.

^{xii} città marina composta da torri alte 300 metri, ognuna con una popolazione di 5000 abitanti. All'esterno di ogni torre di cemento sarebbero state innestate 1250 unità abitative prefabbricate, costruite in acciaio, e ognuna disponibile in sette tipi diversi per famiglie da 2 a 8 persone, con 72 metri di circonferenza. Tutti gli impianti igienici e di cucina sarebbero stati di plastica, fusa in un solo pezzo. L'innesto, partendo dal basso verso l'alto secondo l'effettivo numero di residenti, sarebbe avvenuto tramite magneti. Un modulo danneggiato o divenuto inadatto sarebbe stato staccato e rimpiazzato. Allo stesso modo, sarebbero state semoventi anche le torri. In complesso la città, chiamata in giapponese "Unabara", avrebbe contato mezzo milione di abitanti, e si sarebbe composta di due anelli concentrici, quello interno per le abitazioni e quello esterno per le fabbriche (da www.fabiofeminofantascienze.org)

^{xiii} Gli Archigram definiscono il ciclo di vita degli elementi dei loro progetti: i bagni non possono durare più di 3 anni, 15 anni per le unità abitative, 20 anni per i silos automobilistici, 40 anni solamente per l'intera città.

^{xiv} Le grandi navi vengono realizzate dal cantiere navale (shipyard) per sezioni verticali, complete di struttura e impiantistica. Le cabine sono prefabbricate esternamente al cantiere navale vengono inserite e connesse alla nave in un secondo momento.

^{xv} “Corriere della Sera” del 21 Marzo 1950

^{xvi} Costa Crociere, Costa Marina: Lunghezza 174. m Larghezza 26m, 963 passeggeri + 391 Membri di Equipaggio.

^{xvii} Princess Cruise, Crown Princess: Lunghezza 290m Larghezza 36m, 3080 Passeggeri + 1200 Membri di Equipaggio.

^{xviii} Si veda in proposito l'intervista a Michele Sossai riportata in Allegato III

^{xix} Rodriguez cantieri navali, Ocean Emerald: Lunghezza 41. m Larghezza 8,3m. Progetto Foster + Patners. Anno di realizzazione: 2006.

Nel presente capitolo si vuole esaminare l'organizzazione dell'iter progettuale, gestionale e produttivo che sottende alla realizzazione del prodotto nautico, capire quali sono le figure i processi e le strategie che concorrono alla produzione dei più grandi manufatti che l'industria sia in grado di realizzare; manufatti che rispondono ad un numero vastissimo di esigenze tecnologiche e funzionali e che perciò necessitano di un team che integri al suo interno conoscenze ed abilità molteplici.

I passaggi attraverso cui si proverà a comprendere il processo produttivo in nautica saranno i seguenti:

- a. L'elencazione analitica degli attori del processo, che a prima vista sembrano del tutto assimilabili a quelli del processo edilizio, ma che si rapportano con dinamiche differenti e probabilmente più efficienti di quanto non avvenga in architettura.
- b. La schematizzazione del processo di design, e del processo di produzione al fine di mettere in luce la stretta correlazione che hanno in questo particolare ambito.
- c. L'esposizione del processo produttivo che ha portato alla realizzazione del *motoryacht* ISA 120

Questa fase analitica della ricerca in cui si proverà a mettere a sistema in un diagramma di flusso il processo produttivo in nautica è strumentale alla successiva comparazione tra i modelli di "processo produttivo dell'edilizia" noti ed il processo produttivo in oggetto, alla ricerca di affinità e punti di contatto con realtà già ampiamente analizzate e comprese.

2.1 GLI ATTORI DEL PROCESSO

Il processo di produzione di una nave da crociera è un processo industriale estremamente complesso che necessita di essere gestito in termini coordinati e dirigenziali con grande cura. I principali attori del processo sono il promotore (*shipowner*) ed il cantiere navale (*shipyard*). Dal punto di vista teorico queste due figure sono abbastanza organizzate e strutturate da potere portare avanti l'intero processo edilizio. Il dualismo *owner/yard* ha un peso fondamentale in questo processo, decisamente più rilevante del rapporto promotore/costruttore che si ha nel processo produttivo dell'architettura.

A queste due figure fondamentali vanno poi ad aggiungersi un numero vastissimo di altre figure e competenze che andranno ad operare in modo specialistico all'interno del design team e del building team.

Il management deve quindi formare e coordinare dei team complessi ed eterogenei e, a tal scopo, necessita di strumenti e strategie adatti alla gestione di questa complessità: qui la necessità di integrazione delle competenze è portata alle sue estreme conseguenze, al punto che fin dalle prime fasi il management predispone uno *schedule*, contenente la programmazione settimanale di ciò che accadrà lungo un periodo di produzione che normalmente si estende dai due ai tre anni di tempo.

La regia del processo e la sua piena leadership sono saldamente in mano allo *shipowner*, che in questo caso è un promotore professionale ed altamente specializzato che conta all'interno del suo organico competenze e professionalità adatte a gestire i nodi cardine del processo di produzione.

Lo *shipyard*, rappresenta nel nostro caso il *General Contractor*, ma probabilmente questa definizione è riduttiva. Il cantiere navale infatti non è solo il costruttore del prodotto ma svolge molte alte funzioni di progettazione e di controllo, prima tra tutte quella di calcolo della struttura. Va evidenziato, inoltre, come nella prassi comune lo *shipowner* preferisca spesso partire da un "modello", ovvero dal progetto di una nave già realizzata dal cantiere, per poi modificarlo ed adattarlo alle proprie esigenze funzionali, economiche, estetiche e di *brand identity*.

Il *design team* è composto da progettisti e consulenti di varia natura, a causa delle dimensioni e delle complessità presenti spesso ci sono più figure che svolgono lo stesso ruolo su diverse parti della nave. Si pensi per

esempio ai progettisti degli interni, ci saranno quelli degli spazi pubblici e quelli delle cabine, ma gli spazi pubblici richiederanno a loro volta competenze progettuali diverse a seconda che si tratti della lobby piuttosto che del teatro, del ristorante o del centro benessere.

Enorme sarà infine la quantità di *subcontractors* e di produttori di materiali e componenti.

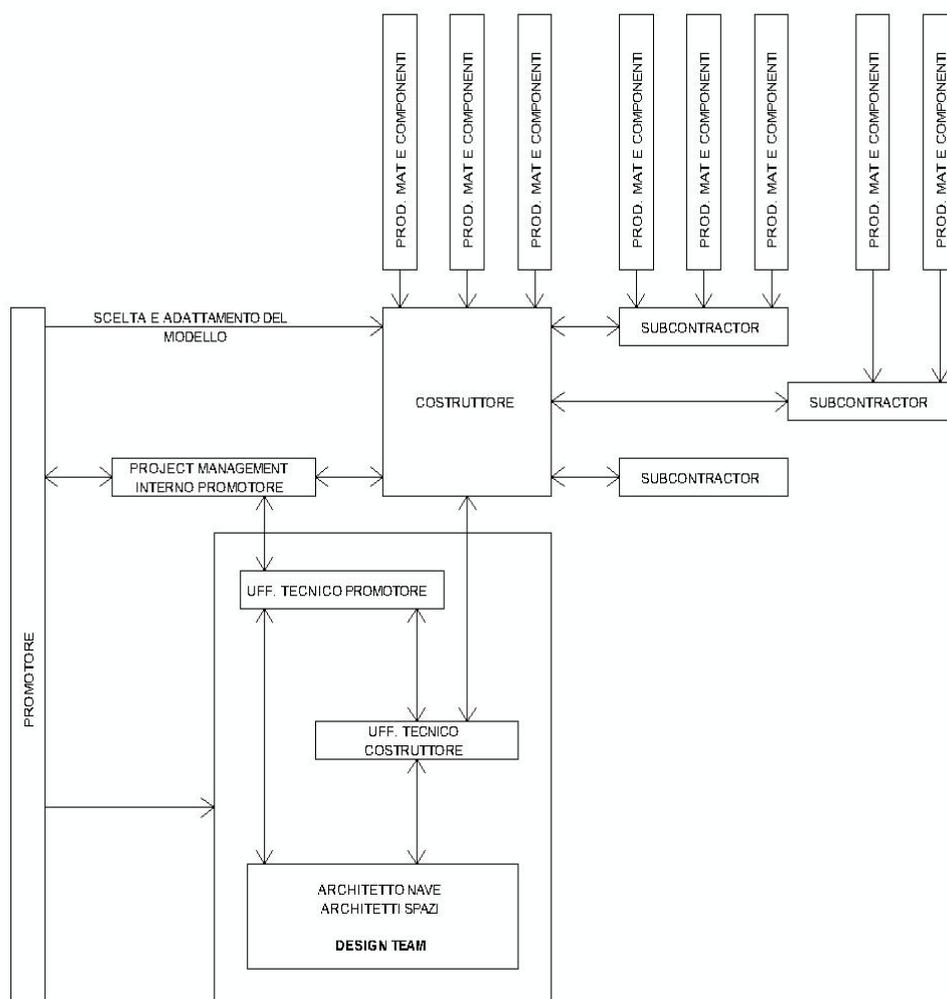


Figura 1

2.2 DESIGN PROCESS E CONSTRUCTION PROCESS

Come si può vedere dall'immagine qui di seguito riportata il processo di design di una nave da crociera si spalma su tre fasi (*concept design*,

preliminary design e contract design) che vengono schematizzate con un andamento a spirale che corrisponde ad un affinamento progressivo degli elementi progettuali.

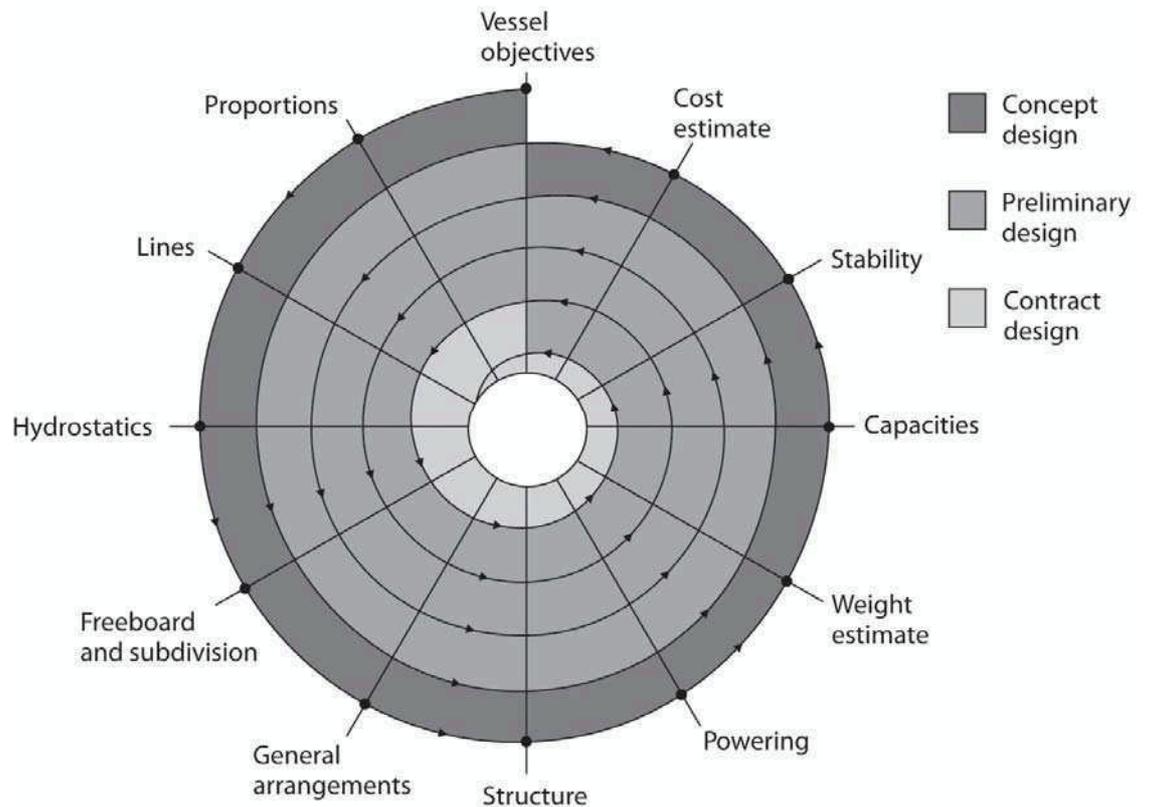


Figura 2 - Fonte: Eyres D.J., *Ship Construction*, Fifth Edition, Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001

Lo stesso autore del libro in cui è riportata questa immagine aggiunge una ulteriore fase che chiama *post contract design*. In realtà nella prassi il numero di *steps* in cui viene scandito il processo e di gran lunga superiore. Riportiamo qui di seguito il modello di un tipico *schedule* fornito ai membri del team durante la progettazione di una nave da crociera indicante l'organizzazione per fasi delle scadenze e dei passaggi di revisione e feedback attraverso cui avverrà la definizione del progetto.

FASE A

COMPETENZE DEL CANTIERE NAVALE	Piani General: definizione geometrica preliminare degli spazi pubblici contenente l'indicazione di dimensione e posizione delle strutture in acciaio, compartimentazioni antincendio, spazi tecnici, cavedi e condotti ed altezza dei ponti
--------------------------------	---

COMPETENZE DEL
COMMITTENTE /
DEI PROGETTISTI

Completamento dei Piani Generali

FASE B

COMPETENZE DEL
CANTIERE NAVALE

COMPETENZE DEL
COMMITTENTE /
DEI PROGETTISTI

Produzione degli elaborati grafici preliminari dei progettisti per la definizione delle strutture in acciaio: Layouts, piante preliminari delle pavimentazioni e dei soffitti (indicanti le posizioni di eventuali cupole), livelli del pavimento, rampe, interfacce con cucine e dispense, tagli da prevedere nella struttura in acciaio per scale, lampade incassate, etc.

FASE C

COMPETENZE DEL
CANTIERE NAVALE

COMPETENZE DEL
COMMITTENTE /
DEI PROGETTISTI

Produzione degli elaborati grafici definitivi per determinare le strutture in acciaio: Layouts, piante dettagliate delle pavimentazioni e dei soffitti (indicanti le posizioni di eventuali cupole), livelli del pavimento, rampe. Indicazione del posizionamento di porte e finestre, sezioni degli ambienti principali, sezioni e prospetti di scale e finestre. Indicazioni preliminari sull'illuminazione.

FASE D

COMPETENZE DEL
CANTIERE NAVALE

Definizione geometrica definitiva degli ambienti principali comprensiva delle indicazioni riguardanti le strutture in acciaio, compartimentazione antincendio, spazi tecnici, cavedi e condotti ed altezza dei ponti (4 settimane prima della consegna della fase D).

COMPETENZE DEL
COMMITTENTE /
DEI PROGETTISTI

Produzione degli elaborati grafici definitivi dei progettisti per determinare i principali elementi di progetto:

- piante definitive delle pavimentazioni e dei soffitti contenenti il coordinamento concernente l'illuminazione, -
- Specifiche definitive del lighting
- Sezioni definitive di ambienti principali, scale, finestre, etc.
- Prospetti

- Piante contenenti gli impianti elettrici
- Indicazioni su sistemi audio-video
- Dettagli preliminari dell'illuminazione decorativa
- Illuminazione richiesta per insegne e pezzi d'arte.
- Specifiche preliminari dei materiali di pavimenti e soffitti
- Prospettive e renderings.

FASE E

COMPETENZE DEL CANTIERE NAVALE Dopo la fase E il costruttore (cantiere navale) riesamina il design ed evidenzia eventuali conflittualità rispetto a quanto previsto dal contratto.

COMPETENZE DEL COMMITTENTE / DEI PROGETTISTI Produzione degli elaborati grafici di dettaglio definitivi

- piante definitive delle pavimentazioni e dei soffitti con l'indicazione di tutti i materiali
- Dettagli di pavimentazioni, soffitti, pareti, illuminazione,
- Sezioni e dettagli, ringhiere, rampe, bars, buffets, e di tutti gli arredi fissi
- Elenco dei mock-ups richiesti
- Presentazione e consegna dei materiali di finitura al costruttore

FASE F

COMPETENZE DEL CANTIERE NAVALE Dopo la fase F il costruttore (cantiere navale) riesamina il design ed evidenzia eventuali conflittualità rispetto a quanto previsto dal contratto.

COMPETENZE DEL COMMITTENTE / DEI PROGETTISTI Modifiche architettoniche come richiesto per conformare I progetti a quanto previsto dal contratto; Specifiche preliminari per le furniture e gli accessori, trattamento delle finestre, segnaletica ed insegne, pezzi d'arte (con particolare attenzione alle esigenze di carattere ingegneristico, impiantistico, etc.). Riunioni di coordinamento e controllo dei Mock-up press o il cantiere navale.

FASE G

COMPETENZE DEL CANTIERE NAVALE

COMPETENZE DEL COMMITTENTE / Specifiche finali per le furniture e gli accessori, trattamento delle finestre, segnaletica ed insegne,

DEI PROGETTISTI pezzi d'arte.

FASE H

COMPETENZE DEL
CANTIERE NAVALE

COMPETENZE DEL COMMITTENTE /
DEI PROGETTISTI Riunioni di coordinamento con il costruttore e con i subcontractors, revisione degli shop drawings, sopralluoghi, punch list: a partire dalla conclusione della fase G

Tabella 1

Si noti come il *design process* prosegua durante il *construction process* accavallandosi a quest'ultimo seguendo le procedure tipiche del *concurrent engineering*. Si noti inoltre come è netto il dualismo tra le competenze/responsabilità del cantiere navale e quelle del tandem committente-progettisti.

Quanto appena detto comporta un feedback continuo tra progetto strutturale e progetto architettonico che dà vita alla "ripetitività concentrica" mostrata nella figura riportata in apertura di paragrafo e che dipende dalla natura industriale del progetto navale, dal fatto che la nostra città oltre a galleggiare debba anche muoversi. A differenza di un progetto in terraferma, in cui, almeno da una determinata fase in poi, la morfologia del sito ed il progetto strutturale non cambiano e anzi diventano "punti fissi" attorno ai quali organizzare il progetto: in questo caso non abbiamo punti fissi, la nave può essere modificata quando già molte delle sue parti sono state realizzate, possono rendersi necessari nuovi pilastri o nuove paratie a causa della variata dislocazione dei carichi dei livelli superiori, etc. Le risposte definitive dal punto di vista strutturale si hanno dopo che la nave è effettivamente andata in mare aperto per effettuare il "*Sea Trial*" (prova in mare) ed in realtà la fase progettuale non termina neanche in questo momento perché la nave che si progetta, normalmente, è solo il primo esemplare, il prototipo, di una ristretta serie di navi che viene chiamata *Classe*¹. Per cui dopo il varo della prima nave i progettisti potranno essere chiamati a riprendere in mano il loro lavoro per apportare tutte quelle modifiche e tutte quelle correzioni di natura funzionale che la proprietà e l'operatore reputeranno essere indispensabili per la realizzazione delle navi gemelle che andranno ad essere costruite; inoltre ai progettisti degli interni

spesso viene richiesto di rivedere le finiture in modo da far sì che gli allestimenti delle navi di una classe siano simili tra loro ma non identici.

2.3 LA NAUTICA DA DIPORTO: Il prodotto ISA 120

Quello della produzione di yachts e super-yachts è un settore in cui il nostro paese è leader ed in cui forse in qualche modo si è sviluppato il principio de “la nave all’italiana” cui era legato Gio Ponti.

Questo settore offre interessanti spunti perché la produzione di prodotti ad alto livello di complessità viene effettuata in molti casi da piccole e medie imprese in un contesto di artigianalità industriale, in cui possono essere ricercati affinità e spunti per il cantiere di architettura.

Si è scelto di analizzare il percorso che ha portato alla realizzazione dell’ISA 120ⁱⁱ, motoryacht progettato dal prof. Andrea Vallicelli, uno dei progettisti più esperti del settore, con il quale è stato ripercorso l’iter realizzativo e produttivo dell’imbarcazione e che ci ha fornito tutte le informazioni ed i materiali necessari per questa analisi.

IL CONTESTO PRODUTTIVO

ISA 120 è uno yacht a motore di 36 metri prodotto da ISA yachts (International Shipyards Ancona) una realtà produttiva giovane (la prima barca è stata prodotta nel 2001) che realizza le proprie imbarcazioni nelle Marche, in un cantiere che si estende di 45.000mq ed in cui lavorano 180 dipendenti. I cantieri ISA producono *yachts* e *megayachts* sia di serie, come nel caso che andremo a trattare, che *one-off* (prodotto singolo su ordinazione).

In questo caso specifico, diversamente da quanto accade per la crocieristica, la committenza ed il cantiere navale coincidono mentre il futuro proprietario dell’imbarcazione entra in gioco solo in un secondo tempo per definire gli aspetti legati all’interior decoration.

Nel progetto di un prodotto industriale è il cantiere (o l'imprenditore) a decidere di mettere sul mercato un prodotto, un modello, e lo fa sulla base di una ricerca di mercato. (Vallicelli, 2011 - Vedi Allegato II).

La dicotomia cantiere navale – proprietario-progettista viene quindi in questo caso ridotta solo all'ambito delle finiture mentre tutta la parte che sta a monte viene sviluppata in sinergia tra il cantiere ed il progettista.

Lo studio Vallicelli (A. Vallicelli & C.) ha progettato gli esterni della barca, il *concept*, il piano distributivo degli interni.

IL PROGRAMMA ED IL BRIEF

Per la realizzazione di ISA 120, motor-yacht di serie prodotto su stampo in vetroresina, il cantiere/committente dopo avere individuato target e tipologia di prodotto, servendosi di indagini di mercato, compone un Team incaricato della definizione del brief, "Ritornando a come si sviluppa un progetto, abbiamo detto che c'è un imprenditore, un cantiere, un'industria che delega un responsabile del marketing ed uno yacht designer, i quali, assieme ad altre competenze tecnico-produttive, mettono a punto quello che si chiama il brief progettuale (...) Gli elementi che definiscono il brief non sono solo quelli inerenti la figura dei destinatari (i modelli di consumo) e quindi gli aspetti che riguardano la fruizione: le forme architettoniche, la distribuzione spaziale, le funzioni d'uso etc.. Ci sono aspetti che attengono alla produzione e quindi fanno i conti con i materiali, le tecnologie di processo etc.. Per cui, in questa fase, una terza figura si aggiunge a quelle del designer e dell'esperto di marketing è ed quella del direttore di produzione. Quest'ultimo si occupa del processo produttivo, di quegli aspetti dell'ingegneria che sono connessi col progetto architettonico in generale. Il designer deve avere la capacità di dialogare sia con l'esperto di marketing, sia con il responsabile dei vari aspetti ingegneristici. La capacità di operare delle sintesi è importantissima per la qualità del progetto." (Vallicelli, 2011 - Vedi Allegato II).

Il team incaricato della definizione di brief e programma è composto quindi da due figure interne al cantiere, responsabile Marketing e responsabile Produzione, e da una esterna che è lo studio del prof. Vallicelli. Si noti come la composizione di questo Team (responsabile marketing –

responsabile di produzione – progettista), ricalchi, pur scaturendo da dinamiche differenti, quella owner/shipyard/architect tipica del processo di produzione delle navi da crociera.

Il responsabile del *marketing* è quella figura che colta una domanda nel mercato ha fornito al designer il profilo del destinatario e gli obiettivi del progetto; il progettista esterno si è occupato di tutti quegli aspetti legati alla fruizione ed all'immagine del prodotto; il responsabile di produzione ha coordinato i vari aspetti ingegneristici e di produzione.

Il brief di ISA 120 contiene indicazioni riguardanti i materiali da costruzione e le tecnologie da utilizzare (es. stampo in vetroresina), il numero di esemplari da produrre (11), inoltre contiene i bozzetti preliminari redatti direttamente dal progettista, quindi una prima definizione degli aspetti riguardanti la forma e la fruizione del prodotto.

IL PROGETTO

Una volta formalizzato il brief è stato presentato ai responsabili commerciali, al responsabile generale del cantiere e all'imprenditore per valutare, sulla scorta di sondaggi fatti dai responsabili commerciali se i primi piani preliminari, risquotessero il successo che si pensava potesse avere: "Dopo questa fase si passò allo sviluppo del progetto, utilizzando modelli in scala, facendo piani che, naturalmente, andando avanti passarono dalla fase ideativa, che è fatta o con degli schizzi o con dei piani sommari, a piani con una definizione maggiore, come in tutti i processi progettuali. Quando si supera questa fase, che naturalmente dà luogo ad una progressione "a spirale", tipica del progetto, si fa una programmazione di sviluppo in ragione degli aspetti positivi e negativi." (Vallicelli, 2011 - Vedi Allegato II)

La progettazione vera e propria di ISA 120 ha inizio con la fase di *concept design* (DC) che è il progetto degli elementi basilari concettuali quali l'architettura generale della barca, le esigenze spaziali, gli aspetti ergonomici, l'uso dei materiali migliori e tutto ciò che attiene alla costruzione, come la motorizzazione.

Per Vallicelli, ai fini dello sviluppo del progetto e dell'innovazione ha grande importanza la tecnica del *brain storming*. "E' una tecnica di lavoro in cui vari

soggetti si mettono intorno ad un tavolo (progettisti e/o tecnici di cantiere) mettendo giù delle idee a ruota libera, a volte anche paradossali. Spesso da questo materiale che viene prodotto si può scremare qualche elemento che può essere utile per la sollecitazione all'innovazione. Il materiale che viene setacciato in questa fase, ridondante e apparentemente caotica, può essere utile nella fase di *concept* e far sì che, in una fase avanzata di sviluppo del progetto, si raggiunga un obiettivo con dei contenuti importanti. Tutto ciò è utile sia per quanto riguarda gli aspetti estetico-formali, sia per quanto riguarda gli aspetti tecnologici. Questo passaggio in cui ci si confronta a ruota libera, a volte anche con non specialisti del settore, è uno strumento metodologico-progettuale da cui, se gestito con capacità ed esperienza, il progetto può trarre profitto". (Vallicelli, 2011 - Vedi Allegato II)

Nel design di questo *motor yacht*, si ha avuta la seguente suddivisione dei ruoli:

- Figure interne all'ufficio tecnico del cantiere si sono occupate dell'architettura navale, cioè lo studio della carena. "Per questa attività si utilizzano dei procedimenti che partono da uno studio con strumenti di carattere numerico, quindi con codici numerici che servono a fare le previsioni del comportamento della forma dello scafo quando si muove in un fluido e si usano i cosiddetti programmi CFD (*Computational Fluid Dynamic*). In seguito, sulla base dei primi risultati si passa allo studio di più ipotesi di forma di carena. Poi, se si dispone di un adeguato budget, si passa ai test con modelli sperimentali fisici. Si realizzano dei modelli in scala che vengono studiati in vasca navale. Qui vengono trainati per misurare la resistenza, con procedimenti molto complessi che permettono di fare delle valutazioni sulle prestazioni." (Vallicelli, 2011 - Vedi Allegato II)

Anche il responsabile delle strutture e degli impianti è un soggetto che fa parte dello stesso Ufficio Tecnico. Queste figure si sono poi occupate della produzione.

- Lo studio Vallicelli ha avuto il ruolo di *yacht designer*, ovvero il designer degli esterni e della concezione distributiva dei piani generali (*general arrangement plan* e *exterior design*). Il ruolo del

tecnico esterno, come si è detto, è stato quindi quello di curare l'immagine e l'efficienza del prodotto.

- Tecnici di riferimento dell'armatore, quindi diversi per ciascuna imbarcazione si sono occupati dell'*interior design* e dell'*interior decoration*, ovvero del progetto di dettaglio degli arredi. "Sono stati realizzati undici esemplari ognuno diverso dall'altro. È abbastanza comune che su prodotti di questo tipo, che non hanno uno standard stretto salvo la compartimentazione, le barche vengano *customizzate*, cioè vengano realizzate in base alle esigenze espresse dalla committenza. Difficilmente un armatore vuole un allestimento interno che, dal punto di vista dei materiali, delle superfici, del tipo di decorazione degli arredi, sia uguale ad un'altra barca, sebbene identica all'esterno. Quindi l'interno, viene fatta su misura, *tailor-made*, dedicato all'armatore, il quale spesso si affida un *interior decorator* di propria fiducia." (Vallicelli, 2011 - Vedi Allegato II)
- L'*interior design* e l'*interior decoration* sono stati eseguiti secondo un ulteriore brief concordato tra il cantiere navale e l'acquirente.

LA REALIZZAZIONE – E LE FASI DI POST-DESIGN

ISA 120 è un motor-yacht di serie prodotto su stampo in vetroresina. Si tratta di un prodotto industriale, la cui progettazione di interni ed esterni presenta specifiche problematiche di progetto e produzione.

La scelta della VTR è legata a fattori tecnico-economici ed a fattori legati all'uso specifico dell'imbarcazione.

"Quando abbiamo a che fare con imbarcazioni di serie e non si devono avere grandi prestazioni nel rapporto tra rigidità e peso, si utilizza il composito più diffuso, la cosiddetta vetroresina, formata da resine poliestere e fibre di vetro. La vetroresina è uno dei materiali più utilizzati per la produzione in serie perché è abbastanza facile da lavorare e permette delle economie produttive nel processo. Costruiti gli stampi si lavora a temperatura ambiente e non richiede una manodopera particolarmente specializzata".ⁱⁱⁱ (Vallicelli, 2011 - Vedi Allegato II)

Allorché il progetto passa alla fase di produzione si sono realizzati gli stampi per la cui preparazione si costruiscono modelli in scala 1:1; per la realizzazione del modello si impiegano circa 3 settimane mentre per la realizzazione degli stampi ci vogliono dai 2 ai 4 mesi.

