

Il trabaccolo *Marin Faliero*. Studio e restituzione grafica dello scafo

Elisa Costa*

Il lavoro realizzato sul trabaccolo *Marin Faliero* consiste nello studio del rilievo effettuato tramite *laser scanner* e nei relativi elaborati grafici; di supporto sono la documentazione fotografica e la realizzazione grafica di alcuni elementi peculiari, non riconoscibili dal rilievo *laser*. Il prodotto finale sono disegni bidimensionali e tridimensionali, rappresentanti le linee dello scafo, il piano di costruzione e i particolari tecnici della struttura. Per completare il lavoro è stato costruito un mezzo modello ligneo, realizzato sulla base dei piani di costruzione creati.

Study and graphic documentation of *trabaccolo Marin Faliero* are based on analysis of laser scanner work, to produce bidimensional and tridimensional drawings; these are ship-lines, shipbuilding plan and technical drawings of ship structure. Photographic and graphic documentation, realised directly on the ship, helped us to complete the work, because not all the structures are visible from laser scanner work. At least, a wood half-model was realised on the shipbuilding plans created.

Il lavoro svolto sul trabaccolo *Marin Faliero* consiste nell'analizzare e rielaborare il rilievo *laser scanner* esistente, al fine di produrre disegni bidimensionali e tridimensionali, rappresentanti le linee dello scafo, il piano di costruzione e i particolari tecnici della struttura.

Le condizioni di questa imbarcazione, in attesa di musealizzazione, hanno reso necessarie operazioni di studio e di ricerca sullo scafo, prima che questo perdesse le sue forme originarie: sono state effettuate la documentazione fotografica e grafica, come disegni a mano libera di alcuni elementi peculiari e, soprattutto, la rielaborazione grafica della struttura dello scafo.

Disegni tecnici e studi sullo scafo

I disegni tecnici e i piani di costruzioni del trabaccolo *Marin Faliero* sono stati realizzati con un rilievo tramite *laser scanner* dall'ingegnere Franco

Slomp. Questo sistema crea una nuvola di punti, al quale sono abbinate e "incollate" ortofotografie, ottenendo così una *texture* dell'oggetto rilevato. Con questi strumenti è possibile rappresentare un oggetto tridimensionale su un piano bidimensionale, lavorando su proiezioni ortogonali del modello 3D.

Prima di iniziare il lavoro, è stato necessario contro-deformare digitalmente le linee dello scafo, incurvatosi rispetto alle forme originali, per riportare l'imbarcazione alla sua originaria curvatura, con la chiglia rettilinea (fig. 1). Quest'ultima ha subito un marcato insellamento, portando le estremità di prua e di poppa più in basso rispetto alla zona di chiglia centrale. Tale deformazione, per le barche in legno, è una conseguenza dovuta al tempo trascorso in acqua, poiché gli scafi risentono della spinta dell'acqua sul fasciame dell'opera viva. Secondo il principio fisico di Archimede, la zona centrale della stiva, pesante e immersa in acqua, riceve una spinta verso l'alto, maggiore rispetto alle zone di prua e di poppa, più leggere e meno immerse. Inoltre, l'insellamento della chiglia si accentua ulteriormente con l'appoggio della barca sui due supporti in cantiere, i quali, essendo più corti dell'imbarcazione, non sostengono le zone di prua e di poppa, causandone un forte collasso.

Il lavoro è stato realizzato con l'ausilio di *Rhinoceros 3.0*, software per le rielaborazioni tridimensionali, e *Autocad 2008*, utilizzato per l'analisi delle ortofotografie e la realizzazione finale delle tavole, il piano di costruzione e i piani dei legni.

Lo studio del *Marin Faliero* si sviluppa come un vero e proprio rilievo archeologico, poiché i disegni vengono realizzati mettendo in relazione le misure prese dai rilievi manuali sull'imbarcazione e quelli realizzati digitalmente, mantenendo una perfetta corrispondenza con le forme e i volumi reali dell'imbarcazione. Il rilievo non è svolto in maniera "teorica", ma le linee create seguono in maniera puntuale le imperfezioni e le irregolarità del legno. Solo in un secondo tempo si è cercato di raddrizzare le linee in modo da concepire le forme originali e

* Univesità Ca' Foscari, Venezia.