Nella fase di realizzazione degli stampi di ISA 120 sono state apportate, come avviene nella maggior parte dei casi, delle messe a punto al progetto. “Nel caso di una barca in vetroresina, viene fatto un calco del modello da cui si produce lo stampo su cui si stratificano tutti gli elementi che servono a formare il fasciame dell'imbarcazione sia dello scafo, sia della coperta. Una volta sgusciato, l'involucro esterno verrà “riempito” con tutti gli aspetti che riguardano gli allestimenti interni, gli impianti e gli arredi interni, sino al dettaglio finale.” (Vallicelli, 2011 - Vedi Allegato II)

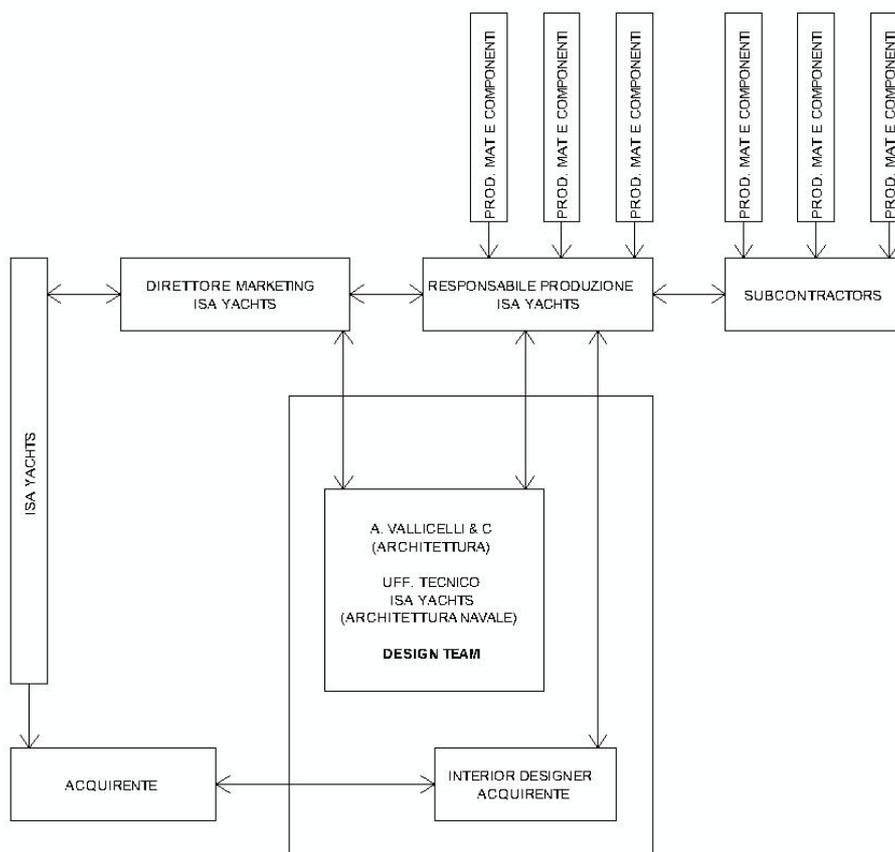


Figura 3

Per quanto riguarda le tempistiche di realizzazione di un prodotto come ISA 120, generalizzando il discorso, si può dire che il *time to market* del primo esemplare è di 18-24mesi: 8-10 mesi per la progettazione, circa 3 mesi per

la produzione dello stampo ed 8-10 mesi per l'allestimento del prototipo. Naturalmente per la realizzazione degli esemplari successivi le tempistiche di progettazione e produzione non si considerano mentre la tempistica dell'allestimento diminuisce gradualmente fino ad arrivare a dimezzarsi grazie al progressivo ottimizzarsi delle operazioni ed all'addestramento delle maestranze e dei i tecnici preposti alla direzione produttiva. Il *time to market*^{iv} di ISA 120 è riportato nella tabella a seguire:

Tabella 2: *Time to market* di ISA 120

dialogo tra gli attori del progetto	2 mesi
sviluppo del progetto	4-6 mesi
realizzazione di un modello in scala	2-3 settimane
costruzione stampo	2-4 mesi
allestimento	8-10 mesi

Tabella 3

L'impegno del progettista non termina con la conclusione del prototipo in quanto per le imbarcazioni gemelle che verranno il progettista dovrà effettuare correzioni (qualora necessario) ed aggiornare il prodotto. Vallicelli dice: "per quanto mi riguarda ho rapporti stretti con il produttore per tutto quello che riguarda la messa a punto del primo modello, del prototipo per l'appunto. Ma poi anche per tutto quello che concerne le varianti successive, ciò che si può chiamare il *restyling*, il *redesign* dell'imbarcazione, un aggiornamento in base alle varianti che vengono sollecitate da esigenze di carattere commerciale o da esigenze di carattere tecnico – produttivo". (Vallicelli, 2011 - Vedi Allegato II)

i Ciò avviene nell'approccio normalmente chiamato "stock design" che si distingue dall'approccio tradizionale, che mira alla produzione del pezzo unico, denominato "one-off design".

ii SPECIFICHE TECNICHE ISA 120

DIMENSION

Construction FRP/ARAMAT
 Classification RINA Charter Class, C X
 HULL MACH, YCH (MCA), Short Range
 Certification MCA Code of Practice, LY2
 Short Range Yachts
 LOA 36.45 m
 LWL 30.00 m
 Maximum beam 7.40 m
 Moulded depth 3.659 m

DISPLACEMENT, SPEED AND RANGE

Displacement at Full Load 169,5 tons
 Displacement at Half Load 153 tons
 Draught (full load from B.L.) 1.50 m
 Speed (at half load, with M/E at MCR)
 33 Knots
 Cruising speed 27 Knots
 Fuel capacity 22,000 litres
 Fresh water capacity 4,000 litres
 Range at cruising speed 550 NM at 27
 Knots

MACHINERY

Main engine type 3 x MTU 16V 2000
 M93
 Main engine power 3 x 1790 KW @ 2450
 rpm
 Gearbox 2 x ZF3060 i= 2,952
 1 x ZF3060 i= 2,037
 Propulsion 2 x lateral water jets
 KAMEWA 71S3
 1 x booster jet KAMEWA 56B3
 Main generators 2 x KOHLER 70EFOZD,
 by 70 KW
 Stabilization System Quantum's
 ZeroSpeed extendable fins

GENERAL INFORMATION

Concept ISA – International Shipyard
 Ancona
 Naval Architecture ISA – Technical
 Department
 Exterior Design Andrea Vallicelli
 Interior Design TBD

iii La tecnica più diffusa per i piccoli scafi è l'*hand lay-up* che prevede la lavorazione manuale del materiale. La ricerca ha sviluppato tecniche più evolute per ovviare allo scarso controllo dovuto da un processo manuale ed alla tossicità dovuta dallo stirene durante l'emissione, tra questi il processo di SCRIMP (*Seamann Composite Resin Infusion Molding*) una tecnica di stampaggio ad infusione sottovuoto.

^{iv} “Il *Time to Market* (TTM), ovvero l'intervallo di tempo che intercorre tra l'inizio della fase di progettazione di un nuovo prodotto o servizio e la sua commercializzazione, rappresenta l'indicatore globale del processo di sviluppo di prodotto in termini di tempo, costo e qualità. Riducendo il TTM, le aziende possono realizzare prodotti innovativi più aderenti alle necessità dell'utilizzatore e guadagnare maggiore competitività sul mercato.

L'innovazione di prodotto e la riduzione del TTM rappresentano quindi, nell'ambito della progettazione industriale, i fattori sui cui si gioca la competitività delle aziende. L'introduzione nel mercato di nuovi prodotti sempre più concorrenziali ed in tempi ridotti impone l'adozione di una serie di metodologie, comunemente note con il nome di *Time Compression Technologies* (TCT), la cui integrazione consente di ottenere significative riduzioni dei tempi di ideazione, progettazione ed ingegnerizzazione all'interno dell'intero processo produttivo.

Tra gli strumenti di *Time Compression* a supporto delle aziende per il raggiungimento di tali obiettivi, rientrano tecnologie innovative come l'Ingegneria Inversa (RE – *Reverse Engineering*), la Realtà Virtuale (VR – *Virtual Reality*) e la Prototipazione Rapida (RP – *Rapid Prototyping*), la cui introduzione nel sistema aziendale si traduce essenzialmente nella riduzione dei tempi e dei costi dell'intero processo produttivo e nel miglioramento della qualità” (Fantini, M. strumenti e metodi per la progettazione industriale (...), tesi di dottorato XIX ciclo)

L'intreccio tra i due settori oggetto di questa ricerca può attuarsi con modalità complesse e molteplici che si proverà qui di seguito ad esplicitare e comprendere descrivendo ed analizzando alcuni casi esemplificativi dei rapporti e degli scambi avvenuti tra la produzione navale e quella architettonica. A seguito di questo lavoro descrittivo si tenterà di produrre una comparazione delle dinamiche e dei meccanismi preferenziali di trasferimento tecnologico basata sulla direzione preferenziale di trasferimento, sul cosa viene trasferito (tecnologie, manodopera specializzata, tecniche di gestione e controllo, dettagli costruttivi, componenti, etc.) e sulle modalità con cui ciò avviene.

Una prima suddivisione, funzionale a questa ricerca, può essere operata secondo la direzione del trasferimento, distinguendo i trasferimenti "ship to building", ovvero quelle innovazioni che l'architettura attinge dalla nautica, da quelli "building to ship", ovvero i trasferimenti che vanno in direzione opposta a quelli descritti in precedenza: evidenziando come i primi siano di natura più strettamente tecnologica mentre i secondi siano più legati a "lavorazioni di pregio" e "concetti abitativi". All'interno di queste due macrofamiglie saranno quindi elencate le modalità attraverso cui i due settori dialogano.

Va infine introdotta una terza tipologia di flusso di trasferimento che è quella che sarà schematizzata in "building to ship to building" in cui l'altrove non sia un settore da cui semplicemente si attinge innovazioni ma che in qualche modo funge come una sorta di "incubatrice" (di passaggio) in cui, tecnologie tradizionalmente utilizzate in architettura, vengono sviluppate, come conseguenza necessaria della maggiore richiesta di prestazioni del settore nautico, e rese nuovamente disponibili per il settore di provenienza.

3.1 SHIP TO BUILDING

Per quanto detto in precedenza quello della produzione navale risulta essere un settore estremamente prossimo, affine e fortemente dinamico, cui l'architettura guarda allo scopo di mutuare concetti costruttivi e produttivi, prestazioni, tenute, leggerezza, tecniche di assemblaggio. Si possono individuare alcune direttrici fondamentali attraverso cui l'architettura "prende" dalla nautica:

- Dettagli costruttivi, sistemi e componenti
- le tecniche di cantiere e la manodopera
- i metodi di produzione
- lo sfruttamento dell'indotto produttivo
- il richiamo formale.

Naturalmente l'utilizzo di uno di questi "meccanismi" non esclude gli altri, anzi, ad esempio, sarà molto probabile che un nel momento in cui si vogliono utilizzare sistemi e componenti prodotti all'interno di un cantiere navale si renda necessaria la presenza di carpentieri navali per assemblarli *sul cantiere di architettura*.

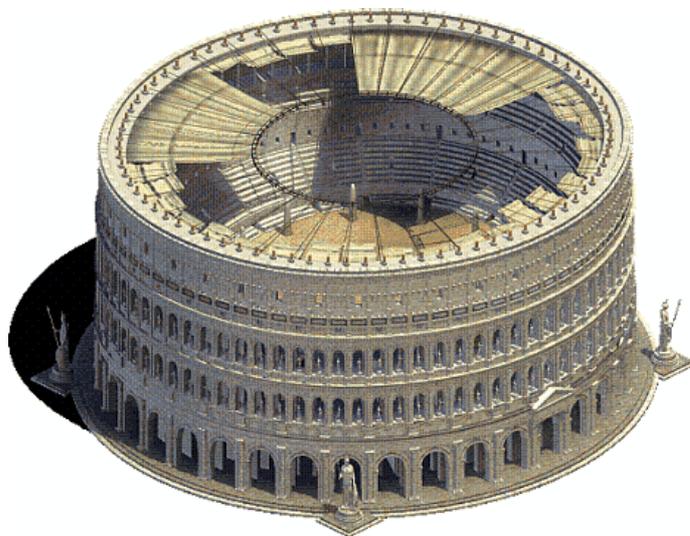


Figura 1 – Ricostruzione virtuale del Colosseo

I primi due progetti che si andranno a descrivere, a differenza di quanto ci si potrebbe aspettare, sono vecchi di diversi secoli, a riprova del legame storico tra i due settori in oggetto. I progetti analizzati successivamente tratteranno invece realizzazioni e trasferimenti avvenuti dall'avvento del movimento moderno fino all'ultimo decennio.

Nell'80 d.C. gli antichi romani, per la realizzazione del velarium del Colosseo, il famoso sistema di copertura mobile utilizzato per riparare gli spettatori dai raggi del sole, si rifecero alle tecniche utilizzate per realizzare le vele delle navi.

La tecnologia fino ad allora sfruttata per la produzione e l'utilizzo del sistema di propulsione dei velieri fu ricontestualizzata ed utilizzata per creare un sistema di ombreggiamento (cosa ripresa di recente dall'azienda velombra, utilizzando lo slogan *"La tecnologia nautica nel tuo giardino"*, per la realizzazione di ombreggianti di design realizzati con una struttura in acciaio inox e alluminio anodizzato ripresa del *mast* delle imbarcazioni e da una copertura avvolgibile in Dacron®, il tessuto usato per le vele delle barche); per provvedere alle manovre necessarie all'apertura ed alla chiusura di un meccanismo tanto complesso si rese necessario distaccare a Roma un reparto di Marinai della flotta di Capo Miseno.

**Figura 2 – Basilica Palladiana Vicenza, dettaglio della copertura**



Figura 3 – Basilica Palladiana Vicenza, Fronte

Diversi secoli dopo, a cavallo tra il XVI ed il XVII secolo, Andrea Palladio, incaricato di intervenire sul Palazzo della Ragione di Vicenza (oggi noto come Basilica Palladiana) per coprire il salone pensile del primo piano, (lungo 52 metri, largo 21, ed alto 25) realizzò una copertura a carena di nave rovesciata, rivestita in lastre di rame, ed a tal scopo si servì di maestranze provenienti dai cantieri navali veneziani.

Si è già detto di come Richard Buckminster Fuller utilizzasse, non a caso, termini come mast (albero maestro) e deck (ponte) per descrivere la struttura di molti dei progetti Dymaxion. Sono già state citate in proposito la 4DLight Tower e la Dymaxyon House.

Gli esempi trattati di qui in avanti sono tutti racchiusi nell'ultimo trentennio, ovvero nella fase storica in cui, prima in modo più sporadico e dal congresso del CIB del 1989 in maniera più consapevole il trasferimento tecnologico è stato considerato uno dei motori di innovazione fondamentali del settore. A differenza che nei primi esempi va rilevato come sia stato facile trovare una moltitudine di esempi nella cultura architettonica anglosassone ed invece siano quasi nulli quelli italiani.

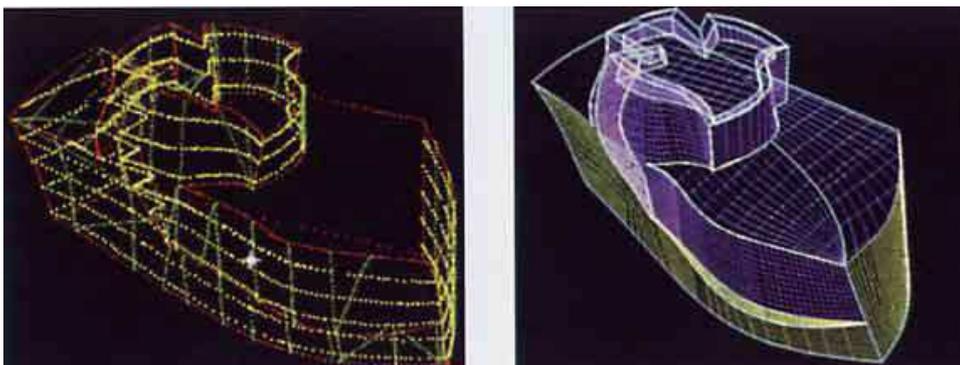
L'architetto inglese Richard Horden, nel 1984, per la realizzazione di una casa familiare su un unico piano a new Forest (UK), nota come *yacht house* utilizza una struttura tubolare in alluminio derivata dai ponti degli alberi maestri delle imbarcazioni a vela. L'architetto inglese guarda agli yacht al fine di trasferire nel progetto di architettura le caratteristiche di leggerezza ed adattabilità insite nelle realizzazioni del settore nautico. La yacht house è una casa pensata per crescere ed adattarsi alle esigenze dei

suoi ospiti. Si noti come in questo caso la mutuazione dal mondo della nautica sia duplice investendo tanto l'aspetto tecnico del progetto quanto quello formale: la tecnologia utilizzata finisce quindi per influenzare anche l'estetica del progetto.



Figura 4 - Richard Horden, Yacht House

Frank O. Gehry è solito investigare, nella sua attività progettuale, nuove forme e nuove soluzioni tecnologiche per le sue architetture e ciò lo porta a ricercare in settori tecnologicamente più spinti dell'architettura le soluzioni necessarie per realizzare i suoi edifici. Per gestire la complessità geometrica del Guggenheim museum di Bilbao l'architetto americano si è servito di CATIA, un software di progettazione di derivazione aeronautica attualmente utilizzato da molti cantieri navali. In questo caso, per la progettazione di un edificio che ha indiscutibilmente segnato le ultime generazioni di architetti, il trasferimento di tecnologie soft ha avuto un ruolo fondamentale¹; come fondamentale è stato per la sua realizzazione l'apporto di conoscenze e maestranze specializzate presenti sul luogo grazie all'indotto creato dall'industria nautica di Bilbao.



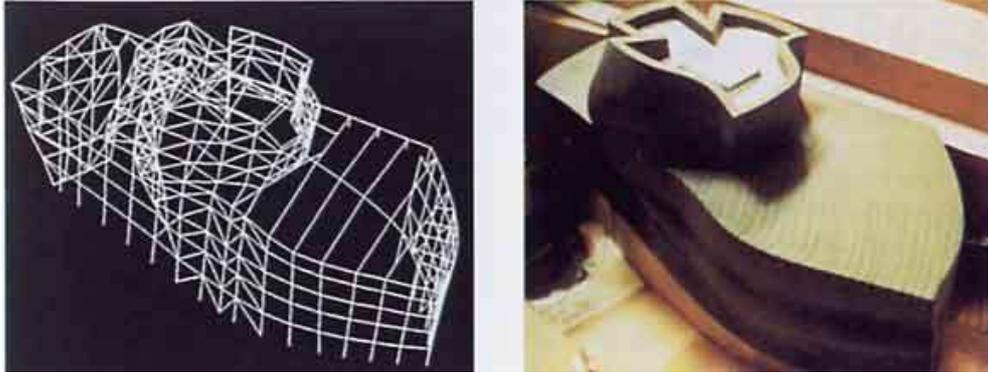


Figura 5 - Guggenheim Museum di Bilbao (1991-97), modello per il concorso, sezione acquarellata, sequenza di digitalizzazione. Immagine tratta da "Bruce Lindsey "Gehry Digitale. Resistenza materiale. Costruzione digitale" (La rivoluzione Informatica) Italia, 2002

Alcuni anni dopo, tra il 1995 ed il 2000, per la realizzazione della DZ Bank a Berlino, un edificio realizzato nel cuore di Berlino con un piano funzionale complesso che prevedeva uffici, residenze e sale conferenze semi indipendenti.



Figura 6 - Frank O. Gehry, Conference chamber DZ Bank a Berlino



Figura 7 - Frank O. Gehry, Conference chamber DZ Bank a Berlino

Ghery concepisce un edificio che si rapporta all'esterno in modo austero. Ma all'interno nel grande atrio, coperto da una struttura vetrata, concepisce la Conference Chamber come un elemento scultoreo di 4 piani con un involucro a doppia pelle, acciaio all'esterno e legno all'interno e si è serve di un cantiere navale per fare produrre il complesso rivestimento metallico che è stato poi posto in opera da operai specializzati dello stesso cantiere.

Il londinese Natwest media Centre at The Lord's Cricket Ground realizzato nel 1999 dai Future Systems e uno dei progetti più innovativi realizzati negli ultimi anni in quanto prodotto (e non edificato!) con struttura semi-monocoque interamente in alluminio, all'interno del cantiere navale Pendennis Shipyard di Falmouth.



Figura 8 - Future Systems, Natwest media Centre at The Lord's Cricket Ground

La finitura superficiale utilizzata, denominata Awlgrip, è stata prodotta appositamente da Marine, la più nota azienda produttrice di vernici per yacht, è durevole, resistente, inalterabile e, soprattutto, antigraffiti

In questo processo il confine tra architettura e prodotto industriale, tra cantiere edile e cantieristica navale, diviene molto sfumato. I progettisti inglesi realizzano una architettura ad alto contenuto tecnologico, tanto nell'involucro quanto nella funzione, la cui costruzione con tecniche tradizionali sarebbe stata praticamente impossibile.

La mediateca di Sendai progettata da Toyo Ito ed inaugurata nel 2001 è l'edificio più rappresentativo realizzato dall'architetto giapponese. Il progetto punta alla smaterializzazione dei fronti, costituiti da una doppia pelle di vetro trasparente trattati in modi diversi secondo l'esposizione, e mette in risalto la struttura costituita da sette enormi pilastri reticolari che sostengono i sottili solai in acciaio.



Figura 9 – Toyo Ito, Sendai Mediateque

Per realizzare la struttura dei solai, concepita, con tecnologie fino ad allora utilizzate soltanto nei cantieri navali, in scatolare di acciaio alto 40cm con luci fino a 20 metri, si rese necessaria la presenza sul cantiere di alcune decine di carpentieri navali addetti alle saldature.ⁱⁱ

La continua ricerca del noto architetto “che unisce la riflessione compositiva alla sperimentazione di nuove vie tecnologiche e costruttive” (Sinopoli, 2011) comporta spesso spunti e rimandi, generati dalla necessaria evoluzione delle tecniche costruttive, al settore nautico. “Il progetto per la Taichung Metropolitan Opera House di Toyo Ito, che si basa su un sistema strutturale innovativo, articolato su una griglia di tubi colossali che, incrociandosi in verticale e in orizzontale, configurano gli spazi interni del teatro e si espandono all'esterno. Il sistema costruttivo, che fa pensare a quello usato nella costruzione delle barche in Grp, si basa su due reti metalliche rivestite all'esterno di calcestruzzo rinforzato con fibre.” (Sinopoli, 2011)



Figura 10 - La Taichung Metropolitan Opera House di Toyo Ito si basa su un sistema strutturale articolato su una griglia di enormi tubi che, incrociandosi in verticale e in orizzontale, configurano gli spazi interni del teatro. Il sistema costruttivo si basa su due reti metalliche rivestite all'esterno e all'interno di calcestruzzo rinforzato con fibre. L'illuminazione si ottiene grazie a oblò in vetro traslucido passanti che perforano l'involucro.

Si possono citare tutta una serie di progetti che, con un taglio probabilmente meno interessante ai fini di questa ricerca, hanno guardato alla nave come riferimento estetico, tra questi il Nemausus di Jean Nouvel

realizzato nel 1987 a Nimes in Francia e il NeMo di Renzo Piano costruito ad Amsterdam nel 1997.



**Figura 11 – Jean Nouvel,
Nemausus – Nimes**



**Figura 12 – Renzo Piano, NeMo,
Amsterdam**

Un caso a parte è invece quello che riguarda Nicholas Grimshaw, portato dalla sua passione per le imbarcazioni a confrontarsi più volte e a vari livelli con tematiche legate al trasferimento “nautica/architettura” instaurando una dialettica complessa che abbraccia tanto la tecnologia quanto l'estetica. Non è difficile individuare nei suoi edifici dettagli, componenti e sistemi costruttivi di chiara ispirazione navale (si pensi al padiglione della Gran Bretagna realizzato per l'expo di Siviglia del 1992, al Trade Fair Hall realizzato nel 2001 a Francoforte, ma anche la scala del suo ufficio londinese è sostenuta da un *Mast* in alluminio) fino ad arrivare ad avere elementi riportati in modo “letterale” in una sorta di decontestualizzazione del dettaglio tecnologico.

In un articolo apparso nel 2004 sul *Sunday Times*ⁱⁱⁱ il critico inglese Hugh Pearman descrive il famoso architetto inglese come “ossessionato” dal mondo delle barche. L'articolo in questione tratta di uno dei progetti di maggiore fascino prodotto negli ultimi anni da Grimshaw, e completato di recente, ovvero il progetto per il recupero del *Cutty Sark*^{iv} e per la riqualificazione dello spazio in cui l'imbarcazione viene custodita (Maritime Greenwich World Heritage Site) al fine di creare di un nuovo modo di esporre e rendere visitabile il famoso *Clipper*.

La prima versione di questo progetto è del 2004, qui Grimshaw, partendo dal concetto della nave nella bottiglia, vuole creare un rapporto fatto di trasparenze e di continui rimandi tra edificio ed imbarcazione in cui questi si compenetrino e, secondo una scansione temporale definita, mutino i

rapporti reciproci ed i ruoli. Per dare vita a questo sistema di relazioni complesso l'architetto inglese ed il suo staff pensano ad un doppio progetto di architettura, il primo sarebbe dovuto essere (non è stato realizzato per motivi di budget) una struttura temporanea, un edificio-contenitore trasparente a forma di carena di nave rovesciata con elementi strutturali gonfiabili che avrebbero dovuto sfruttare la tecnologia svizzera "tensairity".^v Questa innovativa architettura gonfiabile avrebbe dovuto avere il compito di proteggere l'imbarcazione durante il restauro mantenendone la vista dall'esterno: cantiere navale temporaneo ed al contempo teca espositiva. Il secondo progetto, che verrà realizzato in collaborazione con lo studio Youmeheshe, riguarda la risistemazione del bacino dopo la fine dei restauri, il Cutty Sark sarà sospeso a tre metri sopra il suo storico ormeggio^{vi} ed una struttura in vetro curvo andrà a creare una sorta di linea di galleggiamento al di sotto del quale si realizzerà lo spazio espositivo.



Figura 13 – Nicholas Grimshaw – Youmeheshe, Cutty Shark, Londra - 2011



Figura 14 – Nicholas Grimshaw – Youmeheshe, Cutty Shark, Londra - 2011

Un tema che lega così intimamente un progetto architettonico ad una imbarcazione che, seppur ultracentenaria, fu concepita come elemento ad altissimo livello tecnologico e prestazionale, spinge i progettisti ad osare per far sì che il contenitore architettonico abbia una portata innovativa pari a quella del suo contenuto.

Scrive Pearman: “L’architettura dialogherà così con l’architettura navale consacrando il trasferimento tecnologico che ha avuto luogo tra le discipline negli ultimi anni.”^{vii}

3.2 BUILDING TO SHIP & BUILDING TO SHIP TO BUILDING

Il trasferimento dall’architettura alla nautica si sviluppa con modalità differenti rispetto a quanto avvenga in direzione opposta: il passaggio da un settore con un livello tecnologico più basso (l’edilizia) ad uno più avanzato ed industriale (la cantieristica navale) è più raro, ma presenta, in questo caso, dinamiche altrettanto interessanti.

Gli yacht e le grandi navi da crociera manifestano sempre più apertamente l’esigenza, per ovvi motivi di immagine e di marketing, di somigliare ad architetture di lusso e ciò spinge gli operatori del settore a mutuare dall’architettura concetti abitativi, allestimenti interni, finiture e lavorazioni di pregio. Quanto appena detto porta gli addetti ai lavori ad adeguare tecniche e lavorazioni tradizionali al fine di renderle idonee all’uso a bordo. I materiali e le tecnologie importati dall’architettura hanno necessità di essere in grado di rispondere alle esigenze tipiche del settore navale (leggerezza, prestazioni in spessori e pesi contenuti, sostenibilità, elevata resistenza al fuoco) che nella maggior parte dei casi presentano un livello di complessità decisamente più elevato rispetto a quanto possa avvenire nel loro utilizzo nei progetti di terra.

In realtà questo processo di adeguamento ed arricchimento tecnologico, a volte anche di semplificazione e di industrializzazione, fa sì che il prodotto, o la tecnologia ad esso legata, dopo essere passato dal settore navale sia pronto ad essere utilizzato con una nuova veste, nuovo bagaglio

tecnologico e nuove performance, anche nell'architettura e nell'edilizia diffusa.



Figura 15 - Andrea Vallicelli, Sloop 80

Per citare solo alcuni esempi si pensi a come nei progetti delle grandi navi siano stati inseriti loggiati, doppie (triple ed ennesime) altezze simili a quelle realizzate nei grandi alberghi americani, vetrate e balconi al posto dei tradizionali oblò.

Nell'allestimento degli interni l'impossibilità di utilizzo, in modo tradizionale, di alcuni materiali e le finiture tipici dell'architettura ha favorito, ad esempio, l'utilizzo di materiali compositi, in cui strati molto sottili di materiali nobili vengono accoppiati ad altri materiali in modo da potere rispondere adeguatamente alle esigenze tipiche del progetto nautico^{viii}. Le lastre di marmo, per migliorare le prestazioni di stabilità e leggerezza, sono state ridotte allo spessore, prima impensabile, di tre millimetri ed accoppiate ad uno strato di honey-comb in alluminio; mentre l'essenza di legno nobile, ridotta a pochi decimi di millimetro, è stata utilizzata, in sostituzione della tradizionale stampa decorativa, nella produzione dei pannelli di HPL, accoppiando così le qualità estetiche del legno alla performance del laminato plastico.

3.2 IL CASO SOMEK

Per l'analisi del caso studio si è scelto di approfondire il lavoro di Somek Group^{ix} (*SOMEK GROUP - Marine and Architectural envelopes*), una azienda di "artigianato industriale"^x specializzata nella progettazione, realizzazione ed installazione di grandi involucri architettonici e navali.

L'analisi del caso Somek è stata operata attraverso lo studio del materiale bibliografico e degli elaborati tecnici forniti dall'azienda, attraverso le indagini svolte sul campo visitando gli stabilimenti e visionando prodotti e linee di produzione ed infine attraverso il dialogo con Michele Sossai, direttore commerciale dell'azienda, da cui è scaturita l'intervista riportata nell'*allegato II*.

L'involucro architettonico (...) si propone come uno dei componenti a più alta tecnologia soft e hard, influenza il comfort degli ambienti interni e la qualità dell'abitare, rappresenta un terreno di grande sperimentazione di tecniche e di materiali, esercita una forte spinta all'industrializzazione dei componenti edili. (Rossetti in Sinopoli-Tatano, 2002)

Somek è un'azienda Impegnata nella ricerca che nonostante la dimensione industriale contenuta ha al suo interno un ufficio ricerca e sviluppo ed ha all'attivo collaborazioni con il Politecnico di Torino e l'istituto universitario di architettura di Venezia.

“Il miglioramento di prodotti e processi è da considerarsi uno dei compiti principali di un’azienda. In quest’ottica, il settore R&D ricopre un ruolo cruciale nell’attività di Somec, in quanto è soprattutto sperimentando nuovi materiali e componenti che si arriva a soddisfare livelli sempre crescenti di richiesta da parte della committenza.

Il miglioramento continuo dei processi di produzione e il monitoraggio delle forniture porta ad incrementare la conoscenza in tutti gli ambiti aziendali. L’attività di innovazione, nel caso particolare di Somec, ha una valenza duplice, in quanto qualsiasi passo in avanti nella sperimentazione dei materiali e nella messa a punto di nuovi sistemi si traduce in nuova gestione delle fasi di progettazione e realizzazione sia nel settore navale che in quello edile. Verifiche di resistenza meccanica e agli agenti atmosferici, prove di tenuta all’acqua e all’aria e di reazione al fuoco, studi di isolamento termico e acustico e sul mantenimento del comfort interno sono alcuni degli ambiti nei quali si concentra l’attività di R&D in Somec, oltre all’analisi dei processi di produzione, di gestione delle commesse e delle operazioni di installazione.” (Documentazione aziendale Somec)

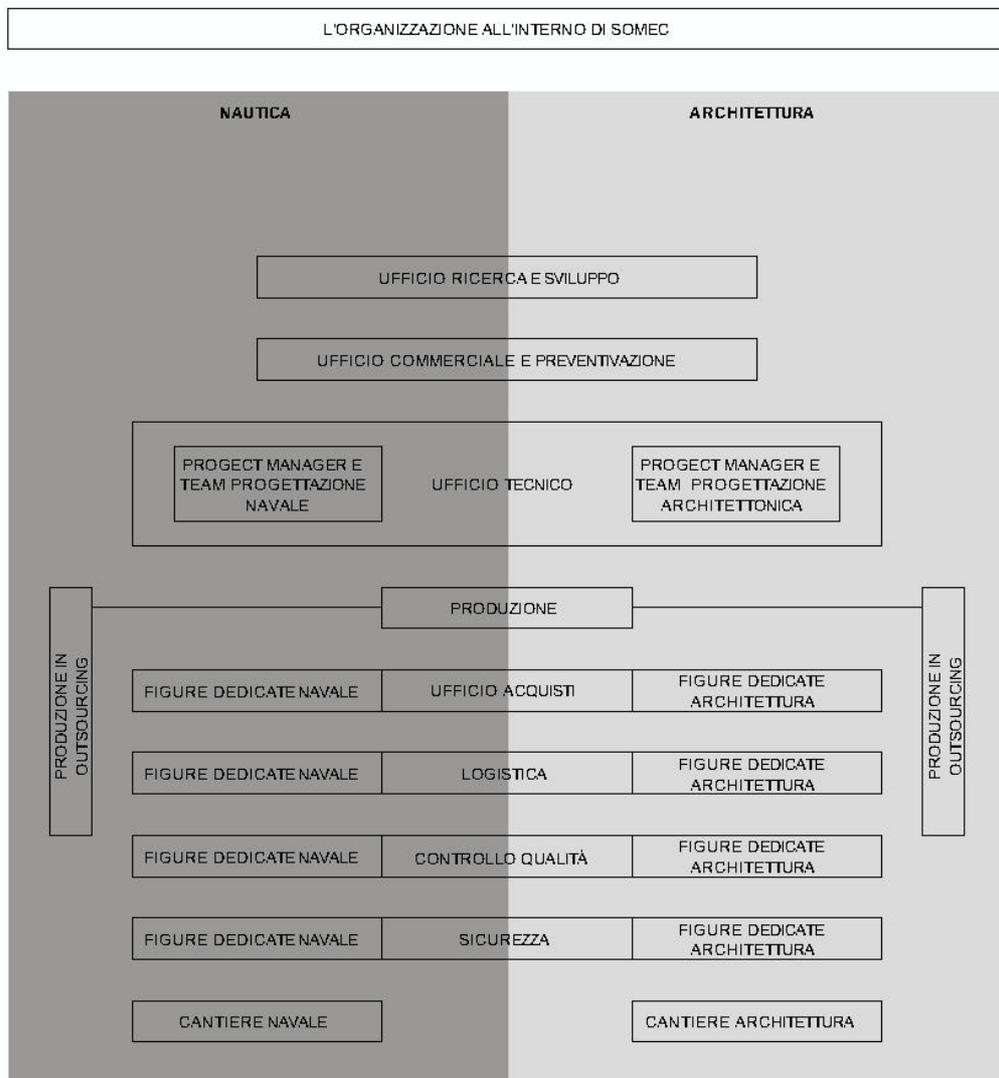
L’opportunità di studiare il lavoro di un operatore impegnato in eguale misura sia nel settore navale che in quello delle costruzioni ha dato modo di vedere e comprendere sul campo la forte affinità tra i due settori e le dinamiche ed i ruoli che ciascuno di essi gioca nella ricerca di soluzioni innovative. Somec considera il fatto di operare in entrambi i settori uno dei suoi principali punti di forza

“Mettere a sistema le conoscenze è uno dei valori aggiunti dell’attività di Somec. Baricentro del tutto sono le conoscenze interne all’azienda, nelle quali convergono sia le competenze personali, sia quelle provenienti dalle figure professionali esterne quali fornitori, consulenti, partner, specialisti, collaboratori. Non solo: complementare all’attività progettuale, commerciale e produttiva, si colloca una costante opera di formazione, aggiornamento e comunicazione, in grado di mantenere l’intera azienda in contatto col mondo. L’elaborazione di tutti questi saperi diventa il patrimonio da mettere a disposizione dei clienti, che partecipano a loro volta immettendo nel sistema le loro conoscenze. Il risultato di tale processo “circolare” è un motore che si autoalimenta, in grado di offrire costantemente al cliente un sapere aggiornato e competenze finalizzate” (Documentazione aziendale Somec)

Nel proseguo di questo paragrafo saranno approfondite le dinamiche interne, l'organizzazione del lavoro, dall'acquisizione della commessa alla cantierizzazione, e le dinamiche di trasferimento tecnologico all'interno di una azienda che opera indistintamente in edilizia ed in nautica, mettendo a fuoco le similitudini e le differenze tra i due settori.

DUE AZIENDE IN UNA, L'ORGANIZZAZIONE ALL'INTERNO DI SOMEK.

Dovendo schematizzare l'organizzazione all'interno dell'azienda si arriva alla seguente tabella:



Il fatto di dovere gestire la progettazione, la produzione e la messa in opera di prodotti di volta in volta destinati alla nautica o all'architettura

rende impossibile operare integralmente con figure adatte ad entrambi i settori. Di converso con una netta divisione tra i due rami aziendali si perderebbe il vantaggio di operare indistintamente per opere destinate alla terraferma ed al mare. L'organizzazione delle figure aziendali all'interno di Somec deve quindi bilanciare queste due istanze in modo lucido e coerente, separando nettamente le competenze soltanto ove ciò si renda strettamente necessario e cercando di mantenere il numero più alto possibile di punti di contatto e di avere un *feedback* continuo tra i due settori.

Spiegando questo concetto Michele Sossai afferma che “gli estremi sono la produzione, che non ha distinzioni al suo interno: stesse figure, stesse linee di produzione; ed il cantiere che ha distinzioni nette, per tutto il resto ci sono degli uffici con delle specializzazioni al loro interno ma le cui persone lavorano a stretto contatto e sono potenzialmente in grado di operare in entrambi i settori” (Sossai, Allegato II)

In aggiunta a quanto detto sopra va detto che fondamentale per il mantenimento dell'equilibrio tra i due settori è la figura del Project Manager che, gestendo il progetto dalla commessa all'installazione, dovrà essere uno “specialista” del settore nautico o del settore edile, in quanto i processi produttivi nei due settori, pur se affini, hanno tempistiche e modalità differenti.

“Il PM coordina tutte le funzioni aziendali: qualità, amministrazione, progettazione, produzione, acquisti e cantiere. (...). Il PM deve essere soprattutto bravo a gestire la commessa. Non deve necessariamente avere competenze tecniche anche se spesso, a causa della forte specializzazione del nostro settore, i migliori PM sono tecnici che hanno imparato la gestione della commessa. Diciamo che il bravo PM anche se non ha un ruolo specificatamente progettuale, è avvantaggiato se sa gestire e valutare le proposte e le informazioni che gli arrivano dall'ufficio tecnico.” (Sossai, Allegato II)

Quindi mentre per il cantiere si rendono necessarie competenze specifiche con squadre di montaggio dedicate, nell'ambito dell'attività di progettazione e produzione si ha una distinzione meno netta ed a tratti non è possibile definire chiaramente dove finisca il settore edile e dove cominci quello navale. La capacità di “fondere” le conoscenze acquisite nei due settori e trasferirle dall'uno all'altro da il via ad un processo che agevola

l'acquisizione continua di nuove competenze e permette di applicarle, indifferentemente, nei due settori.

LA COMMESSA: L'OFFERTA, LA FASE PROGETTUALE, I TEST AL VERO, LA POSA IN OPERA

La prima necessità ed il primo onere dell'azienda è quello di arrivare all'acquisizione della commessa. Normalmente il cliente, indipendentemente dalla sua appartenenza ad uno dei due settori (nautica, architettura) richiede a più aziende di formulare un'offerta mettendo a loro disposizione documentazione tecnica non particolarmente approfondita (progetto definitivo in architettura, *design concept* in nautica), in grado di fornire indicazioni sulle quantità ma non sui dettagli tecnici. Molto spesso è l'azienda stessa che in fase di offerta è chiamata a fornire dettagli e soluzioni tecniche migliorative.

“Per la realizzazione dell'offerta oltre all'ufficio commerciale *preventivazione* vengono coinvolte tutte le altre funzioni aziendali che, con il ruolo di consulenti interni, sono parte attiva nella *preventivazione*. Viene coinvolto l'ufficio ricerca e sviluppo nel momento in cui, a nostro avviso, si rendono necessari nuove soluzioni o nuovi materiali; viene coinvolto l'ufficio tecnico se in fase di offerta intendiamo già proporre una soluzione tecnica individuata; vengono coinvolti gli uffici di gestione della produzione e del cantiere allorché si intenda fare una valutazione sulle tecniche costruttive e di installazione. (...)

“L'offerta viene comunque operata su qualcosa di “astratto” perché non c'è un progetto esecutivo pronto (...). Nel caso del progetto di edilizia il più delle volte c'è un progetto definitivo, che è sufficiente per individuare le quantità ma non la soluzione tecnica più adatta. Anche per quello che riguarda le navi normalmente il progetto esecutivo non c'è, quindi occorre lavorare su delle ipotesi e, se necessario o se richiesto, abbozzare le parti più critiche. (...)

in fase di offerta, tra i documenti di gara quello più importante è il Method Statement in cui si specifica dalla A alla Z ciò che si intende fare e come lo si fa. Ovvero tutto quello che è la progettazione, le verifiche, la produzione, come si effettuano gli acquisti, che tipo di procedure di controllo della

qualità vengono attuate e come si intendono risolvere le eventuali non conformità, logistica, sicurezza del cantiere, posa in opera, che tipo di assistenza deve essere fornita dal cliente e che assistenza noi intendiamo implementare per posare i manufatti. Il Method Statement riepiloga tutte queste attività con i tempi e le procedure che si intendono utilizzare per l'esecuzione dell'opera. (Sossai, Allegato II)

Acquisita la commessa viene stipulato un contratto in cui sono definiti gli oneri dell'impresa fornitrice; per quanto riguarda l'aspetto tecnico particolare importanza ha la produzione degli *shop drawings*, ovvero gli elaborati "costruttivi" ad alto livello di dettaglio in cui vengono esplicitati tutti gli elementi che verranno messi in opera. Grande rilievo assume anche la realizzazione dei mock-up, modelli in scala reale dei principali elementi della fornitura.

"Una volta acquisita la commessa si passa alla fase esecutiva, il cui primo step è quello della condivisione tra tutti i reparti di quanto è stato fatto in fase commerciale/contrattuale, per poi passare alla fase tecnico/esecutiva del progetto. Si parte con l'individuazione di tutte le attività, (...) Si passa poi al reperimento delle materie prime, trasformazione, assemblaggio, spedizione in cantiere, installazione. (...)

Gli shop drawings verranno prodotti successivamente all'ottenimento della commessa. L'offerta di solito prevede un'analisi della documentazione di gara, l'individuazione delle tipologie da portare e delle soluzioni tecniche che intendiamo offrire, che possono essere fedeli alla documentazione di gara o presentare soluzioni migliorative dal punto di vista tecnico, economico o architettonico. A seguire c'è tutta una parte di trattative tecnico-economiche che prevede anche la revisione dell'offerta, fino ad arrivare all'acquisizione dell'ordine. (...)

Per i progetti importanti il mock-up si realizza sempre. Nel caso di individuazione di tipologie che necessitano essere testate, cosa che succede spesso nel navale, c'è una fase parallela che serve ad individuare la soluzione tecnica e poi la successiva verifica secondo i regolamenti. Ad es. tutte le chiusure a protezione di un ambiente di una nave devono essere testate secondo un *battente idrostatico* che varia di nave in nave poiché va verificato secondo la posizione dell'apertura rispetto allo scafo e secondo la tipologia di imbarcazione. I nuovi prodotti, una volta progettati e

realizzati, vanno testati al vero e il risultato deve essere certificato da un ente certificatore. (Sossai, Allegato II)

In nautica inoltre "tutte le chiusure a protezione di un ambiente di una nave devono essere testate secondo un *battente idrostatico* che varia di nave in nave poiché va verificato secondo la posizione dell'apertura rispetto allo scafo e secondo la tipologia di imbarcazione. I nuovi prodotti, una volta progettati e realizzati, vanno testati al vero e il risultato deve essere certificato da un ente certificatore"^{xi} (...)

Per quanto riguarda la posa in opera "la filosofia di SOMEK è quella di proporre ed utilizzare prodotti e tecnologie prefabbricati; e cioè, nel caso di una facciata continua, piuttosto che puntare su prodotti da assemblare in cantiere cerchiamo di proporre dei sistemi prefabbricati assemblati in officina, che riducano i tempi di cantiere e le operazioni manuali da effettuare durante la posa, garantendo una maggiore qualità sia del prodotto che esce dall'officina sia del risultato in opera: riducendo le operazioni in cantiere riduci di molto le possibilità di errore." (Sossai, Allegato II)

Figure coinvolte nella realizzazione di un involucro "a cellule"

Fase	Figure	Numero di addetti
offerta commerciale	<i>preventivista,</i> commerciale più un'eventuale assistente	2-3
Gestione Commessa	Project Manager	1
Progettazione	Team-ufficio tecnico (più di un team se necessario)	3-4
Assemblaggio in stabilimento di un sistema a cellule	Operai Specializzati	10-12

Posa in opera	Direttore cantiere e Posatori Squadra (più di una squadra se necessario)	4-6
---------------	---	-----

Tabella 1*I TRASFERIMENTI IN ATTO E LE PROSPETTIVE PER IL FUTURO.*

Agli attori della produzione degli involucri così come ai progettisti (vedi cap. 2.3) risulta ben chiaro che la ricerca nei prossimi anni si indirizzerà sempre più alla tematica del contenimento energetico: "lo scenario volge alla sostenibilità, per cui si mira al risparmio energetico, all'utilizzo di materiali riciclati ed in generale al contenimento delle risorse. (...) la ricerca sarà rivolta verso l'utilizzo di materiali alternativi che attualmente vengono utilizzati in altri campi (...) materiali alternativi all'alluminio delle strutture (...) ci stiamo già muovendo in questa direzione, resine, materiali polimerici. Esistono dei materiali alternativi che in questo momento hanno limitazioni dal punto di vista della resistenza al fuoco o problemi di verniciatura o che magari non vengono ancora accettati dal cliente finale.

Da questo punto di vista anche il vetro sta migliorando costantemente le sue prestazioni. "C'è da dire che fino a pochi anni fa le navi non avevano grandi superfici vetrate; adesso che ci sono si incominciano ad affrontare i problemi della dispersione termica (...)adesso che ci sono si incominciano ad affrontare i problemi della dispersione termica e dell'irraggiamento solare con un atteggiamento differente. Per fare un esempio sulle navi oggi montiamo ancora i vetri pirolitici, che in edilizia noi non usiamo più da 10 anni; i vetri basso emissivi si sono incominciati ad utilizzare un paio di anni fa. L'aspetto più importante per la facciata vetrata in nautica è la prestazione statica. (Sossai, Allegato II)

Va sottolineato che mentre in ambito architettonico l'approccio sostenibile fa parte del presente per quanto riguarda la nautica si tratta di una istanza che si sta incominciando a manifestare soltanto nell'ultimo periodo.

Il settore dei grandi involucri in ambito nautico, essendo piuttosto giovane, attualmente riprende le tecnologie più diffuse in architettura (facciate a montanti e traversi; facciate a cellule) e le adatta alle proprie esigenze. Questo adattamento implica però un forte incremento

prestazionale, per quel che riguarda gli aspetti legati alle tenute, alla formatura di vetri e profili ed alla qualità produttiva del serramento: “chiusure ermetiche, vetri curvi e sferici, etc. Le tecniche costruttive del navale sono completamente diverse da quelle dell’architettura: innanzitutto occorre stare molto attenti alla conduzione elettrica tra i materiali; occorre usare trattamenti diversi, ad esempio nel navale proteggiamo con ossidazione e verniciatura tutti i profili dopo averli lavorati, in modo tale da proteggere anche i tagli, e quindi la verniciatura viene fatta sul pezzo finito e non sulla verga (profilo)” (Sossai, Allegato II).

. Quanto appena detto però crea un know-how che l’azienda reimpiega nei progetti di architettura, come ci ha spiegato lo stesso Michele Sossai “Abbiamo un sistema di serramento scorrevole che ha resistito a 2400 Pascal, che utilizziamo nel navale da circa 8 anni e che abbiamo da poco inserito in edilizia. Queste performances sono state utili per acquisire delle commesse importanti perché riusciamo a dare più di 2000 Pascal di tenuta con dimensioni molto grandi, anche 2x2m. (Sossai, Allegato II)

SCHEDA 01			
Richard Horden, Yacht House			
	ANNO:	1984	
	UBICAZIONE:	NEW FOREST, UNITED KINGDOM	
	COORDINATE GEOGRAFICHE:	50° 52' 33" NORTH 1° 38' 00" WEST	
Firms, offices, etc. involved with this structure:			
ROLE	NAME		NOTE
COMMITTENTE			
PROGETTISTA	RICHARD HORDEN		
PROGETTISTA DELLE STRUTTURE			
DATI TECNICI			
TIPOLOGIA COSTRUTTIVA:	TELAIO		
FACCIATA	VETRO		
STRUTTURA	TUBOLARI IN ALLUMINIO		
ALTEZZA			
TRASFERIMENTI TECNOLOGICI DALLA NAUTICA			
	SI	NO	NOTE
Dettagli costruttivi, sistemi e componenti	■		
tecniche di cantiere e manodopera		■	
metodi di produzione	■		
sfruttamento dell'indotto produttivo		■	
tecniche di gestione e controllo	■		
richiamo formale		■	

SCHEDA 02			
Richard Horden, Yacht House			
	ANNO:	2001	
	UBICAZIONE:	BERLINO	
	COORDINATE GEOGRAFICHE:	52° 31' 22" NORTH 13° 24' 38" WEST	
Firms, offices, etc. involved with this structure:			
ROLE	NAME		NOTE
COMMITTENTE	DG IMMOBILIEN MANAGEMENT GMBH HINES GRUNDSTUCKSENTWICKLUNG GMBH		
PROGETTISTA	FRANK O. GEHRY & ASSOCIATES		
PROGETTISTA DELLE STRUTTURE	INGENIEUR BÜRO MÜLLER MARL GMBH THOMAS FRANKENSTEIN, N.C.P. NAGARAJ		
DATI TECNICI			
TIPOLOGIA COSTRUTTIVA:		STRUTTURA RETICOLARE IN ACCIAIO	
SALA CONVEGNI		ACCIAIO, LEGNO E VETRO	
STRUTTURA		ACCIAIO	
ALTEZZA			
TRASFERIMENTI TECNOLOGICI DALLA NAUTICA			
	SI	NO	NOTE
Dettagli costruttivi, sistemi e componenti	■		
tecniche di cantiere e manodopera	■		
metodi di produzione	■		
sfruttamento dell'indotto produttivo		■	
tecniche di gestione e controllo	■		
richiamo formale		■	

SCHEDA 03			
Future Systems, Natwest media Centre at The Lord's Cricket Ground			
	ANNO:	1998	
	UBICAZIONE:	LORD'S CRICKET GROUND, CITY OF WESTMINSTER, LONDON, ENGLAND, UNITED KINGDOM	
	COORDINATE GEOGRAFICHE:	51° 31' 48" NORTH 0° 10' 18" WEST	
Firms, offices, etc. involved with this structure:			
ROLE	NAME		NOTE
COMMITTENTE	MARYLEBONE CRICKET CLUB		
PROGETTISTA	FUTURE SYSTEMS		
PROGETTISTA DELLE STRUTTURE	BURO HAPPOLD CONSULTING ENGINEERS		
DATI TECNICI			
TIPOLOGIA COSTRUTTIVA:		A SCOCCA	
FACCIATA		VETRO	
STRUTTURA		ALLUMINIO	
ALTEZZA		38 M	
TRASFERIMENTI TECNOLOGICI DALLA NAUTICA			
	SI	NO	NOTE
Dettagli costruttivi, sistemi e componenti		■	
tecniche di cantiere e manodopera	■		
metodi di produzione	■		
sfruttamento dell'indotto produttivo	■		
tecniche di gestione e controllo		■	
richiamo formale		■	

SCHEDA 04			
Toyo Ito, Sendai Mediateque			
	ANNO:	2000	
	UBICAZIONE:	AOBA-KU, SENDAI, MIYAGI, JAPAN	
	COORDINATE GEOGRAFICHE:	38° 15' 55" NORTH 140° 51' 55" WEST	
Firms, offices, etc. involved with this structure:			
ROLE	NAME	NOTE	
COMMITTENTE	CITY OF SENDAI		
PROGETTISTA	TOYO ITO		
PROGETTISTA DELLE STRUTTURE	SASAKI STRUCTURAL CONSULTANTS		
DATI TECNICI			
TIPOLOGIA COSTRUTTIVA:	TELAIO IN ACCIAIO E CEMENTO ARMATO		
FACCIATA	VETRO		
STRUTTURA	TELAIO IN ACCIAIO E CEMENTO ARMATO		
ALTEZZA	35 M		
TRASFERIMENTI TECNOLOGICI DALLA NAUTICA			
	SI	NO	NOTE
Dettagli costruttivi, sistemi e componenti	■		
tecniche di cantiere e manodopera	■		
metodi di produzione	■		
sfruttamento dell'indotto produttivo		■	
tecniche di gestione e controllo		■	
richiamo formale		■	

ⁱ Lo stesso architetto nel 2002 ha fondato la *gehrytechnologies* un'azienda che produce e distribuisce software per la progettazione tridimensionale dell'architettura

ⁱⁱ Lo stesso Ito dice: "Dato che per quelli che lavoravano al cantiere realizzare questo tipo di struttura era qualcosa di completamente nuovo, sono chiaramente sorte alcune difficoltà, dovute al fatto che di solito tali tecnologie sono usate solo nei cantieri navali. In totale c'erano trenta o quaranta carpentieri navali sul cantiere. Tra questi e l'organico edile c'era sempre una certa differenza nel concepire come andavano fatti i lavori di saldatura. (Intervista a Toyo Ito in *Detail* n.7, 2001).

ⁱⁱⁱ Hugh Pearman. *The Sunday Times*, London, November 14, 2004, as "Hull and high water".

^{iv} Il *Cutty Sark* è un clipper inglese con stazza di 963 tonnellate, varato il 22 novembre 1869 nei Cantieri Navali di Scott & Linton a Dumbarton, in Scozia. Navigò sulla rotta delle Indie per il commercio del tè e della lana. È stato esposto alle visite nel *Cutty Sark Clipper Ship Museum* situato nel *Maritime Greenwich World Heritage*, presso Londra, dagli anni '50 fino all'inizio del restauro che sarà terminato nel 2011.

^v *Tensairity* è un marchio registrato, messo a punto da *Airlight Ltd* in stretta collaborazione con *Prospective concepts AG*, il cui nome nasce dalla combinazione di tre vocaboli: tensione, aria e integrità. Si tratta di una tecnologia ibrida tra le strutture pressurizzate e le strutture convenzionali. (da www.architetturatessile.polimi.it)

^{vi} in origine i progettisti avevano pensato ad una maglia in Kevlar, che è stata abbandonata in favore di una struttura più "tradizionale" a causa dei costi troppo elevati. La versione che verrà realizzata, su progetto redatto nel 2007 in collaborazione con lo studio *Youmeheshe*, pur conservando molti degli aspetti peculiari del progetto del 2004 ha subito rimaneggiamenti e modifiche sia sul piano tecnologico che su quello iconografico.

^{vii} *Architecture will thus talk to naval architecture in a glorification of the technology transfer that has taken place between the disciplines in recent years.*

^{viii} "insieme a struttura omogenea, costituiti da due o più materiali che, pur conservando ciascuno la propria identità, contribuiscono sinergicamente ad

ottenere prestazioni superiori a quelle derivanti dalle prestazioni dei singoli elementi. Questi possono essere distinti in materiali compositi non fibrosi, fibrosi, avanzati e stratificati". (Zennaro, in Sinopoli, 2002). In particolare i compositi descritti negli esempi in questo paragrafo rientrano nella famiglia dei compositi stratificati.

^{ix} Somec fa parte delle associazioni di categoria UNCSAAL, Unione Nazionale Costruttori Serramenti Alluminio Acciaio e Leghe, e ASSONAVE, Associazione Nazionale dell'Industria Navalmeccanica, due tra le più importanti associazioni di categoria nell'ambito sia dell'edilizia industrializzata che dell'industria navale.

^x Luigi Alini utilizza questa definizione per descrivere l'"equilibrato compromesso tra produzione industriale e attività artigianale" di Permasteelisa (Alini, 2001, p 73) rifacendosi alla definizione di "nuova artigianalità" data da Guido Nardi in riferimento ai processi di produzione industriale che propongono una ricomposizione tra artigianalità e logica industriale.

^{xi} The principal maritime nations have the following classification societies:

Great Britain—Lloyd's Register of Shipping

France—Bureau Veritas

Germany—Germanischer Lloyd

Norway—Det Norske Veritas

Italy—Registro Italiano Navale

United States of America—American Bureau of Shipping

Russia—Russian Register of Shipping

Japan—Nippon Kaiji Kyokai

These classification societies publish rules and regulations which are principally concerned with the strength of the ship, the provision of adequate equipment, and the reliability of the machinery. Ships may be built in any country to a particular classification society's rules, and they are not restricted to classification by the relevant society of the country where they are built. Classification is not compulsory but the shipowner with an unclassified ship will be required to satisfy governmental regulating bodies that it has sufficient structural strength for assignment of a load line and issue of a safety construction certificate. Only the requirements of Lloyd's Register of Shipping which is the oldest of the classification societies are dealt with in detail. Founded in 1760 and reconstituted in 1834, Lloyd's Register was amalgamated with the British Corporation, the only other British classification

society in existence at that time, in 1949. Steel ships built in accordance with Lloyd's Register rules or equivalent standards, are assigned a class in the Register Book, and continue to be classed so long as they are maintained in accordance with the Rules.

Deduzioni: dalla lettura orizzontale degli esempi proposti agli scenari ipotizzabili nel prossimo futuro

Nonostante la brusca frenata subita dalle commesse navali a causa della recessione dell'ultimo periodoⁱ, e nonostante il fatto che il grosso della produzione navale si sia spostato in Asiaⁱⁱ, sono ancora presenti una serie di condizioni che fanno sì che il settore navale sia in grado di configurarsi come fonte privilegiata con cui l'architettura può interscambiare informazioni e innovazioni tecnologiche. *"L'ipotesi di realizzare un "ponte di collegamento" tra il settore delle costruzioni navali e il settore dell'edilizia residenziale, scaturisce dalle forti similitudini tra i due comparti sia nel processo sia nel prodotto, seppure poco denunciate in letteratura, e anche a leggerne le diversità, si possono cogliere opportunità di miglioramento reciproco (Rizzo).*

- possibilità di sperimentare al vero
- ripercussioni (positive) dello stock design sui processi evolutivi
- alto livello di industrializzazione >relazione progetto-industria
- possibilità di sfruttamento dei tempi morti tra le commesse del cantiere navale per la produzione di manufatti per l'edilizia (prassi già sperimentata dalle industrie dell'est Europa)
- prestazioni di servizi.

4.1 CONCLUSIONI / DEDUZIONI - *Le direttrici e le possibili evoluzioni del trasferimento tecnologico*

Questa ricerca ha comparato due settori produttivi navale e delle costruzioni allo scopo di delineare un quadro dei trasferimenti avuti di recente tra e delle principali direttrici di trasferimento.

A tal fine è stato definito il quadro delle conoscenze relativo allo stato dell'arte della problematica in esame e del suo contesto, al fine di comparare i due processi produttivi e di mettere in luce le affinità ed i punti di contatto tra i due settori

Dalla ricerca, effettuata attraverso lo studio delle bibliografie ed attraverso le indagini sul campo operate mediante una serie di incontri e colloqui con professionisti, docenti e imprese, è emerso come i due settori siano sempre stati e continuino ad essere legati da un fitto rapporto di interscambio e tutti i livelli della progettazione e della produzione e sono state definite tra direttrici/modalità di trasferimento:

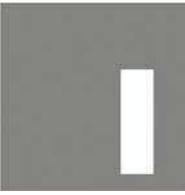
SHIP to BLDG: la direttrice di trasferimento più evidente e descritta in letteratura, in cui materiali, componenti, processi produttivi e gestionali, migrano dall'ambito settore industriale più evoluto verso l'architettura.

BLDG to SHIP: la direttrice di trasferimento menzionata in precedenza prende il via dall'esigenza delle imbarcazioni da diporto e delle navi da crociera di raggiungere un livello di confort e di immagine paragonabile a quello degli alberghi di lusso. La nautica mutua quindi dall'architettura concetti abitativi, allestimenti interni, finiture e lavorazioni di pregio. Inoltre negli ultimi anni anche il settore nautico incomincia a guardare con interesse agli aspetti legati alla sostenibilità, ambito in cui l'architettura risulta essere all'avanguardia.

BLDG to SHIP to BLDG: Il fatto che anche la nautica incominci a puntare sul contenimento energetico è un fattore che deve destare grande interesse alla luce della terza direttrice di trasferimento individuata. Infatti ciò che viene trasferito dall'architettura alla nautica subisce un processo di adeguamento ed arricchimento tecnologico, a volte anche di semplificazione e di industrializzazione dei processi, che fa sì che il prodotto, o la tecnologia ad esso legata, dopo essere passato dal settore navale sia pronto ad essere utilizzato, trasformato e implementato, anche nell'architettura e nell'edilizia diffusa.

ⁱ L'OECD stima che ci sia stata una contrazione delle commesse del 90% ed un numero crescente di cancellazioni delle commesse.

ⁱⁱ Nel 2003 Corea del sud, Giappone e Cina si spartivano il 75% del mercato



Questa intervista nasce dalla rilettura, fatta assieme al professore Sinopoli, dei suoi scritti che hanno raccontato l'innovazione tecnologica in architettura negli ultimi 20 anni. Oltre ai suoi due testi principali sull'argomento, sono stati ripercorsi gli articoli apparsi su "Costruire" e "Rassegna" in cui il professor Sinopoli ha analizzato e commentato i risultati delle ricerche da lui condotte, quello che succedeva nelle principali fiere italiane e straniere (Saie, Interbuild, Batimat, Equiip'baie, Klimahouse, Solarexpo, Dach und Wand), e gli orientamenti delle biennali di architettura di Venezia. Un enorme patrimonio di informazioni che anno dopo anno, a partire dalla fine degli anni '80, raccoglieva in forma sintetica le sue opinioni sull'evolversi dei concetti legati al significato di innovazione, tecnologia, sostenibilità.

Nicola Sinopoli, ingegnere, è professore ordinario tecnologia di architettura che ha insegnato allo IUAV fino al 2008. È stato direttore di ricerca presso l'Aire, il Cnr, la Tecnocasa e le regioni Lombardia, Emilia Romagna e Veneto.

INNOVAZIONE

Livio Ficarra: *Qual è lo stato dell'arte dell'innovazione in architettura?*

Nicola Sinopoli:

Nella maggior parte delle storie delle tecniche pubblicate negli ultimi

decenni del secolo scorso¹ prima o poi si diceva che più della metà dei materiali impiegati dall'industria in quel particolare momento era sconosciuta all'inizio del '900 e che la quasi totalità dei materiali che sarebbero stati utilizzati a fine secolo non erano ancora conosciuti. Questa previsione era sostanzialmente corretta, per lo meno lo era da un punto di vista quantitativo, ma lo era con alcuni corollari al tempo imprevedibili. Primo fra tutti che gran parte dei materiali che esistevano allora sarebbero stati prodotti nei decenni a venire in modo del tutto diverso: acciaio, alluminio e vetro, ad esempio, sarebbero stati investiti dalla crisi energetica e avrebbero profondamente modificato il loro ciclo produttivo. Ancora: che la quasi totalità dei materiali cosiddetti "naturali" avrebbero subito processi sempre più intensivi di artificializzazione e sarebbero praticamente scomparsi i materiali basati su risorse animali o vegetali verso un impiego quasi esclusivo dei combustibili fossili². Infine, e questo è forse il fatto meno prevedibile, che lo sviluppo dei nuovi materiali della modernità si sarebbe basato su sinergie strettissime tra quelle stesse discipline, chimica e fisica soprattutto, che allora operavano individualmente sugli scenari della ricerca e che oggi, invece, operano congiuntamente scambiandosi risultati e atteggiamenti scientifici in un clima di tumultuose sinergie: come osservava Tomàs Maldonado³, l'innovazione, a differenza di quanto avveniva nel XIX secolo, che vedeva il nuovo nascere grazie all'azione di inventori solitari, oggi nasce all'interno grandi team di inventori che tendono a far scomparire l'azione del singolo (tutti parliamo della radio di Marconi, ma chi sa chi ha inventato il transistor e il microprocessore?). E sempre Maldonado, in alcune lezioni all'Università definiva "rivoluzioni di palazzo" le innovazioni contemporanee per differenziarle dalle grandi esplosioni rivoluzionarie della storia passata.

LF: *E per quanto riguarda, in particolare, l'innovazione nel campo dei materiali?*

NS: L'offerta di nuovi materiali sta seguendo oggi direzioni del tutto originali. Una emerge tra le altre e si manifesta nel passaggio dalla chimica di estrazione e di trasformazione, la chimica degli esordi e dalla carbochimica, quella della prima metà del '900, alla chimica della cosiddetta "materia su misura"⁴. Quest'ultima, che è la chimica di oggi, segue due approcci diversi: la messa a punto di nuovi materiali che assemblano a livello macroscopico due o più costituenti, e l'azione sulla struttura più intima della materia. Nel primo caso il risultato si traduce nella ormai quasi infinita famiglia di materiali e semilavorati appartenenti alle diverse tipologie dei compositi stratificati o a fibra e matrice. Nel secondo, che è il campo delle nanotecnologie, chimica e fisica operano di conserva e mettono insieme la loro ormai collaudata capacità di dominare la materia fino alla scala molecolare per dare luogo a materiali costituiti da una struttura di base della dimensione di alcuni atomi, in modo che il materiale risultante sia in grado di governare in uno spettro abbastanza ampio le proprietà ottiche, magnetiche, elettriche, meccaniche, chimiche e biologiche. L'interesse, e la sostanziale novità, di quest'ultimo approccio è, appunto, nella sinergia che si instaura tra le diverse discipline coinvolte e nell'ibridazione di discipline e materiali diversi, per cui si assiste, a dimostrazione della relazione strettissima che si instaura oggi tra i diversi ambiti della ricerca innovativa, ad una elettronica che si impadronisce del silicio per costruire microprocessori e celle fotovoltaiche o alla ricerca sulle nanotecnologie che trova un parallelo con i comportamenti di quella parte della ricerca biologica che lavora a livello cellulare e subcellulare sulla modificazione genetica di organismi naturali per trasformarli in nuovi organismi più resistenti ad ambienti estremi o ad attacchi esterni.

I nuovi materiali hanno profondamente trasformato la "scatola degli attrezzi" a disposizione oggi di ogni settore produttivo, costruzioni e architettura compresi. Qui, però, i nuovi materiali tendono a seguire

traiettorie del tutto originali a causa del fatto che il settore delle costruzioni è un settore arretrato nel quale l'innovazione non nasce autonomamente e che, a causa di questa sua arretratezza, è da sempre tributario delle innovazioni che si verificano in altri ambiti. Ciò significa che i materiali, i prodotti, le macchine, le tecnologie produttive e via via fino ai programmi di disegno automatico, che in questi ultimi cent'anni hanno così profondamente modificato il panorama del progetto e il mestiere stesso dell'architetto, ci sono quasi sempre arrivati perché altri settori più "forti" hanno deciso di intervenire e promuovere materiali, prodotti e *know-how* derivati da ricerche nate e promosse per altri scopi

LF: *Oggi l'architettura che rapporto ha con l'innovazione*

NS: Nell'opinione corrente il settore delle costruzioni passa per essere la frazione più arretrata dell'industria: tecniche arcaiche, costi elevati, ricerca praticamente assente, innovazione lenta e sempre trasferita da altri comparti industriali. Da sempre a rimorchio di ben più importanti "locomotive", nel quale in tempi più o meno lunghi arriva ciò che di nuovo, sia esso materiale, prodotto, tecnologia o tecnica di *management*, è già da tempo apparso altrove. Caratterizzato da spinte al miglioramento quasi inesistenti, da una concorrenza ostacolata da dimensioni di mercato che raramente superano i confini provinciali, da forti barriere protezionistiche, da piccole dimensioni aziendali e da un'imprenditoria resa pigra dal prevalere della rendita sul profitto d'impresa. Un settore, infine, che fatalisticamente accetta la sua condizione di subalternità verso gli altri comparti dell'industria al punto che l'arretratezza viene vista come un dato di fatto, quasi fosse una caratteristica genetica.

Le grosse difficoltà che l'innovazione tradizionalmente ha incontrato a penetrare e diffondersi nel nostro settore ha fatto sì che scarsi siano a tutt'oggi gli studi e le ricerche che hanno affrontato in modo sistematico i temi del rinnovamento delle tecnologie e delle tecniche

costruttive. Vent'anni fa ci ha provato il Cib, il Consiglio Internazionale della Costruzione, che in uno storico congresso tenutosi a Parigi del 1989 ha provato a leggere il futuro delle costruzioni. *Trends in building construction techniques worldwide*, era questo il titolo del rapporto pubblicato in quell'occasione, ha costituito a lungo una fonte inesauribile di stimoli e di suggerimenti per tutti quelli che in questi ultimi vent'anni hanno studiato l'innovazione edilizia. Se guardiamo con gli occhi di oggi alle previsioni di allora, ci accorgiamo che il rapporto del 1989, pur perfetto in moltissime sue parti, trascurava quasi completamente la questione energetica. Il tema dell'energia, insieme alla questione dell'ambiente e delle risorse, non veniva allora visto tra i possibili motori dell'innovazione. In effetti vent'anni fa i ricercatori del Cib avevano un occhio di particolare riguardo per la grande massa di *know-how*, tecnologie e materiali che l'industria manifatturiera stava offrendo a piene mani all'edilizia e in quell'offerta praticamente sterminata selezionavano ciò che appariva dare le risposte più efficaci ai problemi che né gli anni della ricostruzione, né quelli della prefabbricazione avevano ancora risolto.

LF: *Quindi in che direzione si sviluppa l'innovazione in architettura?*

NS: Se volessimo trovare alcuni utili strumenti interpretativi per scoprire i percorsi che l'innovazione probabilmente farà negli anni a venire, potremmo individuare alcune probabili traiettorie di innovazione. Non appaia casuale il termine traiettorie: le novità che il settore delle costruzioni manifesta non spuntano dalla mattina alla sera e neppure nascono da un'invenzione estemporanea, o da un fortunato colpo di genio. Il nuovo nasce quasi sempre come modifica di una prassi in uso, come inserimento di un materiale innovativo in un contesto consueto, come introduzione di una nuova attrezzatura o di una nuova macchina per eseguire un'operazione che già si fa, ma in un modo diverso. In altre parole nasce da una modifica, graduale e

mai traumatica, di ciò che già si conosce e che viene ad essere modificato grazie all'introduzione di un nuovo sapere: non già un salto, ma un percorso, una traiettoria appunto, lungo la quale la consuetudine si modifica e si trasforma.

Proviamo a descrivere queste traiettorie con alcune parole-chiave utili a metterne sinteticamente in luce le caratteristiche salienti. Natura, ecologia, sostenibilità è certamente la prima di queste parole-chiave: essa descrive la grande trasformazione che ha investito l'edilizia in questo passaggio di secolo e che ha portato ad una modifica profonda dei paradigmi del costruire. Un secondo gruppo di traiettorie riguarda le trasformazioni che hanno investito le tecnologie, i procedimenti e i materiali del cantiere: dal naturale all'artificiale, verso una materia su misura e materiali clandestini nel cantiere globale sono le parole-chiave che possono utilmente descriverle. Nuovi cantieri per nuovi muratori, infine, vuole mettere in luce la trasformazione tecnologica, ma soprattutto sociologica, che ha riguardato in questi ultimi anni il lavoro edile.

SOSTENIBILITÀ

LF: *può parlarmi della traiettoria che ha chiamato "Natura, ecologia, sostenibilità."*

NS: Oggi quello della sostenibilità è il nuovo obiettivo che ha prepotentemente fatto irruzione nel mondo delle costruzioni. Progettare, costruire, innovare e produrre con un occhio alla sostenibilità ha comportato per il settore edilizio un profondo ripensamento dei disciplinari costruttivi. Tendere a una costruzione sostenibile ha significato mettere in discussione uno "stile" ormai più che millenario che ha sempre concepito l'edificio come un oggetto monolitico, realizzato attraverso assemblaggi irreversibili di materiali naturali primari. I materiali e gli impianti introdotti in quest'ultimo mezzo secolo si sono integrati in questo modo di costruire rendendo i

nostri edifici molto meno inerti, talvolta insalubri, molto meno separabili nelle loro parti costituenti, soprattutto dipendenti per il loro funzionamento da combustibili fossili in esaurimento.

In alternativa a questo stile, le regole della sostenibilità richiedono edifici a consumo energetico basso o nullo, fonti rinnovabili, smontabilità delle parti ai fini della manutenzione e della demolizione, cantieri che non producono rifiuti. Dal punto di vista del progetto di architettura, ripensare in termini di sostenibilità i disciplinari costruttivi comporta una riflessione del tutto nuova a tematiche per decenni trascurate: la morfologia dell'edificio e dell'involucro, la relazione con il contesto, il rapporto con la natura e le risorse naturali. Nel nuovo cantiere i leganti di un tempo lasciano via via il posto ai connettori meccanici, i dettagli monolitici ad assemblaggi di fogli e pannelli di materiali più leggeri e performanti; la cazzuola lascia all'avvitatore meccanico e all'aria compressa, modificando profondamente il lavoro edile e le sue macchine. Il risultato sono edifici di nuova concezione, che ripensano con i nuovi materiali della leggerezza e della trasformabilità quello che un tempo si otteneva con il greve e con il monolitico. Di qui sono partite le sperimentazioni che hanno innovato, insieme, l'architettura, i saperi scientifici, i modelli organizzativi e le tecniche costruttive: saperi, modelli e tecniche che rapidamente filtrano verso la quotidianità dei processi di costruzione e diventano patrimonio comune. Oggi la sfida è di trasformare in architettura l'immateriale dell'energia.

LF: *Quindi quale ruolo giocano le istanze legate alla sostenibilità nel processo di innovazione in architettura?*

NS: La sostenibilità vuole essere una risposta globale allo sviluppo, estesa all'intera filiera della produzione di beni e servizi, a partire dalla formazione della domanda fino alla fabbricazione e dismissione degli oggetti prodotti. Come tale riguarda ogni comparto produttivo. Ha a che vedere con la finanza, l'industria e le pratiche di consumo e

presuppone un diverso approccio alla crescita e all'economia. Nel settore delle costruzioni la sostenibilità è una politica tecnica e di *governance*, prima ancora di un modo di progettare e costruire. Si confronta con la pianificazione territoriale. Detta regole per uno sviluppo urbano equilibrato. Si interroga sulle tecniche costruttive, attenta al ciclo di vita complessivo dei manufatti e dei materiali. Si fa carico delle questioni legate ai consumi energetici e ai dispositivi di produzione e risparmio di energia. Promuove e suggerisce azioni di contenimento degli sprechi, naturali e umani.

Per i principi della sostenibilità un prodotto, e così pure una tecnologia costruttiva, deve semplicemente richiedere una minima quantità di risorse nel suo processo di fabbricazione, posa e utilizzo, dismissione, smaltimento e/o riciclo e non deve produrre danni all'ambiente

Costruire ecologico, naturale e sano è, più semplicemente, costruire "bene", con un buon progetto e i materiali giusti. Risparmi energetici significativi non si ottengono solo sovrapponendo qualche metro quadrato di collettori graziosamente sovvenzionati dallo Stato sui tetti di case mal costruite, mal isolate e mal riscaldate, ma attraverso una politica energetica che imponga una progettazione energeticamente consapevole dei nostri edifici, degli impianti e degli isolamenti e una certificazione energetica in grado di collegare le spese di gestione di ogni edificio alla sua consistenza metrica e ai suoi valori immobiliari. Ecco che il problema diventa un problema di progetto e di regole: qualcosa che altri paesi europei (ma anche la "piccola" Provincia di Bolzano) hanno capito, ma che è totalmente mancato nell'incentivazione folle dei consumi dei *gadget* solari promossa dalla Legge Finanziaria senza neppure le briciole destinate alla ricerca e alla sperimentazione.

MATERIALI

LF: *La ricerca sui materiali in che direzione si sta sviluppando?*

NS: Gran parte dei materiali che l'architettura utilizza oggi erano ancora sconosciuti solo venticinque anni fa e fino agli anni '50 del secolo scorso (attenzione: parliamo del 1950, non del 1850 ...) la chimica forniva al settore delle costruzioni solo qualche vernice e qualche tubo in Pvc. Gli architetti che per secoli hanno guardato con sospetto ad ogni materiale che non derivasse in via diretta dagli alberi, dalla pietra e dalla terra e che hanno aguzzato il loro ingegno per spremere dai pochi materiali che avevano a disposizione prestazioni sempre più spinte o per lavorarne le superfici per strappare *textures* sempre più nuove, hanno oggi a disposizione un assortimento quasi sterminato di materiali, adattabili a qualsivoglia pacchetto di esigenze o a non importa quali effetti ottici, cromatici o formali. E se la manipolazione del materiale non basta per arrivare al risultato desiderato, chimica e fisica intervengono sulla sua natura profonda, fondono tra loro più materiali, introducono protesi impiantistiche.

La prassi attuale che porta alla proposizione dei "nuovi" materiali e prodotti da costruzione segue un percorso che è del tutto nuovo rispetto a quello che ha consegnato ai nostri cantieri i materiali della tradizione costruttiva. Un tempo il materiale che doveva trasformarsi in muro, in trave, in tetto, in intonaco era prodotto (cavato, estratto, abbattuto) e manipolato in relazione alla sua destinazione finale. Ciò che faceva testo erano le sue caratteristiche fisiche, massa, resistenza, elasticità e queste caratteristiche erano conosciute e ne definivano, quasi deterministicamente, il dimensionamento e la destinazione finale: il castagno, si sapeva, era più resistente dell'abete, il granito più duro dell'arenaria, certe argille producevano mattoni gelivi, altre no. La chimica, la scienza dei materiali e la possibilità della produzione assistita dal computer ci permettono oggi di capovolgere l'approccio tradizionale: il nuovo materiale da costruzione non è più qualcosa di dato, progettato e prodotto in base ad un'analisi di mercato, adatto ad un ampio spettro di possibili

destinazioni, ma qualcosa che nasce in conformità a un pacchetto (spesso limitato) di prestazioni da soddisfare e dimensionato in funzione di queste sole prestazioni. Non più personaggio in cerca d'autore, buono per tutte le stagioni, ma protagonista espressamente dedicato a risolvere un preciso problema costruttivo. L'immagine di questo nuovo approccio la possiamo avere confrontando i vecchi e i nuovi cataloghi di un produttore di membrane impermeabilizzanti o di additivi per calcestruzzo: le due/tre opzioni di un tempo si confrontano oggi con decine e decine di proposte specializzate, ciascuna progettata attraverso un sapiente dosaggio delle componenti di base, mirate a risolvere gli specifici problemi posti da una pluralità di situazioni costruttive l'una diversa dalle altre. E' questo un approccio innovativo del tutto nuovo e diverso da quello che prevede di creare i nuovi materiali e componenti assemblando a livello macroscopico due o più materiali conosciuti (come, ad esempio, un pannello sandwich, un composito a fibra e matrice un legno lamellare): oggi la tendenza è quella di agire sulla struttura intima, molecolare, della materia per giungere a materiali dotati di proprietà ottico-luminose, magnetiche, elettriche, meccaniche, chimiche e biologiche, oppure di caratteristiche superficiali e di finitura del tutto innovativi ed espressamente dedicati a risolvere particolari pacchetti di prestazioni.

Alla grande disponibilità e alla continua introduzione nei disciplinari costruttivi di nuovi materiali sintetici, si unisce un continuo intervento sui materiali della nostra tradizione costruttiva per aumentarne affidabilità ed efficienza o per modificarne processi produttivi o caratteristiche finali. In particolare il legno, la pietra e il mattone sono stati a tal punto investiti da processi di artificializzazione, che è quasi impossibile trovarli oggi in cantiere nella loro sostanza originaria. Ancora, materiali da secoli impiegati per determinate funzioni, ne assumono altre e pretendono di giocare nuove parti in commedia. Specularmene all'artificializzazione dei più tradizionali materiali naturali, stanno progressivamente ricomparendo alcuni materiali ed

alcuni combustibili basati su risorse animali o vegetali che erano ormai dati per scomparsi a fronte dell'impiego quasi esclusivo del petrolio e dei suoi derivati. Anche in questi casi, però, la natura è profondamente manipolata e non è più riconoscibile nel prodotto finale. Non paga di consegnare all'industria i suoi prodotti, è la natura stessa a diventare materiale da costruzione, nel senso che è lo stesso terreno naturale con le sue curve di livello ad essere plasmato per ospitare nelle sue pieghe manufatti o edifici che integrano natura e architettura in nuovi paesaggi artificiali-naturali, oppure ancora diventa facciata vegetale o tetto verde per edifici che si pongono l'obiettivo di migliorare il livello di bioticità dei nuovi insediamenti umani.

Sono i materiali e le tecnologie gli elementi che più hanno reso visibili le trasformazioni dei nostri modi di costruire. E che hanno permesso di aggiornare la scatola degli attrezzi dell'architetto con un assortimento di materiali che non ha uguali nella storia. Il titanio, le lamiere verniciate a effetto lotus, i vetri che non si sporcano, i compositi, la pietra ricomposta, le reti metalliche, i laminati, i sandwich a nido d'ape, i calcestruzzi basati su cementi catalitici sono ormai entrati in modo stabile nel vocabolario formale delle nostre migliori architetture, rese possibili da un'impiantistica sempre più sofisticata, da software di progettazione sempre più raffinati e da materiali di isolamento sempre più performanti. Sullo sfondo, i compositi ad altissime prestazioni, gli aerogel, i materiali a cambiamento di stato, gli isolanti sotto vuoto e le vernici a componente nano-tech sono lì pronti ad offrire i loro contributi perché la frontiera del possibile si sposti ancora un poco più in là.

TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

LF: *Quali sono le principali direttrici di trasferimento tecnologico verso l'architettura?*

NS: Quello delle costruzioni è uno strano settore che non vive di innovazioni nate al suo interno, ma di innovazioni trasferite da altri settori più avanzati. Molteplici sono le strade seguite dai nuovi materiali nella loro migrazione verso l'architettura. Alcune emergono tra tutte le altre, forse la principale passa attraverso *l'industrial design*, che è tradizionalmente molto più attento e stimolato che non l'architettura nei confronti dei nuovi materiali per il fatto di operare su un insieme di oggetti molto più esteso che non quello sul quale opera la costruzione e questi oggetti, che vanno da un Boeing 787 a una protesi chirurgica, pongono problematiche formali, funzionali e, soprattutto, di mercato ben più vaste e complesse di quelle di un edificio e richiedono, di conseguenza, una conoscenza approfondita dell'offerta disponibile di materiali. Un'altra strada vede, invece, il nascere di una collaborazione tra industria e architetto che si instaura prima ancora del progetto, dove non si sa bene chi cerchi chi, ma dove il risultato è quello di sperimentare un nuovo materiale e trasformare l'architetto e la sua opera risultante in una sorta di *testimonial* del nuovo materiale, quasi manifesto sulle sue potenzialità (e qui la memoria va al rapporto tra Frei Otto e le membrane tessili, tra Frank Ghery e il titanio, tra Alessandro Mendini e il laminato plastico usato all'esterno, tra Ettore Sottsass e il Corian).

La penetrazione nel mondo dell'architettura di molti materiali innovativi è oggi facilitata da alcuni fattori preminenti. Un primo fattore riguarda il diverso rapporto che l'architettura, rispetto al passato, ha oggi instaurato con il concetto di durata di un edificio. La nuova architettura (pensiamo, ad esempio, a quella che abbiamo visto alle ultime Biennali veneziane) muove verso manufatti complessi e multifunzionali costruiti attraverso operazioni di accoppiamento meccanico di strati sovrapposti, anziché di blocchi monolitici. I nuovi edifici appaiono, e di fatto sono, molto più fragili e vulnerabili rispetto ad un manufatto murario tradizionale, quasi nella consapevolezza che ormai in un edificio adibito ad attività

economiche – e cioè in almeno il 60% degli edifici che costruiamo nei paesi sviluppati- l'obsolescenza funzionale (ed anche quella percettiva) mette fuori gioco l'intero edificio prima che questo, e i suoi materiali quasi morbidi, profumati, fluidi, certamente più vulnerabili della pietra e del cemento, abbiano raggiunto il collasso tecnologico. In questi edifici, programmaticamente meno durevoli, hanno diritto di cittadinanza materiali che mai l'architettura dell'eterna durata avrebbe neppure concepito.

Il secondo, in parte collegato con il precedente, riguarda il fatto che l'architettura, nel bene e nel male, sta ponendo una grande enfasi sull'edificio-involucro e sta rincorrendo forme che mettono in discussione, e talvolta rompono, la classificazione funzionale tradizionale degli elementi costruttivi. Quando, infatti, un'architettura diventa un unico volume continuo, tende a venir meno la differenziazione formale, geometrica e funzionale che ha sempre visto le chiusure esterne, le strutture e le partizioni interne come unità tecnologiche autonome e indipendenti, caratterizzate da funzioni e geometrie peculiari e da materiali espressamente dedicati (l'intonaco, la trave, la tegola, fino ai materiali tradizionalmente "da interni" e "da esterni" tra i quali esisteva una differenziazione genetica con confini non impunemente attraversabili). Una volta messo in discussione il sistema tecnologico, le funzioni e, dietro a loro, i materiali non possono che cambiare il loro linguaggio e talvolta lo loro stessa essenza. Tutto ciò avviene quasi fatalmente quando accade, come oggi spesso accade, che una facciata in un certo luogo di un edificio si trasformi prima in tetto, penetri all'interno diventando partizione e poco più in là si trasformi in impalcato e di nuovo esca e torni ad essere facciata. In questo profondo cambiamento di paradigma non sorprende che gli elementi tecnici si scambino, con le funzioni, anche i materiali costituenti: plastiche, compositi, coestrusi, fogli e reti metalliche incominciano un loro seducente gioco degli equivoci al termine del quale possiamo anche immaginare facciate morbide fissate alla struttura con connessioni

proprie dell'arredamento o cucite come in un abito: in questo gioco dove ogni contaminazione, ogni incrocio e ogni ibridazione hanno ormai diritto di esistere, le prestazioni tradizionali della tettonica, come la resistenza meccanica, la sicurezza, l'elasticità, l'isolamento termico e acustico, la tenuta agli agenti esterni vengono affiancate da nuove prestazioni, come la fotocromaticità, la capacità di cambiare forma e colore e tornare alla forma e al colore iniziale, l'interattività, la luminescenza, il profumo, la gradevolezza al tatto. Una breve visita ad un archivio o a un sito *web* di materiali innovativi, come pure la lettura di uno dei tanti libri oggi dedicati ai nuovi materiali, mostra un repertorio di forme, prestazioni, caratteristiche tecniche, configurazioni, colori e *textures* assolutamente sorprendenti⁵. In questo repertorio di materiali si sta ipotizzando la messa a punto di sistemi predittivi per valutare il rapporto (soprattutto percettivo, sensoriale e relativo al comfort) dei nuovi materiali con i fruitori per meglio definirne il progetto da un lato e per meglio calibrare le norme dall'altro. Alle tradizionali discipline della chimica, della fisica e dell'elettronica si unisce a questo punto la psicologia per una nuova scienza trasversale dei materiali dell'innovazione. (Rassegna n.80 2005)

LF: *Ma questo ruolo di subalternità dell'architettura perdurerà? Ci sono dei segnali di cambiamento?*

NS: Certamente oggi l'architettura ormai si muove con gran disinvoltura nei mondi della meccanica, dell'ingegneria dei materiali, della chimica e dell'elettronica. Seleziona le sue tecniche e i suoi strumenti volta per volta, se necessario ritorna alla tradizione o sceglie il nuovo piegandolo alle sue esigenze. Spesso impoverisce, e con ciò trova qualità, alcuni parossismi tecnologici che, invece, un tempo esibiva senza ritegno. Seppure ancora gregaria di un'innovazione che non provoca direttamente, si muove nei nuovi mondi con un atteggiamento non più subalterno. Il fatto è che i grandi

progetti di questi ultimi vent'anni hanno provocato un *fall out* impressionante di prodotti, semilavorati e componenti: oggi disponiamo di una "scatola degli attrezzi" piena di tecniche e materiali del tutto nuovi e da questa scatola ogni progetto consapevole può oggi attingere a piene mani. Ciò che vediamo o intuiamo è la risposta che la produzione manifatturiera più attenta e consapevole è riuscita a mettere a punto quando è stata posta davanti alle sfide di un progetto complesso, alle modificazioni del gusto e ai nuovi problemi di immagine di un'architettura che, oltre che oggetto economico vuole essere, come dice Gae Aulenti, anche oggetto di seduzione.

A fronte di un'offerta industriale ormai poderosa, il progetto di architettura può oggi mettere insieme elementi assolutamente tradizionali con prodotti industriali innovativi, nuovi materiali con componenti "su misura". Nel *mix* tecnologico che ne risulta i semilavorati industriali prodotti in grande serie si trasformano volta per volta attraverso operazioni che sono, paradossalmente, in gran parte ancora artigianali, in componenti del tutto unici. Il risultato non è un prodotto industriale da affidare al mercato, ma un "prodotto dell'architettura" non riproducibile, anche se tutti gli elementi che lo compongono nascono da filiere industriali. A valle della grande industria, il tavolo dell'architetto che concepisce il componente e l'officina di chi assembla ed adatta i semilavorati sono la "fabbrica" delle nostre nuove cattedrali. Due esempi tra i tanti. Nel museo per la fondazione Pinault, Tadao Ando adotta una facciata trasparente lunga trecento metri fatta di lame sagomate di vetro parallele e parzialmente sovrapposte ad embrice, fissate per punti. Il sistema di fissaggio è del tutto convenzionale e così pure quasi artigianale sembra la costruzione delle lame di vetro, zigrinate in superficie per ottenere un effetto traslucido, accoppiate nel processo di stratificazione e molate sui bordi. I quattro attacchi angolari di ogni lama ripropongono sulle lastre viste dall'esterno lo stesso effetto dei distanziatori dei casseri di cemento, che sono una costante della

poetica dell'architetto giapponese. Sappiamo che quelle lame di vetro non le userà, così come le ha concepite Tadao Ando, più nessuno. Ma il *know-how* resterà e tra qualche tempo vedremo in giro anche in provincia qualche "figlio illegittimo" delle lastre della Fondazione Pinault.

Nella torre Agbar di Barcelona Jean Nouvel realizza una doppia facciata dalla tecnologia minimalista fatta di lamiera di acciaio ondulate e colorate, di frangisole di vetro e finestre: la doppia pelle, i colori e la scelta accurata di materiali, più che non lo stupore di una tecnologia di punta, generano, grazie alla grande scala, la sensazione di un volume aereo e quasi prezioso. Alla fine, come ci dice l'architetto, "le incertezze della materia e della luce fanno vibrare il campanile nel cielo di Barcellona".

Probabilmente il più forte segnale di cambiamento è dato dalla recentissima formazione di grandi gruppi industriali nel campo della produzione di materiali e componenti: ciò comporta che nel settore edilizio, dove da sempre ha dettato legge il muratore, che è rimasto *magütt* nel profondo del suo cuore anche quando si è trasformato in prefabbricatore o in *general contractor*, sta sbarcando in forze la grande industria. Questa, attraverso politiche di acquisizioni e assorbimenti di aziende storiche del settore, messe in ginocchio dalla globalizzazione, sta creando nuove realtà produttive di grandi, spesso grandissime dimensioni. Il risultato è la formazione di conglomerati industriali sempre più potenti, dove aziende un tempo anche acerrime concorrenti imparano a convivere sotto un'unica guida strategica e finanziaria e ad assumere logiche e prassi operative che con la produzione edilizia di un tempo non hanno più niente in comune. Gruppi come Weber & Broutin, Bdi o Saint Gobain-Lafarge, per non parlare che dei maggiori, dominano ormai il mercato e mettono insieme *know-how*, ricerca e sviluppo e organizzazione. I nuovi colossi spaziano dal cemento, al vetro, agli isolanti e ai laterizi, dalle piastrelle ai materiali di isolamento e di impermeabilizzazione. Il risultato finale è che oggi anche all'interno

del settore delle costruzioni possono finalmente generarsi le occasioni e concretizzarsi le risorse che potranno permettere in prospettiva lo sviluppo di una ricerca finalmente autonoma, madre di un'innovazione nata direttamente *dal* e *per il* settore delle costruzioni e non più trasferita da altri settori: le occasioni, appunto, di un settore industriale a tutti gli effetti.

NORME E REGOLE

LF: *Nei suoi articoli parla spesso di norme, perché?*

NS: Quando un mercato viene sfidato con una norma e quando questa norma viene accettata e diventa costume, nasce anche un indotto industriale e di servizi di tutto rispetto: progettisti che si mettono a progettare come dio comanda, produttori che trovano il coraggio di proporre, e spesso inventare, materiali e componenti in grado di rispondere ai nuovi requisiti, imprese e artigiani che si specializzano nella installazione dei nuovi dispositivi e nella posa in opera dei nuovi prodotti

Ci sono richieste sempre nuove che l'architettura sta affiancando ai tradizionali requisiti della tettonica, della sicurezza, dell'isolamento termico e acustico e della tenuta agli agenti esterni.

In un edificio destinato a rispondere ad un pacchetto di attività che cambiano nel tempo e che provocano l'obsolescenza funzionale dei suoi spazi e della sua distribuzione interna prima ancora che i materiali con i quali è stato costruito giungano al collasso, il concetto di durata va profondamente ripensato. Questo edificio è destinato a non durare per sempre, ma a nascere, essere usato, trasformarsi nel corso degli anni, essere dimesso alla fine del suo ciclo di vita e riciclare le sue parti. Conseguentemente, anche i materiali e le tecniche costruttive con i quali verrà realizzato dovranno essere necessariamente diversi da quelli della tradizione.

Il limite sarà dato dall'equilibrio generale del nostro pianeta e

soprattutto dalle regole e norme che la nostra società vorrà darsi per garantire, appunto, un futuro alle sue generazioni a venire. Torniamo allora al nostro apologo iniziale: nell'ultima immagine della striscia Linus abbandona la sua coperta, si toglie il dito di bocca e osserva: “*non doveva esserci un regolamento edilizio molto rigido in quel comune*”. Norme e regole, appunto. Insieme a qualche artefice sapiente capace di traghettare i materiali della natura e dell'artificio verso un'architettura che oggi ha tanto bisogno di innovazione.

IPOTESI PER IL FUTURO

LF: Come dovrà essere l'edificio del futuro

NS: In primo luogo che l'edificio del futuro non dovrà limitarsi a ridurre i consumi energetici, ma dovrà anche essere *carbon free*, e cioè ad emissione zero; il Governo inglese ha già stabilito questo obiettivo per tutti gli edifici residenziali a partire dal 2016 (questa data diventa il 2019 per quelli commerciali) e ciò comporterà una trasformazione profonda nei modi di progettare e costruire: non si tratta più, in altre parole, di inserire nella costruzione qualche *gadget* solare, ma di ripensare il progetto fin dalle fondamenta. Bisogna capire alcuni concetti: che la nuova architettura, che punta a realizzare edifici sempre più efficienti dal punto di vista energetico non è più una questione che riguarda soltanto gli architetti e gli ingegneri ma deve coinvolgere un insieme vasto di professionalità. Che i benefici di un'architettura *carbon free* non si fermano solo alla riduzione delle emissioni, ma deve portare a ripensare i modi stessi di usare gli edifici e la città. Che costruire in modo efficiente e sostenibile stimola nuove creatività, valorizza saperi innovativi, fa bene a chi compra le case e a chi le realizza e promuove innovazione nel campo dei materiali e dei componenti. Che il mercato in un futuro anche vicino, come si vede già a Bolzano dove una Casa Clima in Classe “C” viene penalizzata sul piano delle

transazioni immobiliari, premierà solo le costruzioni costruite correttamente. Che la tecnologia attuale, basta che lo si voglia, permette ormai di realizzare edifici completamente autonomi sul piano dei consumi per riscaldamento/raffrescamento/ventilazione senza alcun apporto di energia proveniente da fonti non rinnovabili. Che ormai i rendimenti delle tecnologie fotovoltaiche crescono anno dopo anno, che i costi di produzione dei pannelli sono ormai andati sotto il dollaro per watt prodotto, con un obiettivo per il 2012 di 0,7 \$/W e che è stata ormai quasi raggiunta la cosiddetta *grid parity*, e cioè la parità del costo di produzione da fotovoltaico con quello dell'energia immessa in rete. Ed, infine, che la sfida del futuro non sarà tanto quella di ridurre all'osso i consumi energetici, ma di ridurre quelli dovuti alle apparecchiature elettriche, che non hanno ancora fatto un passo in avanti paragonabile con quello fatto dalla progettazione architettonica, dai materiali e dagli impianti di climatizzazione e di produzione di energia.

Livio Ficarra: Quali saranno quindi gli elementi fondamentali per la buona riuscita di un progetto

Nicola Sinopoli: un progetto nasce e diventa realtà grazie ai molti saperi che trasformano concetti, materiali, macchine e procedimenti in un edificio, all'organizzazione che permette di reperire i capitali necessari e di scegliere e mettere insieme un gruppo di uomini in grado di concepirlo e costruirlo, all'intelligenza che stabilisce regole e criteri di qualità, sicurezza durata. (BIENNALE 2002) Un progettista può essere creativo solo se accetta di collaborare con gli specialisti fin dal momento "zero" del suo progetto, cercando di dare forma coerente ai contributi e ai vincoli che gli vengono dai suoi consulenti-collaboratori. Tutto ciò perché il progetto è un sistema molto delicato e complesso che, per raggiungere dei risultati capaci di ottimizzare le esigenze di un edificio *carbon free* e quelle di un'architettura accettabile, deve saper utilizzare un pacchetto molto vasto di saperi. Forse i tempi sono maturi per incominciare a guardare a modi di

costruire finalmente capaci di mettere a sistema il sole, le case, il progetto e i materiali.

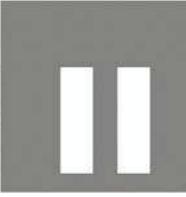
¹ Vedi, tra le altre : Gille B.: Histoire des Techniques. Gallimard ed.. Parigi 1978. (Trad. italiana.: Gille B. : Storia delle tecniche. Editori riuniti, Roma 1985. Pagg 480 e seguenti.)

² Questa considerazione è tuttora vera, anche se la spinta attuale verso la sostenibilità ha rimesso in gioco tutta una serie di materiali naturali caduti praticamente in disuso, quali la lana di pecora, il lino, le piume di anatra usati per l'isolamento termico, il grassello di calce, la canapa usata come inette isolante e leggero, la paglia usata come materiale da muro ecc. Ma siamo comunque all'interno di nicchie molto ristrette.

³ Maldonado T.: Il brevetto tra invenzione e innovazione. Su Rassegna n° 46, 1991.

⁴ Manzini E. :La materia dell'invenzione. Arcadia, Milano 1986

⁵ Vedi ad esempio: <http://transstudio.com>, www.MaterialConneXion.com, www.matech.it, e, tra gli altri, i libri: va n Onna E.: Material World - innovative structures and finishes for interiors. Frame publishers. Amsterdam 003. Future materials for architecture & design. – Materia. Rotterdam 2002.



Il 16 novembre 2010 ho incontrato, presso il suo studio di Roma, il prof. Andrea Vallicelli per intervistarlo per la ricerca che sto sviluppando nell'ambito del dottorato in "materiali ed innovazione tecnologica per l'ingegneria e l'architettura" settore ICAR XII – XXIV ciclo università degli studi di Catania. Il tema della ricerca, dal titolo "Shipbuilding e shipdesign, dal cantiere navale al cantiere di architettura", è quello del trasferimento tecnologico tra la nautica e l'architettura, per cui l'obiettivo fondamentale dell'intervista è stato quello di comprendere il modus operandi tipico della nautica dalle parole di un progettista affermato. Gli argomenti trattati spaziano dalla progettazione alla realizzazione delle imbarcazioni, alle tecnologie ed i materiali utilizzati, all'organizzazione del cantiere e del processo produttivo, fino ad ipotizzare gli scenari futuri nel settore.

Andrea Vallicelli, architetto, è professore ordinario di Disegno Industriale presso la Facoltà di Architettura di Pescara. Insegna al Master in Yacht Design del Politecnico di Milano, si occupa da oltre trent'anni di progettazione di imbarcazioni da regata e da diporto, è il progettista della celebre "Azzurra", il Challenge che partecipò all'Americans Cup nel 1983 e nel 1987. Tra le sue oltre 150 imbarcazioni ricordiamo Virtuelle¹ (1999), barca a vela da regata progettata con Philippe Starck, che ne ha curato l'interior design ed il deck styling, e numerosi megayachts progettati per i cantieri ISA² yachts di Ancona, da cui si trarrà spunto per gli argomenti trattati nell'intervista.



Maxi yacht Virtuelle in assetto da regata (fonte: dal web)



Maxi yacht Virtuelle in assetto da regata (fonte: dal web)

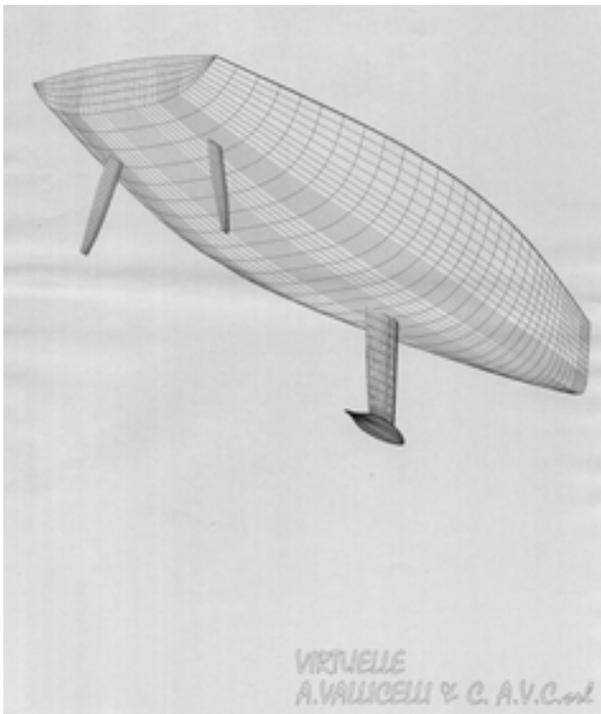
Livio Ficarra: *Professor Vallicelli, può descrivermi il processo progettuale e quello produttivo in campo nautico?*

Andrea Vallicelli: Prima di parlare del processo progettuale introduciamo sinteticamente quello che si intende per diporto nautico, perché è un settore molto articolato³. Le imbarcazioni a vela, al di sotto dei 10m di lunghezza, non hanno bisogno di patente nautica in quanto considerate dei *natanti*. Le imbarcazioni a motore sono legate invece ad una misura che dipende dalla potenza del propulsore che hanno, per cui, oltre ad avere lunghezza inferiore ai 10m, devono avere una potenza propulsiva che non superi un certo numero di cavalli o kilowatt. Sono *imbarcazioni da diporto* quelle comprese fra 10m e 24m e *navi da diporto* quelle di lunghezza superiore ai 24m⁴. Le categorie sono, quindi, il natante, l'imbarcazione da diporto e la nave da diporto.

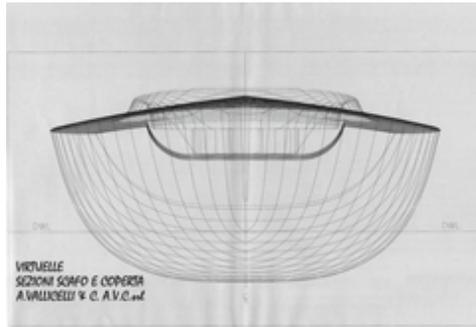
Si definiscono *da diporto* perché non sono destinate né ad uso di trasporto merci, né a funzioni militari o altre, ma ad ospitare un

fruitore che naviga per diletto, turismo. Diporto definisce quel tipo di attività che la parola stessa dice. Diporto viene dal francese antico *déport* che vuol dire divertimento, che è l'etimo originario della parola inglese *sport*. La nautica da diporto sarebbe quindi la navigazione per divertimento. Le imbarcazioni o navi da diporto sono imbarcazioni o navi destinate ad una utilizzazione privata.

Le due macrocategorie del diporto sono: quella delle imbarcazioni a vela e quella delle imbarcazioni a motore. Non che abbiano delle differenze nella metodologia progettuale, però tradizionalmente sia per le dimensioni, sia per problematiche, sono affrontate in maniera specialistica. Esistono ovviamente delle eccezioni, come nel caso del mio studio (mi sono occupato per tanti anni e mi occupo tutt'ora di imbarcazioni a vela destinate sia alla crociera, sia alla regata e di imbarcazioni a motore, di varie dimensioni), però, in genere, questi due ambiti richiedono delle specializzazioni professionali, progettisti dedicati ad una tipologia piuttosto che ad un'altra.

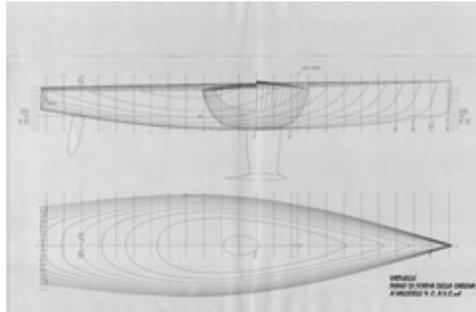


Maxi yacht Virtuelle – Dis. 5 Immagine tridimensionale della carena e delle appendici.
(fonte: Andrea Vallicelli: schizzi di progetto e disegni per lo yacht Virtuelle)



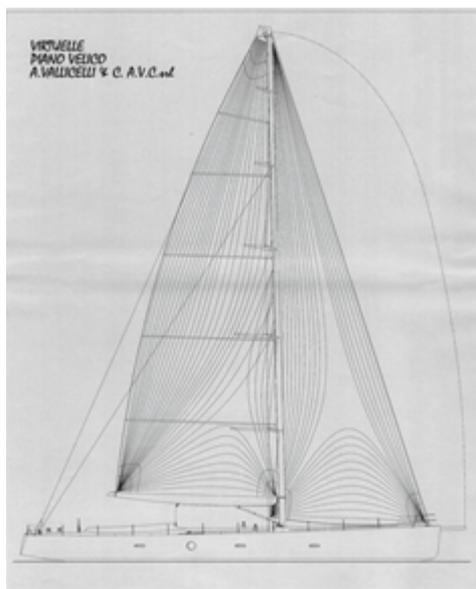
Maxi yacht Virtuelle – sezioni scafo e coperta.

(fonte: Andrea Vallicelli: schizzi di progetto e disegni per lo yacht Virtuelle)



Maxi yacht Virtuelle – piano di forma della carena.

(fonte: Andrea Vallicelli: schizzi di progetto e disegni per lo yacht Virtuelle)



Maxi yacht Virtuelle – Dis. 4 Piano Velico.

(fonte: Andrea Vallicelli: schizzi di progetto e disegni per lo yacht Virtuelle)

Livio Ficarra: *Perché? Ci sono iter progettuali differenti?*

Andrea Vallicelli: Sono due “ambiti culturali” differenti e sono differenti i mercati, sia per tipologia di utente, sia per proporzioni: il settore delle imbarcazioni a motore ha un mercato e un fatturato molto più grande rispetto a quello delle imbarcazioni a vela. In Italia si ha un rapporto di quasi 10 a 1.

da un unico studio, da un unico soggetto. Chi si occupa della progettazione delle imbarcazioni a vela studia il progetto in tutti i suoi aspetti che vanno dalla forma della carena, che rientra nella disciplina dell'architettura navale⁵ (l'architettura navale studia la statica e la dinamica di una nave), alla parte che attiene le forme architettoniche esterne, per cui la configurazione delle sovrastrutture (il volume architettonico chiamato tuga), del loro allestimento (ciò che chiamiamo piano di coperta); si occupa degli aspetti inerenti all'apparato propulsivo eolico, cioè il piano velico, degli aspetti strutturali, del calcolo e degli aspetti che attengono i materiali da costruzione. Inoltre, il progettista si occupa di quel che riguarda l'architettura degli spazi interni, quindi la distribuzione spaziale, le problematiche di carattere ergonomico, di carattere formale, estetico-simbolico ed anche della decorazione interna. Quest'ultimo ambito progettuale, che si chiama *interior decoration* (competenza progettuale che si occupa dei dettagli dell'arredamento), rappresenta un approfondimento dell'interior design (il progetto della compartimentazione interna, ciò che chiamiamo anche piani generali).

Il progetto di un'imbarcazione non destinata alla produzione di serie o destinata per essere realizzata in un solo esemplare, (detto anche *One-off*), normalmente comprende tutte queste competenze.

Nel design di un *motor yacht*, un po' per dimensioni un po' per tradizione, c'è una maggiore suddivisione dei ruoli. C'è la parte che attiene all'architettura navale, cioè le forme della carena, che viene studiata da ingegneri che si occuperanno poi della produzione in cantiere (si tratta spesso di soggetti che lavorano all'interno dell'Ufficio Tecnico del cantiere costruttore). Anche il responsabile delle strutture e degli impianti è un soggetto che fa parte dello stesso Ufficio Tecnico. Le altre figure che concorrono alla definizione del progetto complessivo della nave da diporto sono: lo *yacht designer*, ovvero il designer degli esterni e della concezione distributiva dei piani generali (il *concept* del *general plan* e l'*exterior design*); l'*interior designer*, che si occupa naturalmente anche dell'*interior decoration*,

che sarebbe poi il progetto di dettaglio degli arredi.

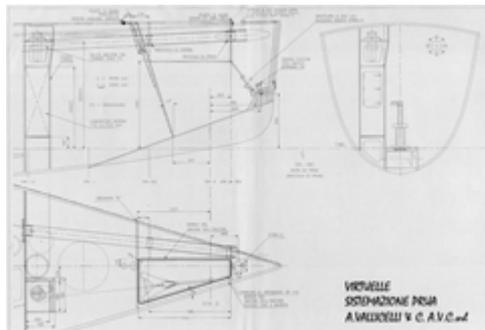
Per quanto riguarda i materiali da costruzione, se parliamo della cantieristica tradizionale più diffusa (in Italia ed in Europa), i materiali più usati sono l'acciaio e l'alluminio al di sopra di una certa grandezza. Normalmente le sovrastrutture vengono fatte in alluminio per ridurre il peso in alto delle imbarcazioni, mentre gli scafi sono prodotti in acciaio. Questo per barche che hanno, magari, necessità di autonomie transoceaniche, che cercano di contenere una certa quantità di liquidi per carburanti, per l'acqua e che prevedono un consumo di propellente ridotto. Barche che non hanno grandi velocità ma sono soprattutto ottimizzate per lunghe autonomie nell'oceano e minimizzate nel consumo. Va detto che i motor yacht hanno non solo un consumo per la propulsione ma anche un consumo per la produzione di energia elettrica necessaria al funzionamento di tutti i sistemi di bordo, da quelli elettronici, che consumano relativamente poco, a quelli dei servizi, che vanno dall'aria condizionata a tutto ciò che serve per illuminare l'imbarcazione ed alimentare i vari apparati interni. Differentemente avviene per le imbarcazioni veloci che vengono prodotte in serie, parlo sempre di *motor-yachts*, con misure più piccole. Queste devono avere una rigidità e resistenza particolare, per cui vengono utilizzati materiali "speciali", che possono essere delle leghe di alluminio ad alta resistenza oppure dei materiali compositi di tipo plastico rinforzati con delle fibre scelte in ragione della prestazione meccanica necessaria.

Quando abbiamo a che fare con imbarcazioni di serie e non si devono avere grandi prestazioni nel rapporto tra rigidità e peso, si utilizza il composito più diffuso, la cosiddetta vetroresina, formata da resine poliestere e fibre di vetro. La vetroresina è uno dei materiali più utilizzati per la produzione in serie perché è abbastanza facile da lavorare e permette delle economie produttive nel processo. Costruiti gli stampi si lavora a temperatura ambiente e non richiede una manodopera particolarmente specializzata⁶.

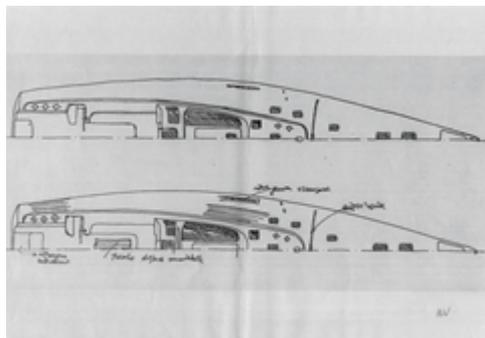
Quando si vogliono realizzare delle barche con prestazioni molto

elevate, ma non di grandi dimensioni, si utilizzano i cosiddetti compositi avanzati, che hanno resine a prestazioni più elevate della vetroresina. Ad esempio le resine epossidiche unite a fibre che abbiano delle caratteristiche meccaniche superiori a quelle del vetro come le fibre di carbonio e/o le fibre aramidiche (denominate commercialmente Kevlar® dalla Dupont®, ditta che le ha messe in produzione per prima). Questi materiali permettono di raggiungere delle prestazioni meccaniche molto elevate in rapporto ad un peso molto ridotto. Ciò permette di raggiungere alte velocità e di resistere alle sollecitazioni connesse con queste velocità, quali ad es. l'impatto ripetuto con l'onda, il cosiddetto *slamming*.

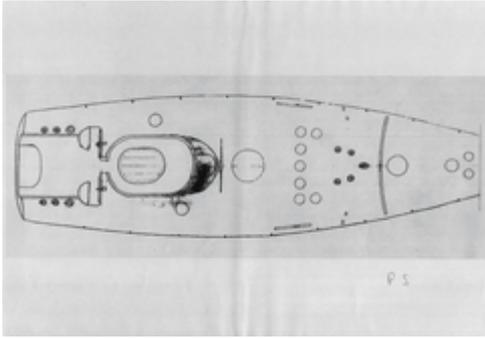
Ci sono poi barche a motore che vengono costruite anche con materiali tradizionali come il legno lamellare. Si tratta di barche che vogliono avere un "appeal formale" e che si rivolgono ad amanti della barca tradizionale. Ne abbiamo realizzate anche più lunghe di 30m, utilizzando dei trattamenti adeguati del legno lamellare con resine epossidiche. Si tratta di barche che possono raggiungere anche velocità di 30 nodi.



Maxi yacht Virtuelle – Dis. 7 Sistemazione generale della prua (fonte: Andrea Vallicelli: schizzi di progetto e disegni per lo yacht Virtuelle)

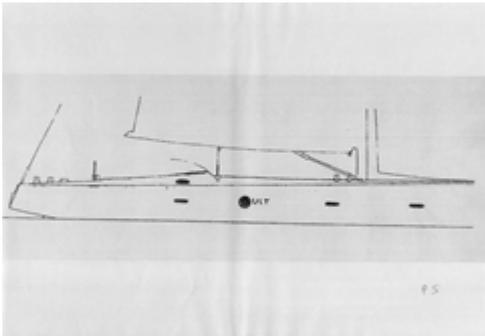


Maxi yacht Virtuelle – schizzi per la sistemazione del piano di coperta prima versione preliminare - dis A. Vallicelli (fonte: Andrea Vallicelli: schizzi di progetto e disegni per lo yacht Virtuelle)



Maxi yacht Virtuelle – schizzi per la sistemazione del piano di coperta prima versione preliminare - dis A. Vallicelli

(fonte: Andrea Vallicelli: schizzi di progetto e disegni per lo yacht Virtuelle)



Maxi yacht Virtuelle – Studio prospetto longitudinale – dis. P. Starck

(fonte: Andrea Vallicelli: schizzi di progetto e disegni per lo yacht Virtuelle)

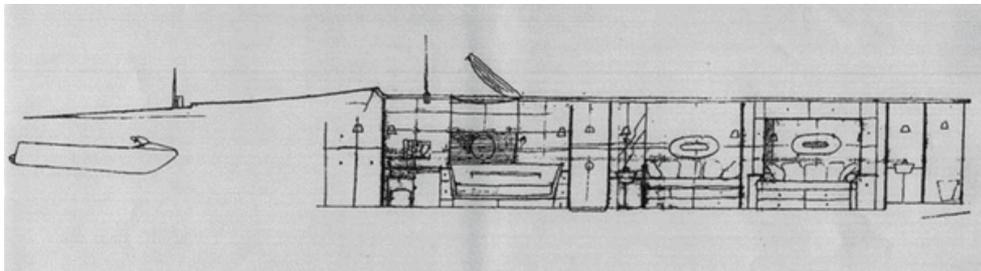
LF: *Dunque il materiale tradizionale viene riletto in chiave tecnologica?*

AV: Assolutamente, il materiale tradizionale, in questo caso, ha una nuova vita: il legno associato alle resine epossidiche che hanno fatto la loro comparsa ormai da qualche decina di anni. Noi abbiamo fatto diverse esperienze in questo campo, sia sulle barche a motore sia sulle barche a vela, utilizzando il legno lamellare unitamente a rinforzi fatti, ad esempio, con fibre di carbonio. Questo abbinamento è stato reso possibile dal fatto che la resina epossidica è utilizzata normalmente anche nei compositi avanzati. Queste resine, a differenza delle poliestere, devono fare il loro processo di polimerizzazione a temperature controllate, il che non è sempre facile da ottenere in una costruzione in legno, per ovvie ragioni. Inoltre gli operatori di questo settore sono artigiani e quindi anche il luogo di lavoro non è lo stesso che si può trovare all'interno di un cantiere che fa prodotti in serie o grandi navi da diporto. In questo ambito c'è stata, però, un'evoluzione dovuta ad alcuni produttori che hanno messo a punto delle resine epossidiche lavorabili a temperatura ambiente senza dover ricorrere a particolari

predisposizioni dei luoghi di lavoro.

LF: *Per addentrarci più nello specifico nel discorso legato al progetto, se per lei va bene, potremmo legare il ragionamento ad un progetto da lei realizzato, in modo da avere un riscontro immediato con la realtà. Potremmo prendere come riferimento uno degli yachts da lei progettati per i cantieri ISA⁷.*

AV: Tra le imbarcazioni costruite dal Cantiere ISA, per il quale abbiamo progettato quasi tutti i modelli in produzione, potremmo prendere come esempio l'ISA 120⁸, una barca lunga 36m realizzata in più esemplari. È una motor-yacht di serie prodotto su stampo in vetroresina. Si tratta di un prodotto industriale, la cui progettazione di interni ed esterni presenta specifiche problematiche di progetto e produzione. ISA 120 è un modello che ha ottenuto anche alcuni premi.



Maxi yacht Virtuelle – Studio per gli arredi interni – dis. P. Starck (fonte: Andrea Vallicelli: schizzi di progetto e disegni per lo yacht Virtuelle)

LF: *Dal brief alla realizzazione, può descrivermi le fasi e le figure chiave dell'iter progettuale che ha portato alla realizzazione di ISA 120?*

AV: ISA 120 è un progetto di una barca a motore e quindi è frutto di una cooperazione tra più soggetti. Il mio studio ha progettato gli esterni della barca, il *concept*, il piano distributivo degli interni. L'*interior decoration* è stato studiato a parte. Sono stati realizzati undici esemplari ognuno diverso dall'altro. È abbastanza comune

che su prodotti di questo tipo, che non hanno uno standard stretto salvo la compartimentazione, le barche vengano *customizzate*, cioè vengano realizzate in base alle esigenze espresse dalla committenza. Difficilmente un armatore vuole un allestimento interno che, dal punto di vista dei materiali, delle superfici, del tipo di decorazione degli arredi, sia uguale ad un'altra barca, sebbene identica all'esterno. Quindi l'interno, viene fatto su misura, *tailor-made*, dedicato all'armatore, il quale spesso si affida un *interior decorator* di propria fiducia.

Pertanto il progetto parte da una fase ideativa e seguendone il percorso possiamo riassumere varie fasi. In questo caso specifico, nella fase iniziale è stato il mio studio a mettere giù i primi bozzetti in ragione degli obiettivi che venivano individuati dai responsabili del *marketing*. Nel progetto di un prodotto industriale è il cantiere (o l'imprenditore) a decidere di mettere sul mercato un prodotto, un modello, e lo fa sulla base di una ricerca di mercato. Anche se in questo settore i numeri sono bassi, c'è un responsabile che cura questo aspetto, il cosiddetto *responsabile del marketing*, che è una figura che spesso coincide con il direttore commerciale o con un suo delegato. Il suo lavoro è quello di fornire gli elementi per definire il profilo del cosiddetto *target*, cioè del destinatario del prodotto.

Se si decide di realizzare una barca lunga 36m con determinate caratteristiche è perché si pensa che sia vendibile ad una certa figura di acquirente, che viene definito *target*, l'obiettivo, il bersaglio a cui è destinato il prodotto. Quindi il responsabile del marketing si interfaccia e dialoga con lo *yacht designer*.

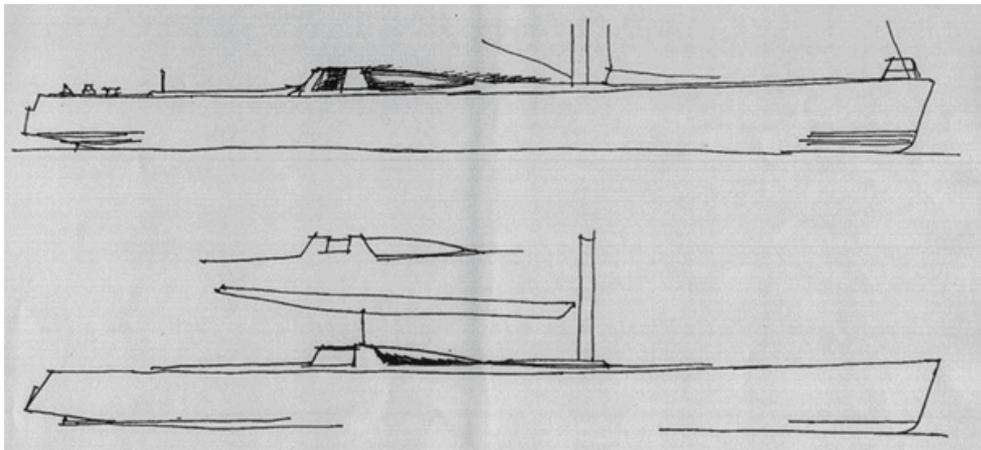
LF: *Il responsabile del marketing traccia un profilo del potenziale fruitore del prodotto?*

AV: Si utilizzano delle indagini di mercato più o meno ampie, a seconda del settore. È una cosa che vale, sia se si vuole vendere un prodotto destinato a milioni di persone, ad es. sapone da barba, sia se si vogliono vendere imbarcazioni di lusso. Naturalmente nel caso

di un prodotto destinato a un numero molto piccolo di persone, gli strumenti dell'indagine di mercato sono differenti. In generale però il processo è lo stesso: occorre capire che la merce, in questo caso l'imbarcazione da diporto, che si immette sul mercato è destinata ad una certa categoria di persone, per quanto ristretta sia, che ha una sua aspettativa. Per cui occorrerà realizzare un prodotto che abbia determinate caratteristiche in ragione delle funzione d'uso, ma che sia anche in grado di rispondere a determinate attese dal punto di vista dei modelli estetici o dei modelli culturali. Il responsabile del *marketing* è quella figura che coglie una domanda nel mercato e, teoricamente, fornisce al designer il profilo del destinatario.

LF: *È stata fatta una previsione del numero di imbarcazioni che sarebbero state prodotte? C'è un numero minimo di imbarcazioni da produrre per il rientro dell'investimento?*

AV: Non è facile fare delle previsioni, ma quando un imprenditore investe in un progetto (mette in cantiere uno stampo e fa tutti i test che servono poi per studiare le forme di carena etc.) chiaramente deve fare un piano industriale prevedendo che i costi di base siano poi ammortizzati su un certo numero di imbarcazioni.



Maxi yacht Virtuelle – Studio per la prima versione del prospetto delle sovrastrutture – dis. A. Vallicelli (fonte: Andrea Vallicelli: schizzi di progetto e disegni per lo yacht Virtuelle)

LF: *Quali sono i tempi di produzione? In che modo il cantiere navale organizza la produzione delle 11 unità? Si avranno tutte le imbarcazioni contemporaneamente in produzione?*

AV: A meno che non ci sia una richiesta fortissima, ma è abbastanza raro che su barche di questo tipo si facciano due stampi, se ne costruiscono una di seguito all'altra. Diciamo che è obbligatorio porre in sequenza le lavorazioni legate alla costruzione dell'involucro esterno, cioè lo scafo e la sovrastruttura, perché con lo stesso stampo non si possono fare due barche contemporaneamente.

Se, ad esempio, per stampare una imbarcazione impiego due mesi in un anno ne posso stampare sei, e se l'allestimento di ogni imbarcazione può richiedere da sei mesi ad un anno, posso programmare la costruzione dell'involucro esterno ponendo, qualora avessi una domanda così importante, quasi in parallelo la parte di allestimento.



ISA 120 – vista generale (fonte: catalogo ISAyachts)

LF: *La seconda barca rispetto alla prima, dal punto di vista industriale, ha delle migliorie o è identica?*

AV: Dal punto di vista industriale meno variazioni ci sono e più è basso il costo di produzione, ma su queste barche alcune variazioni,

come tutti gli optional e tutte le personalizzazioni, fanno parte del concetto di prodotto industriale, quindi sono messe già in conto. Nessuno immagina di vendere barche di questa misura con degli standard come se fossero automobili.



ISA 120 – vista generale
(fonte: catalogo ISAyachts)



LF: *Quindi eventuali modifiche o migliorie riguardano soltanto l'interior decoration?*

AV: No, ci sono anche su altri aspetti come alcune parti che riguardano gli allestimenti esterni. Ad esempio, per quanto riguarda l'ISA 120 di soluzioni esterne ce ne sono diverse. Si fanno

ovviamente delle variazioni, a volte su specifica richiesta degli armatori, altre volte invece in ragione di esigenze di mercato. Per esempio se un *competitor* ha proposto un dettaglio che è diventato un fattore di successo e tutti lo chiedono occorrerà aggiornare il prodotto, altrimenti si rischia di perdere delle quote di mercato. Oppure, se il progettista ha delle nuove idee, attraenti dal punto di vista commerciale devi fare degli aggiornamenti. O ancora, se vengono sviluppati materiali nuovi e si possono modificare alcune parti di imbarcazioni aumentando le prestazioni e lasciando invariati i costi, allora si adottano. Quindi si fanno delle varianti se rappresentano un fattore di miglioramento, a meno che non comportino lo stravolgimento dei processi produttivi o la ricostruzione dell'intero modello.



ISA 120 – particolare del piano di coperta
(fonte: catalogo ISAyachts)



ISA 120 – particolare interni
(fonte: catalogo ISAyachts)

LF: *Lo yacht designer è coinvolto nella produzione di tutti gli esemplari della serie?*

AV: Per quanto mi riguarda ho rapporti stretti con il produttore per tutto quello che riguarda la messa a punto del primo modello, del prototipo per l'appunto. Ma poi anche per tutto quello che concerne

le varianti successive, ciò che si può chiamare il *restyling*, il *redesign* dell'imbarcazione, un aggiornamento in base alle varianti che vengono sollecitate da esigenze di carattere commerciale o da esigenze di carattere tecnico – produttivo.

Ritornando a come si sviluppa un progetto, abbiamo detto che c'è un imprenditore, un cantiere, un'industria che delega un responsabile del marketing ed uno yacht designer, i quali, assieme ad altre competenze tecnico-produttive, mettono a punto quello che si chiama il *brief* progettuale.



ISA 120 – particolare interni
(fonte: catalogo ISAyachts)



LF: Come si arriva al brief? Quali figure vi partecipano?

AV: Gli elementi che definiscono il *brief* non sono solo quelli inerenti la figura dei destinatari (i modelli di consumo) e quindi gli aspetti che

riguardano la fruizione: le forme architettoniche, la distribuzione spaziale, le funzioni d'uso etc.. Ci sono aspetti che attengono alla produzione e quindi fanno i conti con i materiali, le tecnologie di processo etc.. Per cui, in questa fase, una terza figura si aggiunge a quelle del designer e dell'esperto di marketing è ed quella del direttore di produzione. Quest'ultimo si occupa del processo produttivo, di quegli aspetti dell'ingegneria che sono connessi col progetto architettonico in generale. Il designer deve avere la capacità di dialogare sia con l'esperto di marketing, sia con il responsabile dei vari aspetti ingegneristici. La capacità di operare delle sintesi è importantissima per la qualità del progetto.

Per questa imbarcazione, abbiamo lavorato inizialmente insieme all'interior designer, all'esperto di marketing ed al direttore di produzione, dando vita a un brief del progetto. Questo Brief venne discusso, presentato ai responsabili commerciali, al responsabile generale del cantiere, all'imprenditore. Si valutò, sulla scorta di sondaggi fatti dai responsabili commerciali, se il brief, i primi piani preliminari, riscuoteva il successo che si pensava potesse avere. Dopo questa fase si passò allo sviluppo del progetto, utilizzando modelli in scala, facendo piani che, naturalmente, andando avanti passarono dalla fase ideativa, che è fatta o con degli schizzi o con dei piani sommari, a piani con una definizione maggiore, come in tutti i processi progettuali. Quando si supera questa fase, che naturalmente dà luogo ad una progressione "a spirale", tipica del progetto, si fa una programmazione di sviluppo in ragione degli aspetti positivi e negativi. Si arriva poi al momento in cui il progetto passa alla fase di produzione, in cui si realizzano, per una barca di serie, gli stampi. Per fare gli stampi si costruiscono modelli in scala 1:1. Quando si realizzano questi modelli si apportano già delle correzioni al progetto, delle messe a punto. Nel caso di una barca in vetroresina, viene fatto un calco del modello da cui si produce lo stampo su cui si stratificano tutti gli elementi che servono a formare il fasciame dell'imbarcazione sia dello scafo, sia della coperta. Una volta sgusciato, l'involucro esterno verrà "riempito" con tutti gli aspetti

che riguardano gli allestimenti interni, gli impianti e gli arredi interni, sino al dettaglio finale.

C'è una altra parte di cui non abbiamo ancora parlato, che è lo studio dell'architettura navale, cioè lo studio della carena. Per questa attività si utilizzano dei procedimenti che partono da uno studio con strumenti di carattere numerico, quindi con codici numerici che servono a fare le previsioni del comportamento della forma dello scafo quando si muove in un fluido e si usano i cosiddetti programmi CFD (*Computational Fluid Dynamic*). In seguito, sulla base dei primi risultati si passa allo studio di più ipotesi di forma di carena. Poi, se si dispone di un adeguato budget, si passa ai test con modelli sperimentali fisici. Si realizzano dei modelli in scala che vengono studiati in vasca navale. Qui vengono trainati per misurare la resistenza, con procedimenti molto complessi che permettono di fare delle valutazioni sulle prestazioni.



ISA 120 – particolare interni
(fonte: catalogo ISAYachts)



LF: *Chi si occupa di questi aspetti specifici? È una parte che viene curata all'interno della sua struttura progettuale?*

AV:

Per le imbarcazioni a vela, dopo la fase del *brief*, il progetto viene

elaborato dal mio studio in tutti gli aspetti: da quelli ingegneristici (problemi fluidodinamici, strutturali etc.), a quelli architettonici, che hanno a fare sia con gli aspetti funzionali, ergonomici, sia con quelli estetico-formali. Di alcuni aspetti ingegneristici mi occupo personalmente come per es. le forme di carena.

Nel caso specifico dell'ISA 120, la parte di ingegneria è stata sviluppata dall'ufficio tecnico del cantiere, quindi altri soggetti, con i quali dialogavamo molto bene, anche per la nostra esperienza su questo terreno. Quindi abbiamo avuto delle interfacce, è normale che si lavori in team. Se il team è tutto all'interno del mio studio o il team è formato da parte delle persone del mio studio e parte di persone del cantiere, non cambia: si costruisce un team dove tutti uniscono le loro competenze. Poi sta sempre al responsabile del progetto avere la capacità di coordinare tutti gli aspetti, di formulare quella sintesi che è necessaria affinché il prodotto finale non sia schizofrenico, cioè non presenti una cattiva integrazione tra gli aspetti formali e gli aspetti prestazionali.

LF: *Lei ha anche il ruolo di coordinamento nella fase di produzione?*

AV: No, è una specificità del direttore di produzione, perché deve essere una persona che stia in cantiere tutti i giorni. Noi ci occupiamo del progetto e lavoriamo con il direttore di produzione fino alla messa a punto del prototipo, cioè fino al primo esemplare; dopo questa fase il nostro lavoro diventa quello di intervenire quando ci sono delle modifiche, degli aggiornamenti, delle messe a punto da fare nei modelli che vanno in produzione.

LF: *E per quanto riguarda le barche a motore?*

AV: Per quasi tutte le imbarcazioni a motore si realizzano dei modelli in scala, da testare in vasca, da cui si ricavano indicazioni per migliorare la forma di carena o indicazioni riguardo la resistenza e la propulsione da installare a bordo ed i relativi consumi.

ISA 120/Sundeck



ISA 120/Maindeck

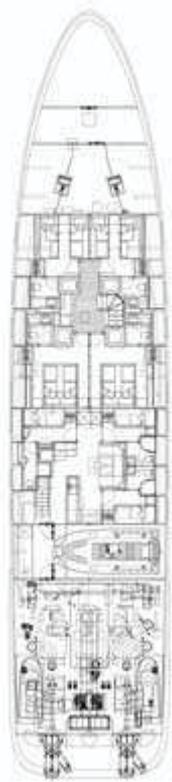


ISA 120 Layout Sundeck e Maindeck
(fonte: catalogo ISAyachts)

ISA 120/Lowerdeck A



ISA 120/Lowerdeck B



ISA 120 Layout Lowerdecks
(fonte: catalogo ISAyachts)

LF: *Questo è un lavoro che fa sempre lei come progettista?*

AV: Di questo ci occupiamo specialmente quando facciamo barche a vela e lavoriamo con apparati sperimentali come ad es. quelli in dotazione alla vasca navale di Roma⁹ piuttosto che quelli di una vasca universitaria. In questi istituti prestano servizio altri tecnici specializzati che si occupano dell'allestimento dei modelli per il traino, delle analisi dei dati che vengono misurati. I risultati vengono elaborati da specialisti con i quali noi ci interfacciamo.



ISA 120 – rendering (fonte: Andrea Vallicelli)

LF: *Ritornando alle fasi del progetto, quindi a cosa serve il Brief e quali sono i passaggi successivi?*

AV: Il *brief* serve a mettere insieme le informazioni che ci danno il quadro delle esigenze di cui dovremo tener conto nello sviluppo del progetto. Dopo di che si passa al *concept design* (DC) che è il progetto degli elementi basilari concettuali quali l'architettura generale della barca, le esigenze spaziali, gli aspetti ergonomici, l'uso dei materiali migliori e tutto ciò che attiene alla costruzione,

come la motorizzazione o la propulsione eolica. C'è una fase iniziale che è quella di *brain storming*. E' una tecnica di lavoro in cui vari soggetti si mettono intorno ad un tavolo (progettisti e/o tecnici di cantiere) mettendo giù delle idee a ruota libera, a volte anche paradossali. Spesso da questo materiale che viene prodotto si può scremare qualche elemento che può essere utile per la sollecitazione all'innovazione. Il materiale che viene setacciato in questa fase, ridondante e apparentemente caotica, può essere utile nella fase di *concept* e far sì che, in una fase avanzata di sviluppo del progetto, si raggiunga un obiettivo con dei contenuti importanti. Tutto ciò è utile sia per quanto riguarda gli aspetti estetico-formali, sia per quanto riguarda gli aspetti tecnologici. Questo passaggio in cui ci si confronta a ruota libera, a volte anche con non specialisti del settore, è uno strumento metodologico-progettuale da cui, se gestito con capacità ed esperienza, il progetto può trarre profitto.



ISA 120 – rendering
(fonte: Andrea Vallicelli)



LF: Quali sono stati i tempi intercorsi dal brief alla realizzazione del prototipo, quali gli obiettivi, i budget? Nel caso di questo progetto il

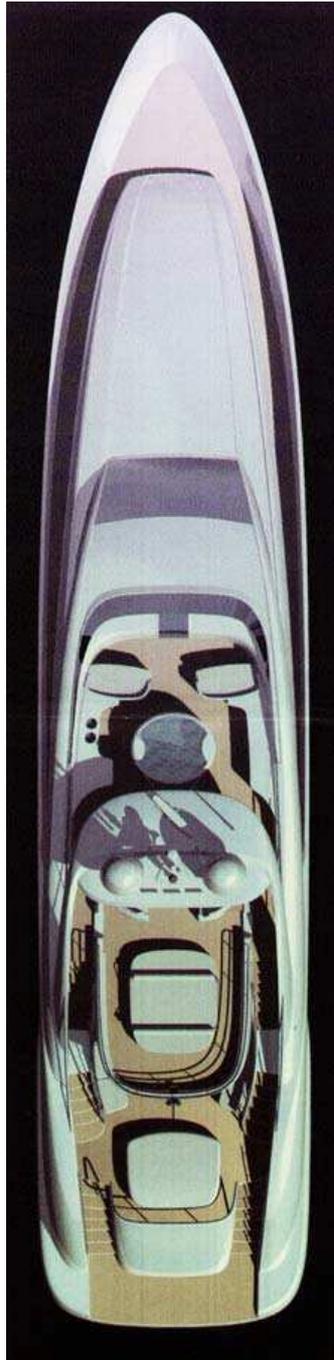
processo ha prodotto dei meccanismi di innovazione?

AV: I tempi di sviluppo del progetto di questa barca non sono tanto diversi da quelli delle altre barche che abbiamo realizzato. In generale, una volta formulata la domanda, da parte della committenza, un paio di mesi trascorrono per il dialogo tra gli attori del progetto: progettista, yacht designer, direttore di marketing, direttore di produzione, etc. Poi lo sviluppo del progetto dipende da vari fattori: se si fanno prove di vasca per la carena, cicli di test numerici, etc., i tempi si allungano. Lo sviluppo del progetto richiede almeno altri 4-6 mesi in cui si affrontano tutte le problematiche, e soprattutto si sintetizzano tutti gli elementi del processo progettuale. Alla fine di questi sei mesi generalmente siamo in grado di passare alla realizzazione di un modello in scala che serve a verificare il progetto: questa fase normalmente dura 2-3 settimane.

La costruzione di uno stampo di una barca come questa richiede generalmente 2-4 mesi ed a quel punto comincia il primo step della produzione in serie. Quindi, grossomodo, dal momento in cui si decide al momento in cui inizia il processo produttivo, per una barca di serie, passano 8-10 mesi. In questi 8-10 mesi c'è tutta una parte del progetto di cui abbiamo parlato poco che riguarda la parte impiantistica, la definizione degli elementi di dettaglio e la definizione delle strutture che vanno avanti in parallelo. Quindi, generalmente il primo prototipo di una barca come ISA 120 richiede un anno di lavoro. Quello che gli industriali e gli esperti di marketing chiamano *time to market*, ovvero il tempo che intercorre dal momento in cui l'imprenditore intraprende l'iniziativa industriale, formulando la sua richiesta, al momento in cui il prodotto è pronto per il mercato. Per un'imbarcazione di questo genere normalmente è di circa 18-24 mesi. Perché dopo la realizzazione del fasciame, dell'involucro che, come dicevo dura 3 mesi, c'è tutta la parte di allestimento che, per il primo esemplare, dura non meno di 8-10 mesi¹⁰.

LF: *Quindi la fase progettuale è piuttosto rapida.*

AV: Diciamo che dura 8-10 mesi nella migliore delle ipotesi. Nel caso di ISA 120 la costruzione del prototipo della sovrastruttura ha avuto dei problemi di realizzazione e quindi lo abbiamo dovuto rifare, per cui il processo si è allungato di 3 mesi.



ISA 120 – rendering
(fonte: Andrea Vallicelli)

LF: Questo è però un vantaggio che la nautica ha rispetto

all'architettura, mi riferisco alla possibilità di potere spalmare su 11 unità gli eventuali extracosti della progettazione.

AV: È comunque una cosa dolorosa, tempi persi e costi lievitati che si spalmano su 11 unità sempre che si realizzino tutte le 11 unità. Non è che l'architettura sia tutta fatta di eventi unici, ma certamente è un'altra cosa. Qui si fa il prototipo per cui la previsione di massima è importantissima. Se io prevedo di costruire 10-20 unità posso fare un certo tipo di investimento che ripartisco ed ovviamente tutto ciò inciderà sul prezzo di vendita. Per realizzare un prototipo ci vogliono 8-10 mesi, ma quando il prodotto va a regime i dieci mesi necessari per costruire il primo esemplare calano progressivamente. Man mano che vanno avanti si passa progressivamente da 10 mesi a 8 a 6 fino addirittura a dimezzare i tempi.

LF: *In che modo avviene questa riduzione delle tempistiche?*

AV: Il processo viene ottimizzato e questo non è solo un problema di tecniche, è anche un problema di apprendimento delle maestranze. Per esempio, se lei costruisce una sedia, anche artigianalmente, la fa una volta, la seconda volta ci mette di meno, la terza ancora di meno e così via. Allo stesso modo anche un processo industriale ha un abbattimento dei tempi per via dell'addestramento delle maestranze che ci lavorano. Durante la produzione le maestranze fanno le stesse attività e man mano che vanno avanti imparano a farlo meglio, e questo è fisiologico. Parimenti i tecnici preposti alla direzione produttiva. Quella che si chiama economia di scala dipende fondamentalmente da questi aspetti, dall'organizzazione dei processi produttivi.

LF: *E questo può agevolare la sperimentazione?*

AV: Questo è un altro aspetto, direi di no. Certo c'è anche una sperimentazione nell'ambito dei processi produttivi; ma per quanto

riguarda il progetto, il focus della sperimentazione progettuale sta nella capacità, nel caso di un prodotto di serie, di fare, ad esempio, un certo numero di modelli, di prototipi. Se uno volesse fare una grande sperimentazione dovrebbe realizzare più prototipi in una fase preliminare a quella della produzione, perché una volta che si va in produzione si cerca di cambiare il meno possibile. Abbiamo visto che cosa si può modificare durante la produzione: l'allestimento, la messa a punto di alcuni dettagli, etc. Ma la fase di innovazione dei concetti di prodotto avviene in ambito progettuale in ragione della capacità che gli attori del progetto (quelli responsabili delle forme, dei linguaggi se vogliamo essere più precisi, e quelli responsabili delle tecniche e quindi delle ingegnerie) hanno di trasferire elementi nuovi, in base ad una capacità di selezione e di sintesi.

LF: *Quali sono i meccanismi attraverso cui le innovazioni di prodotto e di processo entrano nel progetto? Come sono controllate?*

AV: Il *brain storming*, di cui si è detto prima, può portare delle idee innovative. Gli altri sono ambiti più canonici e procedimenti più conosciuti, per cui, chi si occupa di produzione o della progettazione degli impianti utilizza i classici trasferimenti di tecnologia tra comparti. Il motore dell'innovazione è la capacità di muoversi su piani orizzontali e verticali, per cui il progetto ha un'evoluzione a spirale. La cosa importante è non muoversi in procedimenti che siano, già all'inizio, troppo incanalati in una direzione, perché si rischia di fare le cose che già si fanno e che si fanno meglio ottimizzando i tempi ma non migliorando la qualità. È importante che nel processo progettuale ci siano elementi che costituiscano una variabile non prevista, un po' come accade nei processi evolutivi studiati in biologia.

La possibilità di guardarsi intorno per arricchire il proprio patrimonio del materiale che si elabora in progetto è un dato fondamentale per questa parte di innovazione. Oggi la tecnologia è così vasta e diffusa che il vero problema è la gestione dell'informazione, ossia sapere

quello che c'è è il primo dato importante per poter acquisire idee e trasformarle. Io sono convinto che nel mio campo specifico non andremo avanti tanto a lungo con quello che facciamo oggi, In un tempo che non saprei prevedere, ci saranno delle trasformazioni sul terreno dei consumi energetici, consumi che oggi in questi oggetti hanno dimensioni insostenibili. Verosimilmente uno dei fattori che trasformerà le imbarcazioni sarà legato ai sistemi per la produzione di energia necessaria per la propulsione ed i servizi. Anche in questo settore, come nell'architettura, non si può, ad esempio, continuare a pensare di produrre edifici in vetro che il sole surriscalda, per poi metterci dentro dei sistemi di raffreddamento, è una follia.



ISA 120 – rendering
(fonte: Andrea Vallicelli)



LF: *Quindi, a suo parere, nella nautica da diporto come nell'architettura, uno dei motori dell'innovazione sarà la necessità del contenimento dei consumi?*

AV: Assolutamente, il contenimento dei consumi ma soprattutto la sostenibilità tecnologica.

LF: E per quanto riguarda i materiali, la ricerca si muoverà verso la sostenibilità?

AV: Assolutamente, per la nautica come per l'architettura. La nautica va vista come un sistema, in cui non possiamo pensare di continuare ad immettere sul mercato prodotti le cui innovazioni si limitino alle prestazioni, come avviene per le automobili. Anche per le automobili siamo giunti ad un limite, nella nautica si sente meno per un fattore di scala, ma quanto potremo andare avanti con i consumi che si hanno adesso? L'industria automobilistica, come è noto, è talmente grande e talmente importante che condiziona tutto il resto da un punto di vista politico. Le automobili sono troppe, sono troppo invasive ed hanno dei consumi che sono inaccettabili ed insostenibili. La nautica è esattamente la stessa cosa, anche peggio forse, solo che di un modello automobilistico se ne realizzano qualche milione di unità all'anno, nel nostro caso di un modello se ne realizzano 3-4 esemplari, per cui questo problema non si sente in maniera così evidente.

Lo stesso discorso vale per quello che riguarda l'edilizia: noi costruiamo ancora delle case che da un punto di vista energetico e della tecnologia dei materiali sono "arcaiche", assolutamente inadeguate alle nostre conoscenze attuali. Credo che alcuni prodotti saranno i mercati stessi a trasformarli. L'edilizia purtroppo dipende molto dalle scelte politiche e dalla consapevolezza culturale di quello che stiamo facendo. Per cui non mi aspetto che sia la classe politica a mutare il sistema: il sistema potrà mutare soltanto allorché ci sarà una consapevolezza diffusa del problema, una differente cultura ambientale.

LF: In che misura ha avuto modo di sperimentare in questo tipo di prodotto di serie?

AV: È chiaro che ogni volta che studio un nuovo modello cerco di immetterci delle idee, delle soluzioni che non c'erano in prodotti precedenti. Ma questa è una attività di ricerca preliminare al progetto, lo faccio soggettivamente guardandomi intorno, anche cercando di avere sollecitazioni da altri ambiti merceologici, culturali, scientifici etc.. Il discorso vale anche soltanto se ci riferiamo agli aspetti architettonici che sono dipendenti dagli aspetti morfologici, estetici; e lo stesso avviene sul terreno degli aspetti ingegneristici.

Nelle barche a vela noi abbiamo sempre avuto una sezione di ricerca, che è quella delle imbarcazioni da regata. Fare esperienza in quel campo vuol dire fare sperimentazione. Dal confronto diretto sul campo si traggono esperienze da trasferire sui prodotti di serie. Esperienze utili a migliorare non solo gli aspetti architettonici e quelli distributivi, ma anche quelli strutturali e produttivi.

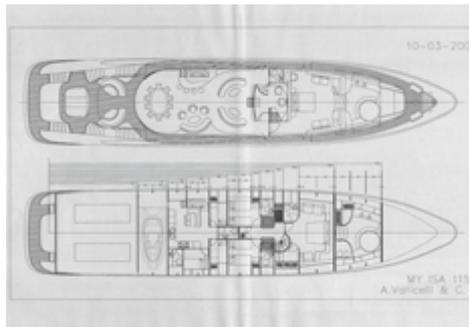
LF: *L'ambito agonistico offre quindi spunti di ricerca?*

AV: Certo, è sempre stato così, come accade per un'azienda automobilistica che partecipa a delle gare per trarne delle informazioni. Inoltre le barche a vela da regata e quelle da crociera non sono prodotti tanto differenti come lo sono le automobili da corsa rispetto a quelle di serie.

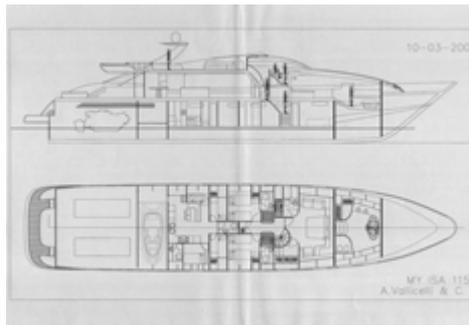
Le attività sportive offrono informazioni in un ambito in cui uno sperimenta, per esempio, dei materiali che porta al limite, anche prendendosi dei rischi. Una barca che fa il giro del mondo, chiaramente, ha delle sollecitazioni differenti rispetto a quella che fa la crociera in mediterraneo. È chiaro che le informazioni sulle resistenze dei materiali tratte in questo ambito sono ben differenti da quelle che si possono ottenere da una imbarcazione di serie utilizzata da un utente comune.

LF: *Il modo di sperimentare e gli strumenti che si utilizzano sono cambiati da Azzurra ad oggi?*

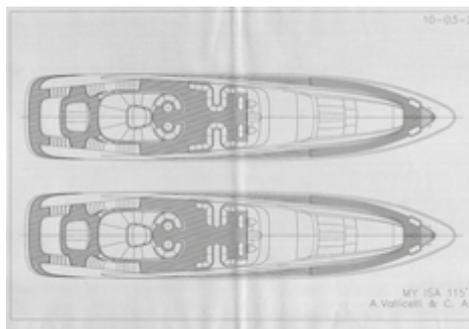
AV: Il modo no, ma gli strumenti sono cambiati tantissimo. Esistono strumenti di rilevazione delle prestazioni al vero delle barche che all'epoca erano molto più complicati da utilizzare. Gli strumenti di navigazione e di rilevazione delle prestazioni hanno avuto un'evoluzione parallela alle tecnologie dei settori elettronici etc.



ISA 120 – studio del piano degli interni
(fonte: Andrea Vallicelli)



ISA 120 – studio del piano degli interni
(fonte: Andrea Vallicelli)



ISA 120 – studio del piano di coperta
(fonte: Andrea Vallicelli)

LF: Quindi l'informatizzazione ha avuto un ruolo fondamentale anche in questo settore?

AV: Per fare un esempio la meteorologia 20-30 anni offriva previsioni su cui, qualche volta, si rideva anche un po' sopra, oggi ha un grado di precisione sorprendente. Può immaginare quello che può essere successo nel campo della rilevazione delle sollecitazioni strutturali,

piuttosto che della velocità o della posizione delle imbarcazioni a vela. Abbiamo una quantità di notizie e di informazioni molto più dettagliate e più precise di quante ne avevamo in passato. Si sono evoluti anche gli strumenti di progetto: una volta i disegni si facevano a mano, adesso gli strumenti informatici sono diffusissimi. Oggi si riescono a fare delle previsioni del comportamento di un oggetto molto complesso come una barca a vela, con un'approssimazione molto piccola. Per fare un esempio, oggi, per il calcolo di previsione delle velocità si utilizzano i cosiddetti VPP (*velocity prediction program*). Mentre i programmi di CFD (fluidodinamica computazionale), di cui parlavo prima, fino a qualche decennio fa funzionavano in maniera molto approssimativa.

LF: *Questi programmi sono direttamente legati a modelli tridimensionali che voi producite?*

AV: Certamente, l'informatica è diventata indispensabile e ci permette di valutare un numero di configurazioni, in un tempo breve, infinitamente maggiore di quanto non facessimo in passato. Quando ho iniziato a lavorare si utilizzavano strumenti e calcolatori, ma diciamo che il disegno e la rilevazione delle forme (da cui ricavare le misure costruttive) veniva fatta in buona parte a mano. Con lo stesso tempo che all'epoca si impiegava per disegnare una configurazione architettonica, oggi si possono confrontare qualche migliaio di configurazioni, se mentalmente ce la faccio a valutarle. Per realizzare una serie sistematica in cui variano certi parametri della forma dello scafo, una volta bisognava disegnarli a mano e per ognuna si impiegavano ore, Adesso impiego una frazione di secondo e parallelamente ho tutti i dati numerici che mi servono. È chiaro che cambia il numero delle variabili che posso esplorare, però la sintesi del progetto, l'idea, dipende sempre dal soggetto che conduce questo processo. I calcolatori non fanno il progetto, i calcolatori sono strumenti. Possono essere anche strumenti pericolosi che fanno fare in maniera perfetta una cosa sbagliata. Alla fine ci deve essere

sempre un'idea di fondo, che è la cosa determinante. Il calcolatore serve ad affinarla, ma se l'idea non era buona il calcolatore aiuta ad affinare una cosa sbagliata.

¹ Virtuelle, è uno yacht da crociera che può essere allestito in versione da regata smontando tutti gli interni.

Nome :	Virtuelle	Superficie velica:	290
Tipo imbarcazione:	Vallicelli one off	Materiale:	Carbon Composit
Anno di costruzione:	1999	Motore:	240 cv
Lunghezza:	23.98 mt	Progettista:	Vallicelli
Larghezza:	6.24 mt	Disegno Interno:	Starck
Dislocamento:	32 ton	Tipo:	Vela Regata
Pescaggio:	4.00 mt	Cantiere di Costruzione:	Tentara
Numero Velico	Ita19	Cantiere d'appoggio:	Cantieri Navali di La Spezia s.r.l.

² INTERNATIONAL SHIPYARDS ANCONA.

³ Su tali argomenti Andrea Vallicelli ha scritto due saggi enciclopedici che sono stati pubblicati dalla Treccani: uno riguarda la nautica da diporto, in cui si traccia un quadro complessivo dell'argomento; l'altro riguarda lo yacht design cioè il progetto per le imbarcazioni da diporto.

⁴ Le imbarcazioni destinate al diporto aventi dimensioni superiori ai 24m sono anche dette *super-yachts*. L'Italia è leader mondiale nella produzione di *super-yachts*.

⁵ scienza che tratta lo studio della nave dal punto di vista geometrico e meccanico, considerandola nel suo insieme come un corpo di forma data, galleggiante e propulso nell'acqua, tranquilla o agitata, in condizioni normali o di avaria. L'Architettura Navale studia quindi la forma e le dimensioni della nave, la sua resistenza all'avanzamento, le sue qualità nautiche, i tipi di propulsione, ecc.; i problemi che da ciò derivano vengono risolti basandosi sulle leggi della Meccanica, dell'Idrodinamica e dell'Idrostatica.

⁶ La tecnica più diffusa per i piccoli scafi è l'*hand lay-up* che prevede la lavorazione manuale del materiale. La ricerca ha sviluppato tecniche più evolute per ovviare allo scarso controllo dovuto da un processo manuale ed alla tossicità dovuta dallo stirene durante l'emissione, tra questi il processo di SCRIMP (*Seamann Composite Resin Infusion Molding*) una tecnica di stampaggio ad infusione sottovuoto.

⁷ International Shipyards Ancona.

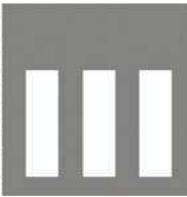
⁸ SPECIFICHE TECNICHE ISA 120

<p>DIMENSION Construction FRP/ARAMAT Classification RINA Charter Class, C X HULL MACH, YCH (MCA), Short Range Certification MCA Code of Practice, LY2 Short Range Yachts LOA 36.45 m LWL 30.00 m Maximum beam 7.40 m Moulded depth 3.659 m</p>	<p>DISPLACEMENT, SPEED AND RANGE Displacement at Full Load 169,5 tons Displacement at Half Load 153 tons Draught (full load from B.L.) 1.50 m Speed (at half load, with M/E at MCR) 33 Knots Cruising speed 27 Knots Fuel capacity 22,000 litres Fresh water capacity 4,000 litres Range at cruising speed 550 NM at 27 Knots</p>
<p>MACHINERY Main engine type 3 x MTU 16V 2000 M93 Main engine power 3 x 1790 KW @ 2450 rpm Gearbox 2 x ZF3060 i= 2,952 1 x ZF3060 i= 2,037 Propulsion 2 x lateral water jets KAMEWA 71S3 1 x booster jet KAMEWA 56B3 Main generators 2 x KOHLER 70EFOZD, by 70 KW Stabilization System Quantum's ZeroSpeed extendable fins</p>	<p>GENERAL INFORMATION Concept ISA – International Shipyard Ancona Naval Architecture ISA – Technical Department Exterior Design Andrea Vallicelli Interior Design TBD</p>

⁹ L'INSEAN (istituto nazionale per studi ed esperienze di architettura navale) è un Istituto di Ricerca operante nel settore dell'idrodinamica navale e marittima. Fondato nel 1927 e noto anche come la "Vasca Navale", ha sede nella periferia sud-ovest di Roma ed è un Ente Pubblico sotto la vigilanza del Ministero della Difesa e del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

¹⁰ Per cui il *Time to market* di una imbarcazione di questo tipo può essere così schematizzato:

dialogo tra gli attori del progetto	2 mesi
sviluppo del progetto	4-6 mesi
realizzazione di un modello in scala	2-3 settimane
costruzione stampo	2-4 mesi
allestimento	8-10 mesi



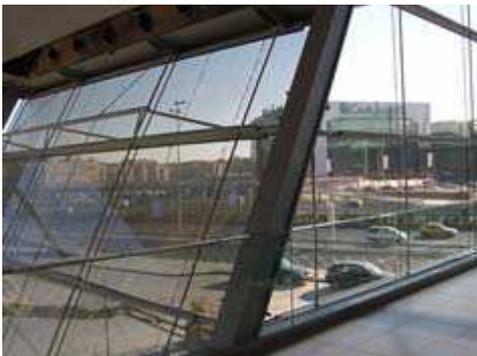
TECNOLOGIA E TRASPARENZA TRA ARCHITETTURA E NAUTICA

Intervista a Michele Sossai, Sales Manager di SOMECC
GROUP - Marine and Architectural envelopes

L'11 Febbraio 2011 ho incontrato, nei locali della sede aziendale di SOMECC group a San Vendemiano (TV) Michele Sossai, che mi ha illustrato le dinamiche interne, l'organizzazione del lavoro dall'acquisizione della commessa alla cantierizzazione e le dinamiche di trasferimento tecnologico all'interno di una azienda che opera indistintamente in edilizia ed in nautica mettendo a fuoco le similitudini e le differenze tra i due settori. Somecc group è una azienda specializzata nelle realizzazione di grandi involucri vetriati che ha realizzato per edifici in Europa, Asia, Africa e Australia e per navi da crociera di numerose compagnie tra cui Costa Crociere, Princess Cruises e RCCL.



BMW - Las Tablas - Spagna
Prog. Rafael de la Hoz
(fonte: www.someccgroup.it)



Livio Ficarra: Il processo produttivo all'interno di SOMEK, dalla commessa alla realizzazione.

Michele Sossai: Per raccontare le fasi del processo produttivo all'interno della nostra azienda partiamo dalla formulazione dell'offerta. Per la realizzazione dell'offerta oltre all'ufficio commerciale preventivazione vengono coinvolte tutte le altre funzioni aziendali che, con il ruolo di consulenti interni, sono parte attiva nella preventivazione. Viene coinvolto l'ufficio ricerca e sviluppo nel momento in cui, a nostro avviso, si rendono necessari nuove soluzioni o nuovi materiali; viene coinvolto l'ufficio tecnico se in fase di offerta intendiamo già proporre una soluzione tecnica individuata; vengono coinvolti gli uffici di gestione della produzione e del cantiere allorché si intenda fare una valutazione sulle tecniche costruttive e di installazione. Per i grandi progetti operiamo in questo modo al fine di avere un quadro il più fedele possibile di quella che sarà la commessa. L'offerta viene comunque operata su qualcosa di "astratto" perché non c'è un progetto esecutivo pronto.



Costa Pacifica

(fonte: www.somecgroup.com)



Carnival Dream

(fonte: www.somecgroup.com)

LF: Quindi in che fase del progetto formulate l'offerta?

MS: Nel caso del progetto di edilizia il più delle volte c'è un progetto definitivo, che è sufficiente per individuare le quantità ma non la soluzione tecnica più adatta. Anche per quello che riguarda le navi normalmente il progetto esecutivo non c'è, quindi occorre lavorare su delle ipotesi e, se necessario o se richiesto, abbozzare le parti più critiche.



Costa Pacifica—Skylight
(fonte: www.somecgroup.com)



Carnival Dream
(fonte: www.somecgroup.com)

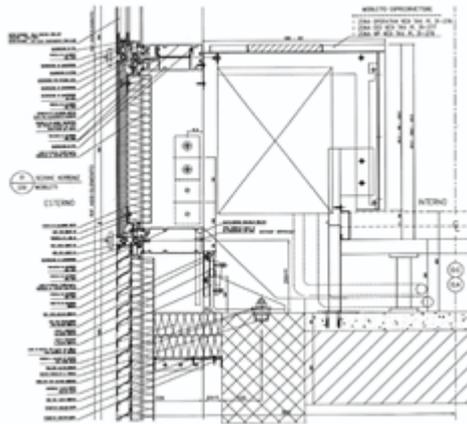
LF: *La vostra offerta prevede anche la produzione degli shop drawings, ovvero di un progetto costruttivo da sottoporre al cliente ed al progettista?*

MS: Ovviamente gli *shop drawings* verranno prodotti successivamente all'ottenimento della commessa. L'offerta di solito prevede un'analisi della documentazione di gara, l'individuazione delle tipologie da portare e delle soluzioni tecniche che intendiamo offrire, che possono essere fedeli alla documentazione di gara o presentare soluzioni migliorative dal punto di vista tecnico, economico o architettonico. A seguire c'è tutta una parte di trattative

tecnico-economiche che prevede anche la revisione dell'offerta, fino ad arrivare all'acquisizione dell'ordine.



Toyota Motor Italia Headquarter
Prog. Kenzo Tange
(fonte: www.somecgroup.com)



LF: *Il vostro interlocutore abituale è il committente o l'impresa?*

MS: Noi cerchiamo di dialogare preferibilmente con il committente e con i suoi tecnici, ma spesso lavoriamo anche con le imprese. Nel caso dei cantieri navali di solito lavoriamo per il cantiere. Quindi nel cantiere navale il rapporto si ha con l'impresa mentre "a terra" il primo contatto si ha con il progettista, che spesso ci contatta per avere una consulenza, con il cliente finale o con il general contractor.

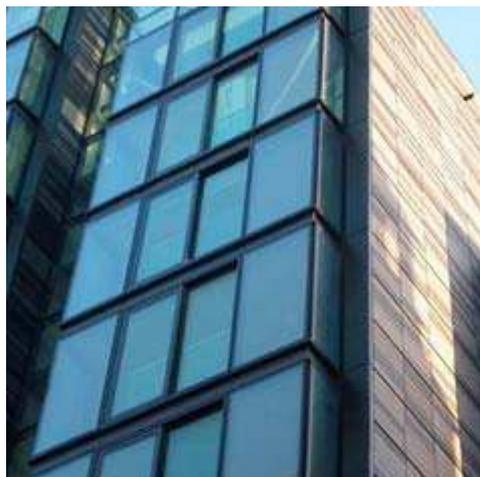
Una volta acquisita la commessa si passa alla fase esecutiva, il cui primo step è quello della condivisione tra tutti i reparti di quanto è stato fatto in fase commerciale/contrattuale, per poi passare alla fase tecnico/esecutiva del progetto.

Si parte con l'individuazione di tutte le attività, che nel caso dell'utilizzo di prodotti standard, coincide già con la progettazione esecutiva e con la realizzazione del mock-up per arrivare all'approvazione del progetto. Si passa poi al reperimento delle materie prime, trasformazione, assemblaggio, spedizione in cantiere, installazione.



Linea di produzione presso la sede di Somec Group a San Vendemiano (TV)

(fonte: foto LF)



Sistema scorrevole di serramentazione nautica

(fonte: www.somecgroup.com)

LF: *il mock-up fa sempre parte del contratto?*

MS: Per i progetti importanti il mock-up si realizza sempre. Nel caso di individuazione di tipologie che necessitano essere testate, cosa che succede spesso nel navale, c'è una fase parallela che serve ad individuare la soluzione tecnica e poi la successiva verifica secondo i regolamenti.

Ad es. tutte le chiusure a protezione di un ambiente di una nave devono essere testate secondo un *battente idrostatico*¹ che varia di nave in nave poiché va verificato secondo la posizione dell'apertura rispetto allo scafo e secondo la tipologia di imbarcazione. I nuovi prodotti, una volta progettati e realizzati, vanno testati al vero e il risultato deve essere certificato da un ente certificatore, nel nostro caso il LLOYD'S REGISTER.

LF: *Chi fa il test al vero? In cosa consiste?*

MS: Lo facciamo noi. Normalmente vengono eseguite prove di tenuta aria/acqua/vento paragonabili a quelle che si fanno per l'edilizia. Quello che viene chiesto di diverso nel settore navale è un test idrostatico, quindi il battente dell'onda che il serramento deve sopportare: vengono create delle vasche per testare il serramento o la vetrata al battente idrostatico. Per fare un esempio, nel nostro

caso parliamo in genere di serramenti in alluminio, il carico per il navale va dai 250 Kg/mq fino ai 5000 Kg/mq, mentre in architettura si va dai 60kg/mq fino a 500 Kg/mq per le grandi torri. Il LLOYD'S REGISTER prevede che la prova sia superata senza rischio di rottura ad un carico pari 4 volte quello dichiarato, abbiamo di recente eseguito un test a 2250Kg/mq x 4.

***LF:** Questi serramenti così performanti vengono poi trasferiti in architettura?*

MS: Abbiamo un sistema di serramento scorrevole che ha resistito a 2400 Pascal, che utilizziamo nel navale da circa 8 anni e che abbiamo da poco inserito in edilizia. Queste performances sono state utili per acquisire delle commesse importanti perché riusciamo a dare più di 2000 Pascal di tenuta con dimensioni molto grandi, anche 2x2m.

***LF:** Come funziona questo sistema?*

MS: è un sistema speciale che sfrutta il disallineamento dell'anta. L'anta quando si apre si sposta verso l'esterno e scorre facilmente perché le guarnizioni non fanno attrito; quando si chiude torna a spostarsi a ridosso delle guarnizioni e quindi più spinge il vento e più tiene.

***LF:** Quindi si può affermare che sfruttate la nautica come settore d'avanguardia per lo sviluppo di prodotti innovativi?*

MS: La nostra è una azienda che lavora su commessa e quindi nel 90% nei casi nel navale e nel 50% nel settore edile usiamo nostri sistemi, prodotti progettati dal nostro ufficio ricerca e sviluppo e dal nostro ufficio tecnico. Noi creiamo il sistema (profili, accessori,

guarnizioni, etc.), acquistiamo le materie prime, facciamo estrudere i profili, in acciaio o in alluminio, dai nostri estrusori su nostro progetto: facciamo il progetto del sistema e poi lo testiamo.



Mock-up sistema di facciata installato presso la sede di Somec Group a San Vendemiano (TV)
(fonte: foto LF)





Mock-up sistema di facciata installato presso la sede di Somec Group a San Vendemiano (TV)
(fonte: foto LF)

LF: *Cosa c'è di standardizzato?*

MS: Per il settore navale utilizziamo il 90-95% di nostre tecnologie, mentre nel settore edile in molti casi sono reperibili sul mercato sistemi completi, tipo le facciate tradizionali con la copertina estrusa, che ci consentono già di realizzare qualsiasi tipo di facciata, copertura, skylight. È inutile progettare, testare e tenere aggiornato un sistema che si trova già disponibile sul mercato, per cui sui sistemi tradizionali quel qualcosa in più non è ottenibile perché, in questo caso, il mercato va più veloce di noi. Noi ci specializziamo sui prodotti particolari, speciali, sulle tecnologie costruttive: per esempio per quel che riguarda le facciate strutturali abbiamo una tecnologia per la sigillatura strutturale in linea robotizzata sia del vetrocamera che del telaio su vetro, quindi in una sola passata realizziamo entrambe le sigillature. Noi ci dobbiamo specializzare in queste particolarità.

LF: *Quindi se un cliente dovesse chiedervi una facciata vetrata standard voi non la realizzereste?*

MS: Sì, ma usando prodotti commerciali.

LF: *Curate anche la posa in opera dei vostri prodotti.*

MS: Nella maggior parte dei casi, sì. Poi possono capitare situazioni particolari in cui un cliente ci chiede solo la l'assistenza alla posa ed il personale lo mette lui. Ci è capitato per due navi in Giappone, noi abbiamo spedito il materiale pronto per essere installato, come una sorta di kit di montaggio, ed il personale del cantiere ha installato tutti i serramenti a bordo della nave. Comunque abbiamo mandato in cantiere un nostro *site manager*: una figura di riferimento per coordinare il personale e le attività di cantiere.



Mock-up sistema di facciata istallato presso la sede di Somec Group a San Vendemiano (TV)

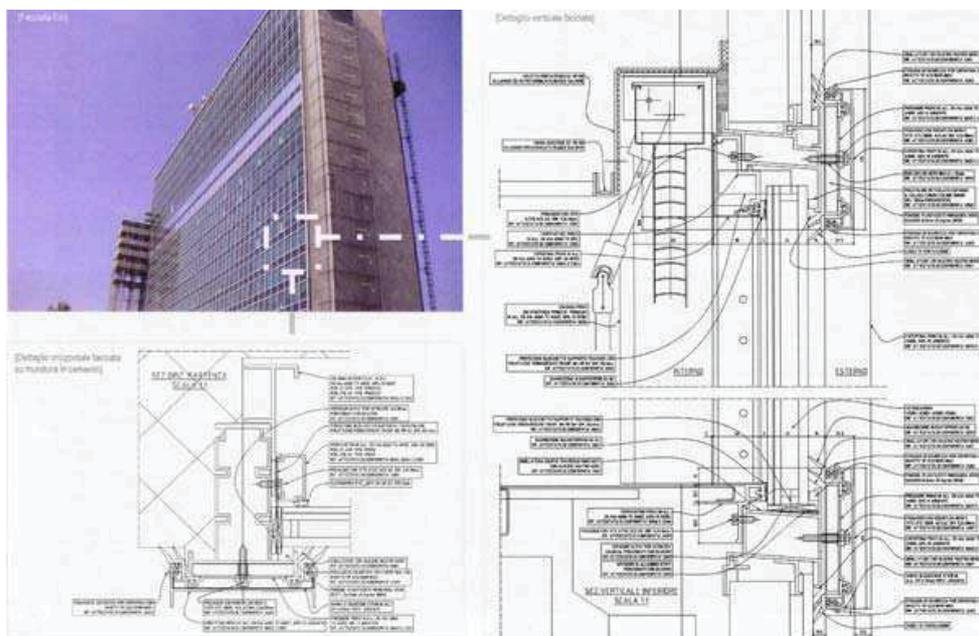
(fonte: foto LF)

LF: *In questo modo è possibile raggiungere lo stesso livello qualitativo?*

MS: Normalmente sì, è ovvio che le informazioni che si forniscono devono essere più dettagliate, il training delle maestranze viene fatto sul campo anziché in Somec; senza un buon training non si può avere il controllo sulla qualità del risultato. È un tipo di approccio che è molto diffuso nei paesi in cui il costo della manodopera è molto basso, il cliente compra il prodotto europeo richiedendo l'assistenza in cantiere e poi abbassa i costi utilizzando maestranze locali: è una

cosa che va bene per progetti semplici, in cui è comunque facile ottenere un buon risultato anche con manodopera non esperta. Ci sono aziende che praticano da molto tempo questo tipo di procedura ed hanno delle loro squadre fidelizzate e capaci. Anche noi quando facciamo la posa in opera ricorriamo a dei subappaltatori: cambia il livello di responsabilità, in genere è nostra mentre in questo caso è di chi gestisce la posa. Naturalmente è fondamentale che ciò che noi offriamo sia prodotto bene e completo.

C'è da dire un'altra cosa, la filosofia di SOMEC è quella di proporre ed utilizzare prodotti e tecnologie prefabbricati; e cioè, nel caso di una facciata continua, piuttosto che puntare su prodotti da assemblare in cantiere cerchiamo di proporre dei sistemi prefabbricati assemblati in officina, che riducano i tempi di cantiere e le operazioni manuali da effettuare durante la posa, garantendo una maggiore qualità sia del prodotto che esce dall'officina sia del risultato in opera: riducendo le operazioni in cantiere riduci di molto le possibilità di errore.



Esempio di sistema a montanti e traversi. ENI - EUR Roma

(fonte: www.somecgroup.com)



Esempio di sistema a montanti e traversi
ENI - EUR Roma
(fonte: www.somecgroup.com)



LF: *In questo caso quali operazioni/lavorazioni vengono effettuate in cantiere?*

MS: Diciamo che mentre normalmente si tende ad operare in cantiere l'assemblaggio e la sigillatura di componenti singole, il nostro sistema quando arriva in cantiere è pronto, finito, assemblato. Per fare un esempio, per quanto riguarda le facciate noi puntiamo sui sistemi a Cellule ("*unitised system*")² quindi un modulo di facciata finito che viene portato in cantiere ed agganciato ad una staffa, e non c'è da fare altro, un pezzo interpiano che viene appeso ad una staffa ed agganciato al modulo inferiore o alla partenza nel caso si parta da terra. Per fare tutto ciò occorre essere organizzati con delle linee di produzione assistite, perché i pezzi da movimentare sono tanti ed alla fine diventano anche pesanti (vetro, alluminio, guarnizioni, accessori, pannelli, etc.).

Altre tecniche come i sistemi a montanti e traversi ("*stick system*")³ richiedono tutta una serie di operazioni in cantiere per la posa di

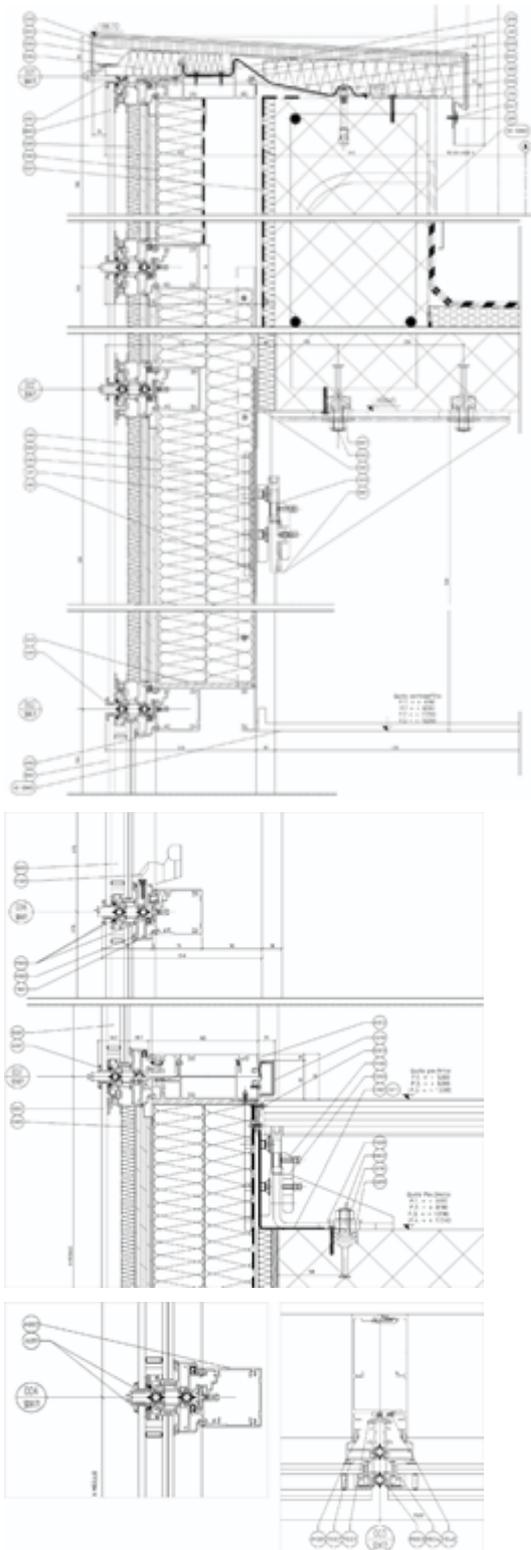
montanti, traversi, staffe, vetro, finitura, sigillatura: molte più operazioni comportano un rischio di errore molto più alto.



**Esempio di sistema a Cellule
Maciachini Center - Milano
(fonte: www.somecgroup.com)**



**Esempio di sistema a Cellule. Maciachini Center - Milano
(fonte: www.somecgroup.com)**



Esempio di sistema a Cellule
Maciachini Center - Milano
Sezione verticale in sommità
(fonte: www.somecgroup.com)

LF: Con il sistema a cellule quali operazioni vanno effettuate in cantiere? Vengono fatte sigillature?

MS: Posa della staffa, posa della cellula, le uniche sigillature sono quelle di interfaccia con l'edificio.

LF: *Parliamo delle figure coinvolte, all'interno di Somec, nell'iter che porta dal primo contatto con il progettista al cantiere.*

MS: Il primo ad avere rapporti con il progettista è il direttore commerciale, o il funzionario commerciale a seconda dei casi.

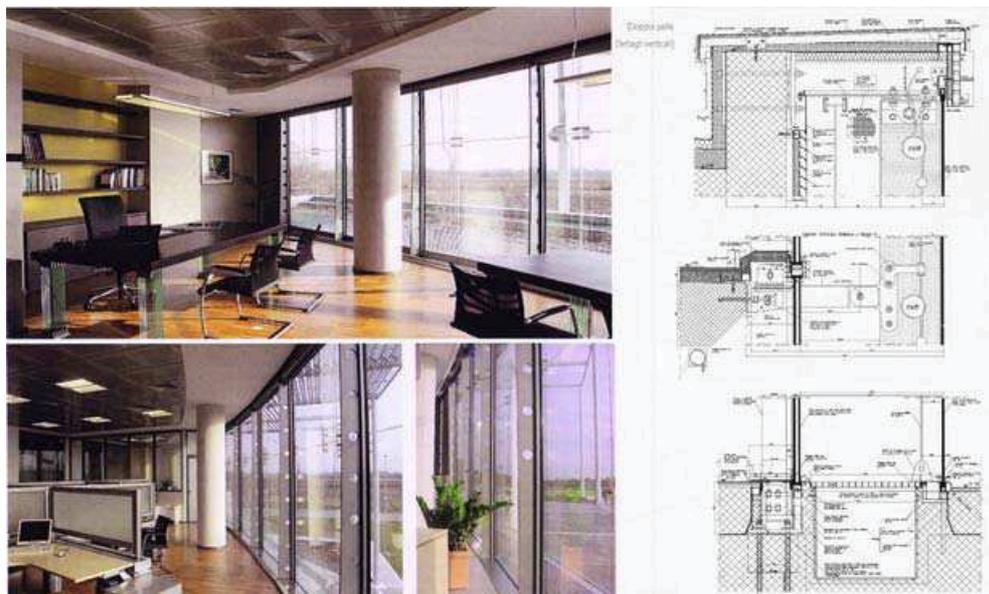
Una volta avuto il contatto si esegue il preventivo, che viene fatto dall'ufficio preventivazione, che nel nostro caso è coordinato dall'ufficio commerciale, avvalendosi, se necessario, di consulenze interne ed esterne all'azienda che possono essere di vario tipo: acustiche, statiche, nuovi materiali, antincendio, normative specifiche del paese in cui si lavora. Una volta acquisito l'ordine la palla passa in mano al *project manager*, il quale recepisce quanto fatto fino a quel punto (nei grossi progetti il PM viene già coinvolto in fase di trattativa finale) e incomincia a gestire e pianificare la commessa secondo le attività da svolgere. Il PM coordina tutte le funzioni aziendali: qualità, amministrazione, progettazione, produzione, acquisti e cantiere.

LF: *Che tipo di formazione deve avere il Project Manager per essere in grado di assolvere a tutte queste funzioni?*

MS: Il PM deve essere soprattutto bravo a gestire la commessa. Non deve necessariamente avere competenze tecniche anche se spesso, a causa della forte specializzazione del nostro settore, i migliori PM sono tecnici che hanno imparato la gestione della commessa. Diciamo che il bravo PM anche se non ha un ruolo specificatamente progettuale, è avvantaggiato se sa gestire e valutare le proposte e le informazioni che gli arrivano dall'ufficio tecnico.

Il responsabile della progettazione sarà il *Design Manager*, che coordinerà tutte le fasi della progettazione; il *Site Manager*

coordinerà tutte le fasi di cantiere; inoltre ci sono tutte quelle figure aziendali che servono per lo sviluppo di una commessa: acquisti, produzione, logistica, qualità. Ogni reparto ha il suo coordinatore, il quale si rapporta con il PM che opera trasversalmente a tutto questo team.



Somec overgrip

Prog. G. Marovier e Artec Studio

(fonte: documentazione tecnica Somec)

LF: *Quante persone vengono impiegate per una commessa?*

MS: Dipende dalla tipologia. Per una offerta commerciale normalmente 2-3 persone: preventivista, commerciale più un'eventuale assistente. Nel caso in cui intervenga l'ufficio tecnico, normalmente un Team è composto da 3-4 persone, poi eventualmente, in funzione del progetto ci saranno più teams. Per la posa ogni squadra è composta da 4-6 persone e vengono impiegate più squadre a seconda delle tempistiche richieste. Per l'assemblaggio in stabilimento di un sistema a cellule servono 10-12 persone. Quando non basta il personale interno tante cose vengono fatte in *outsourcing*.

In fase di offerta, tra i documenti di gara quello più importante è il *Method Statement* in cui si specifica dalla A alla Z ciò che si intende fare e come lo si fa. Ovvero tutto quello che è la progettazione, le verifiche, la produzione, come si effettuano gli acquisti, che tipo di procedure di controllo della qualità vengono attuate e come si intendono risolvere le eventuali non conformità, logistica, sicurezza del cantiere, posa in opera, che tipo di assistenza deve essere fornita dal cliente e che assistenza noi intendiamo implementare per posare i manufatti. Il Method Statement riepiloga tutte queste attività con i tempi e le procedure che si intendono utilizzare per l'esecuzione dell'opera.



Somec overgrip

Prog. G. Marovier e Artec Studio

(fonte: documentazione tecnica Somec)



LF: *Parliamo di innovazione: quali sono gli scenari futuri del settore? Verso cosa si va? Avete già idea di cosa produrrete tra 10 anni? Vi state muovendo verso una maggiore sostenibilità ambientale?*

Faccio un esempio: c'è chi afferma che le facciate a 2 pelli, come la bella struttura che si trova alle nostre spalle⁴, verranno sostituite da facciate a pelle singola con tenute superiori rispetto a quelle odierne, capaci di avere performances simili a quelle che oggi si ottiene con le 2 pelli, le cose stanno veramente così?

MS: Diciamo che oggi lo scenario volge alla sostenibilità, per cui si mira al risparmio energetico, all'utilizzo di materiali riciclati ed in generale al contenimento delle risorse. Diciamo che una facciata come quella alle nostre spalle ha anche una valenza architettonica e tecnologica. Noi stessi ci stiamo muovendo verso facciate singole che abbiano le stesse prestazioni, però c'è da dire che tali prestazioni si riescono ad avere a discapito di altri aspetti, magari perdendo in trasparenza, oppure installando delle tende che, non essendo protette, dopo pochi anni vanno sostituite perché rovinate. Sicuramente, ed in questa direzione ci muoviamo anche noi, la ricerca sarà rivolta verso l'utilizzo di materiali alternativi che attualmente vengono utilizzati in altri campi.



Somec overgrip

Prog. G. Marovier e Artec Studio

(fonte: documentazione tecnica Somec)

LF: *Alternativi a cosa?*

MS: Per esempio all'alluminio delle strutture

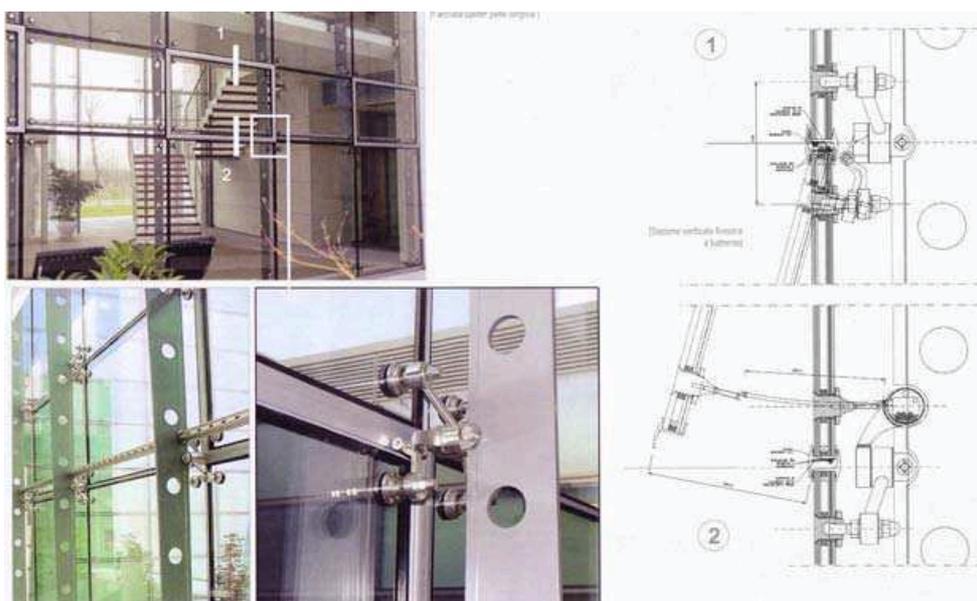
LF: *Quindi si migrerà dall'alluminio verso materiali compositi per migliorare le performances dei serramenti?*

MS: Sì, ci stiamo già muovendo in questa direzione, resine, materiali polimerici. Esistono dei materiali alternativi che in questo momento hanno limitazioni dal punto di vista della resistenza al fuoco o problemi di verniciatura o che magari non vengono ancora accettati dal cliente finale.

Anche il vetro sta migliorando costantemente le sue prestazioni.

Quello che è certo è che una facciata come quella che abbiamo realizzato qui è molto più versatile di una passiva: a differenza di quella qui posso avere la massima trasparenza, posso abbassare una tenda interna per il controllo luminoso, posso abbassare una tenda esterna protetta per il controllo dell'irraggiamento, quindi posso sfruttare l'effetto serra. Secondo noi queste facciate attive sicuramente miglioreranno ma non scompariranno.

Su questa facciata realizzata per la nostra sede aziendale abbiamo completato lo scorso anno 2 anni di sperimentazione con il politecnico di Torino ed adesso ne stiamo facendo altri 2: l'obiettivo è quello di essere in grado di dare ai progettisti dati certi su cui basare il proprio lavoro.



Somec overgrip

Prog. G. Marovier e Artec Studio

(fonte: documentazione tecnica Somec)

LF: Quali sono oggi i limiti di una facciata di questo genere?

MS: Il primo limite è economico perché si ha una doppia vetrata che si interfaccia con gli impianti, però, d'altra parte, la fase di sperimentazione che abbiamo completato ci permette di dire che risparmiamo circa il 50% di energia per il riscaldamento ed il raffrescamento dell'edificio.



Vetrata a Cellule con struttura in acciaio
(fonte: www.somecgroup.com)



Vetrata a Cellule con struttura in alluminio(fonte: www.somecgroup.com)

LF: Come funziona?

MS: La "pelle" interna è calda mentre quella esterna è fredda e tra le due si immette aria forzata, utilizzando l'aria esausta degli ambienti

interni opportunamente trattata, per mantenere la pelle interna ad una temperatura costante.

La pelle interna realizza la chiusura termica ed idraulica dell'edificio e crea una "camera" con la pelle esterna, che protegge la tenda riflettente; i vetri sono completamente trasparenti ed il controllo dell'irraggiamento avviene attraverso la tenda esterna che riflette l'irradiazione solare.

Con una facciata come questa si ha una dispersione termica di 0,8 °K/m² mentre con una facciata passiva si può arrivare, forse, ad 1 °K/m², ma a condizione di avere molte parti cieche, mentre questa è completamente trasparente.

L'abbattimento acustico di questa vetrata è di oltre 60dB contro i 42dB richiesti dalla normativa.

LF: *La manutenzione è complessa?*

MS: Non necessita di manutenzioni particolari, a parte la taratura degli impianti e la pulizia della facciata esterna; la facciata interna, a meno di imprevisti, non ha bisogno di essere pulita perché l'aria è trattata: lo abbiamo fatto 1 volta in 8 anni.

LF: *Avete fatto un piano di ammortamento per capire in quanto tempo si ripaga il maggiore costo di una facciata di questo genere rispetto ad una a "pelle singola"?*

MS: Non lo abbiamo fatto su questa facciata perché non avrebbe più senso, ma con i dati che abbiamo raccolto grazie agli studi su questa facciata siamo in grado di farlo per le nuove realizzazioni: adesso sappiamo quanta energia si risparmia, e quindi, dato il costo di realizzazione, siamo in grado di calcolare il rientro dell'investimento. Abbiamo installato, sulla vetrata esposta alle condizioni più critiche (ovvero esposta a sud senza frangisole) dei sensori che comunicano i dati ad un computer ogni 15 minuti: vengono rilevate tutte le

temperature e tutti i dati utili, che vengono poi trasmessi al politecnico di Torino. I dati sono presenti sul nostro website.



Ruby Princess

Plancia di comando

(fonte: www.somecgroup.com)



Ruby Princess

Plancia di comando

(fonte: www.somecgroup.com)



Ruby Princess

Plancia di comando

(fonte: www.somecgroup.com)

LF: *Come sono organizzate le due anime di Somec (navale e civile)?
Come avviene il trasferimento tecnologico? In quale direzione?*

MS: Diciamo che sulle navi, almeno quelle che non operano nei mari del nord, non si è affrontato negli anni passati il tema del comportamento del vetro dal punto di vista termico, un po' più di attenzione è stata data alla tematica dell'irraggiamento; dal punto di vista dei materiali si guarda più all'estetica e spesso si usano materiali "vecchi" e poco performanti. C'è da dire che fino a pochi anni fa le navi non avevano grandi superfici vetrate; adesso che ci sono si incominciano ad affrontare i problemi della dispersione

termica e dell'irraggiamento solare con un atteggiamento differente. Per fare un esempio sulle navi oggi montiamo ancora i vetri pirolitici, che in edilizia noi non usiamo più da 10 anni; i vetri basso emissivi si sono incominciati ad utilizzare un paio di anni fa. L'aspetto più importante per la facciata vetrata in nautica è la prestazione statica.

LF: Quindi dal punto di vista del risparmio energetico è la nautica che sta imparando dall'architettura?

MS: Esatto.

LF: Ed per il resto, quali sono le principali direttrici ed i principali strumenti per il trasferimento tecnologico?

MS: Noi siamo una realtà in cui nautica ed architettura stanno al 50% e 50% e da questo punto di vista c'è una perfetta osmosi tra i due settori: tecniche costruttive che si mescolano, prodotti, conoscenze, prestazioni. Cerchiamo di importare in entrambi i casi il meglio delle tecnologie, compatibilmente con le possibilità che ci vengono date. Sulle navi c'è una certa ripetitività, a volte vengono fatte anche 5-6 navi gemelle e quindi per 6-7 anni si continuano a fare sempre le stesse cose: se si monta un vetro verde sulla prima si monterà lo stesso vetro fino all'ultima. È difficile andare a proporre migliorie e variazioni se non richieste. Su un progetto nuovo ci sono più possibilità, mentre sulle ripetute di una "classe" di imbarcazioni difficilmente è possibile apportare dei cambiamenti.

LF: Analizzando il processo produttivo in nautica abbiamo visto che per molti aspetti la prima nave funge da prototipo e sulle successive vengono apportate migliorie, nel vostro caso quindi non è così?

MS: Per fare un esempio, nel caso in cui nel prototipo un ambiente avesse avuto dispersioni termiche eccessive, l'approccio del cantiere

navale, per risolvere il problema delle successive navi della "classe", non sarebbe stato quello di utilizzare serramenti e vetri con una trasmittanza termica minore (es. 1,1 W/m²K anziché 1,5) ma tuttalpiù quello di aumentare la potenza dell'impianto di condizionamento.



Ruby Princess

(fonte: www.somecgroup.com)



LF: *Quindi il lavoro fatto per la prima nave resta sostanzialmente invariato per tutta la classe?*

MS: Sì, per le navi è così, in edilizia invece ogni progetto è fine a se stesso.

LF: *Quindi per voi, a differenza che in altri settori, la ripetitività è uno svantaggio per l'innovazione?*

MS: L'innovazione c'è anche a bordo delle navi ma tocca altri aspetti: chiusure ermetiche, vetri curvi e sferici, etc. Le tecniche costruttive del navale sono completamente diverse da quelle dell'architettura: innanzitutto occorre stare molto attenti alla conduzione elettrica tra i materiali; occorre usare trattamenti diversi, ad esempio nel navale proteggiamo con ossidazione e verniciatura tutti i profili dopo averli lavorati, in modo tale da proteggere anche i tagli, e quindi la verniciatura viene fatta sul pezzo finito e non sulla verga (profilo)

Le problematiche maggiori, per quanto riguarda la nautica, più che la complessità tecnologica riguardano l'organizzazione del tempo e delle attività in un periodo ridotto e con spazi limitati. Una nave deve essere realizzata in poco tempo, in spazi ridotti e con molto personale che lavora contemporaneamente: si costruisce una città nello spazio di una lottizzazione.

LF: *Voi entrate in azione quando la nave è già assemblata o lavorate già sui big-blocks?*

MS: Lavoriamo anche sul blocco. Diciamo che il prototipo di nave può essere assimilato come complessità all'edificio, sulle gemelle non hai più grandi complessità perché sai già a cosa vai incontro. D'altra parte un edificio non ha i tempi che ha una nave. Il cantiere navale, proprio per la ristrettezza dei tempi, porta a sperimentare tecniche di costruzione nuove, ad esempio realizzare le vetrate continue strutturali sui blocchi a terra e poi tirare su il blocco completo di vetri: è una cosa che abbiamo già fatto.

Comunque il fatto di lavorare sia in edilizia che in nautica ci da la possibilità di mescolare le esperienze e di trasferire know-how.



Ruby Princess

Vetrate aree pubbliche

(fonte: www.somecgroup.com)



LF: *Come funziona l'organizzazione all'interno di Somec? Che rapporti ci sono tra chi segue l'edilizia e chi segue la nautica?*

MS: Il progetto, per quanto riguarda design e calcolo, ed il cantiere hanno teams dedicati, guidati da coordinatori e PM diversi, sono due mondi completamente diversi.

Possiamo dire che l'ufficio preventivazione è unico, l'ufficio tecnico ha teams separati. Produzione, ufficio acquisti, logistica, controllo qualità e sicurezza hanno un ufficio unico, mentre per il cantiere ci sono squadre dedicate, ed è la parte che ha le distinzioni più nette. Poi all'interno dello stesso ufficio ci sono specializzazioni diverse, possiamo dire che per quanto riguarda progettazione e calcolo, ci sono persone dedicate all'interno dello stesso ufficio, anche se tutti sanno fare entrambe le cose.

Per quanto riguarda la produzione, nel settore navale in cui c'è una ripetitività maggiore, abbiamo accordi con aziende esterne che ci

fanno talune lavorazioni. In cantiere ci sono capocantiere e squadre di posa specializzati: le squadre che lavorano in edilizia non vanno nel cantiere navale e questo vale anche per i PM.

***LF:** Come avviene il feedback tra i due settori? Ovvero, qual è il punto di contatto?*

MS: Il contatto c'è nei punti di congiunzione: l'ufficio R&S è unico, il direttore tecnico è unico, l'ufficio commerciale e preventivazione ha un unico responsabile, la produzione è unica. L'ufficio tecnico è dedicato, le squadre sono dedicate ma comunque l'azienda è una, si lavora all'interno degli stessi uffici. Gli estremi sono la produzione, che non ha distinzioni al suo interno: stesse figure, stesse linee di produzione; ed il cantiere che ha distinzioni nette, per tutto il resto ci sono degli uffici con delle specializzazioni al loro interno ma le cui persone lavorano a stretto contatto e sono potenzialmente in grado di operare in entrambi i settori.

¹ battente idrostatico.....

² La facciata a cellule, denominata anche “unitised” o “panel system”, è costituita da cellule prefabbricate contenenti sia il profilo in alluminio sia la parte di tamponamento, cieca od opaca. Le cellule vengono assemblate in fabbrica e quindi trasportati in cantiere dove vengono montate sull’edificio (Tatano V., Rosetti M, G-Day).

³ La facciata continua a montanti e traversi, denominata anche “stick system”, si basa su elementi verticali e orizzontali, generalmente in alluminio, che formano un reticolo strutturale al quale vengono poi applicati i tamponamenti, trasparenti od opachi (Tatano V., Rosetti M, G-Day).

⁴ Facciata vetrata a doppia pelle, sede Somec Overgrip a San Vendemiano, realizzata nel 2003 su progetto dell’ing. G. Marovier con Artec Studio.

Cultura del progetto

Archigram, *A guide to Archigram, 1961-74*, London, Academy, 1994.

Bona, E.D., *Angelo Mangiarotti: il processo del costruire*, Milano, Electa, 1980.

Grimshaw, N. & Partners, *Water, energy and waste / Grimshaw*. - London ; New York; Melbourne : Grimshaw, 2009

Grimshaw, N. & Partners, *Structure, space and skin : the works of Nicholas Grimshaw & Partners / introduced by Kenneth Powell ; edited by Rowan Moore*. - London: Phaidon, 1993.

Grimshaw & Partners / introduced by Kenneth Powell ; edited by Rowan Moore. - London : Phaidon, 1993

Holl, S., *Parallax, architettura e percezione*, Milano, Postmedia, 2004

Koolhaas, R., *Delirious New York, un manifesto retroattivo per Manhattan*, Oxford University Press, New York 1979 Tr. It a cura di Biraghi, M., Milano, Electa, 2001

Kurokawa, Kisho, *Kisho Kurokawa 1978-1989*, Tokyo, SD, 1990.

Le Corbusier, *Vers Une Architecture*, Paris, Vincent Freal 1923 (tr. It. *Verso una architettura* a cura di Pierluigi Cerri e Pierluigi Nicolin. - 8. ed. – Milano, Longanesi, 1999).

McLuhan M., *Understanding Media: The Extension of Man*, New York: McGraw-Hill 1964; trad. it. Di Ettore Capriolo, *Gli strumenti del comunicare*, Milano: Il Saggiatore, 1967

Munari, B., *Da cosa nasce cosa. Appunti per una metodologia progettuale*, Roma-Bari: Laterza, 2007

Office for Metropolitan Architecture; Koolhaas, Rem; Mau, Bruce, *S,M,L,XL : small, medium, large, extra-large*, Rotterdam, 010 publishers, 1995.

Otto, F., *L'architettura della natura: forme e costruzioni della natura e della tecnica e processi della loro formazione*, Milano, Il Saggiatore, 1982.

Pearman, H., *Equilibrium: the work of Nicholas Grimshaw & partners*, Londra, Phaidon, 2000

Pawley M, *Future Systems: the story of tomorrow* , Londra, Phaidon, 1993

Spadolini, P., *Pierluigi Spadolini: il design*, Firenze, Cadmo, 1998.

Smithson, A.; Smithson, P., *Il periodo eroico dell'architettura moderna*, Milano, Idea editions, 1981.

Tafuri, M.; Dal Co, F., *Architettura Contemporanea*, Milano, Electa, 1976.

Vallicelli A. (a cura di), *Turismo, Ambiente, Design, l'ecoturismo come risorsa dell'impresa: il ruolo del design*, Milano, POLIdesign, 2001

Wachsmann, K., *Una svolta nelle costruzioni*, Milano, Il saggiatore, 1960.

Ward, B. (a cura di), *Catalogo completo del lavoro di Konrad Wachsmann*, California, the Huntington, s.d.

Zung, T.T.K. (a cura di) *Buckminster Fuller: Anthology for a New Millennium*, New York U.S.A., St. Martin's Press, 2002

Tecnologia, innovazione tecnica e trasferimento tecnologico

Alini L., *Le strategie esecutive, l'integrazione delle competenze nel progetto di architettura*, Napoli, Liguori, 2001

Campoli A., *Il contesto del progetto: il costruire contemporaneo tra sperimentalismo high-tech e diffusione delle tecnologie industriali; prefazione di G. Nardi*, Milano, F. Angeli, 1993

Cetica P., *L'edilizia di terza generazione. Breviario di poetica per il progetto nella strategia del costruire*, Milano, F. Angeli, 1993

Ciribini G., *Tecnologia e Progetto: Argomenti di cultura tecnologica della progettazione*, Torino, Celid, 1995

D'alessandro M., *Eteronomia versus Autonomia*, Roma, Librerie Dedalo, 1997

Gangemi V. (a cura di), *"Cultura e impegno progettuale. Orientamenti e strategie oltre gli anni '90"*, Milano, F. Angeli, 1992.

Gangemi V. Ranzo P. (a cura di), *"Il governo del progetto"*, ed. L. Parma, Bologna, 1987.

Kieran S., Timberlake J., *Refabricating Architecture: How Manufacturing Methodologies are Poised to Transform Building Construction*, New York, McGraw-Hill, 2003.

Kolarevic B., *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing*, New York, Spon Press, 2003.

Mangiarotti, A., *Il progetto di Architettura dall'euristico all'esecutivo*, Milano, Libreria Clup, 2000.

Manzini, E., *La materia dell'invenzione*, Milano, Arcadia, 1986.

Molinari, C., *"Elementi di Cultura Tecnica - Lezioni del Corso di Materiali e progettazione di elementicostruttivi"*, Rimini, Maggioli Editori, 1998.

Nardi G., Mangiarotti A., Campioli A., *Frammenti di coscienza tecnica: tecniche esecutive e cultura del costruire*, Milano, Franco Angeli, 1991.

Nardi G., *"La cultura dell'innovazione"*, L'Arca, n. 65, novembre, 1992.

Nardi G., *"Tecnologia e architettura"*, L'Arca Plus, n. 1, 1994.

Nardi, G., *Le nuove radici antiche : saggio sulla questione delle tecniche esecutive in architettura*, Milano : Franco Angeli, 1986.

Nardi G., *Percorsi di un pensiero progettuale*, Milano, Libreria CLUP, 2003

Paoletti, I., *Costruire le forme complesse*, Milano, Libreria Clup, 2006.

Pawley, M., *"Technology transfer"*, Architectural Review, n.1087, sett. 1987

Rizzo, M.A., *"L'Architettura delle navi da crociera: processi evolutivi verso l'habitat residenziale transitorio"* Tesi di Dottorato XVII ciclo, Tutor: prof Virginia Gangemi, Università Federico II Napoli, 2005.

Sinopoli, N., *La tecnologia invisibile. Il processo di produzione dell'architettura e le sue regie*, Milano, Franco Angeli s.r.l., 1997.

Sinopoli, N.; Tatano, V. (a cura di), *Sulle tracce dell'innovazione. Tra tecniche e architettura*, Milano, Franco Angeli s.r.l., 2002.

Sinopoli, *"12.a Biennale. frammenti in libertà"*, Costruire n°332, gennaio 2011

Truppi, C., *Continuità e mutamento: il tempo dell'innovazione delle tecniche e nell'evoluzione dell'architettura*, Milano, Franco Angeli, 1994.

Truppi, C. (a cura di), *La città del progetto. Trasferimento di tecnologie e convergenze multidisciplinari*, Napoli: Liguori, 1999.

Zanuso, M., *La progettazione integrata per l'edilizia industrializzata: ciclo di dibattiti dell'insegnamento generale*, Milano, ITEC-La prefabbricazione, 1977.

Nautica, Architettura navale

Barrass B., *Ship Design and Performance for Masters and Mates*, Oxford, Butterworth-Heinemann, 2004

Brewer T., *Understanding Boat Design*, Camden: International Marine Publishing, 1994

Eyres D.J., *Ship Construction*, Fifth Edition, Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001

Gillmer T.C., Johnson B., *Introduction to Naval Architecture*, Annapolis: Naval Institute Press, 1982.

Gerr D., *The Elements of Boat Strength: For Builders, Designers, and Owners*, Camden: International Marine Publishing, 2007

Israel G., Miller L., *Dictionary of the Cruise Industry: Terms Used in Cruise Industry Management, Operations, Law, Finance, Management, Ship Design & Construction*, Colchester: Seatrade Cruise Academy. 1999

Killing S., *Yacht Design Explained: A Sailor's Guide to the Principles and Practice of Design*, New York: W.W. Norton and Company, 1998

Larsson L., Eliasson R. E., *Principles of Yacht Design*, Camden: International Marine Publishing, 2007

Piardi S., Ratti A. (a cura di), *Progettare e costruire imbarcazioni da diporto : esperienze in studio e in cantiere* , Milano, Libreria CLUP , 2003.

Piccione P., *Gio Ponti Le Navi, il progetto degli interni navali*, Milano. Idea Books, 2007

Rosati G. (a cura di), *Nozioni di architettura Navale*, Livorno, Poligrafico Accademia Navale, 2004.

Vallicelli A. (a cura di), *Q-TAC n. 11 Aprile 2002, Design nautico, riflessioni tematiche ed esercitazioni progettuali*, Pescara, Sala editori, 2002

Vallicelli A., Saggio: "Yacht Design" per l'opera "XXI Secolo, Gli Spazi e le Arti" dell'Istituto della Enciclopedia Italiana Treccani Terzo Millennio (diretta dal prof. Tullio Gregory), pubblicato dalla Enciclopedia Italiana Treccani, (in corso di stampa) Roma 2010.

Vallicelli A., Voce enciclopedica: "nautica" Treccani XXI Secolo VII appendice; Enciclopedia Italiana Treccani, Roma 2007.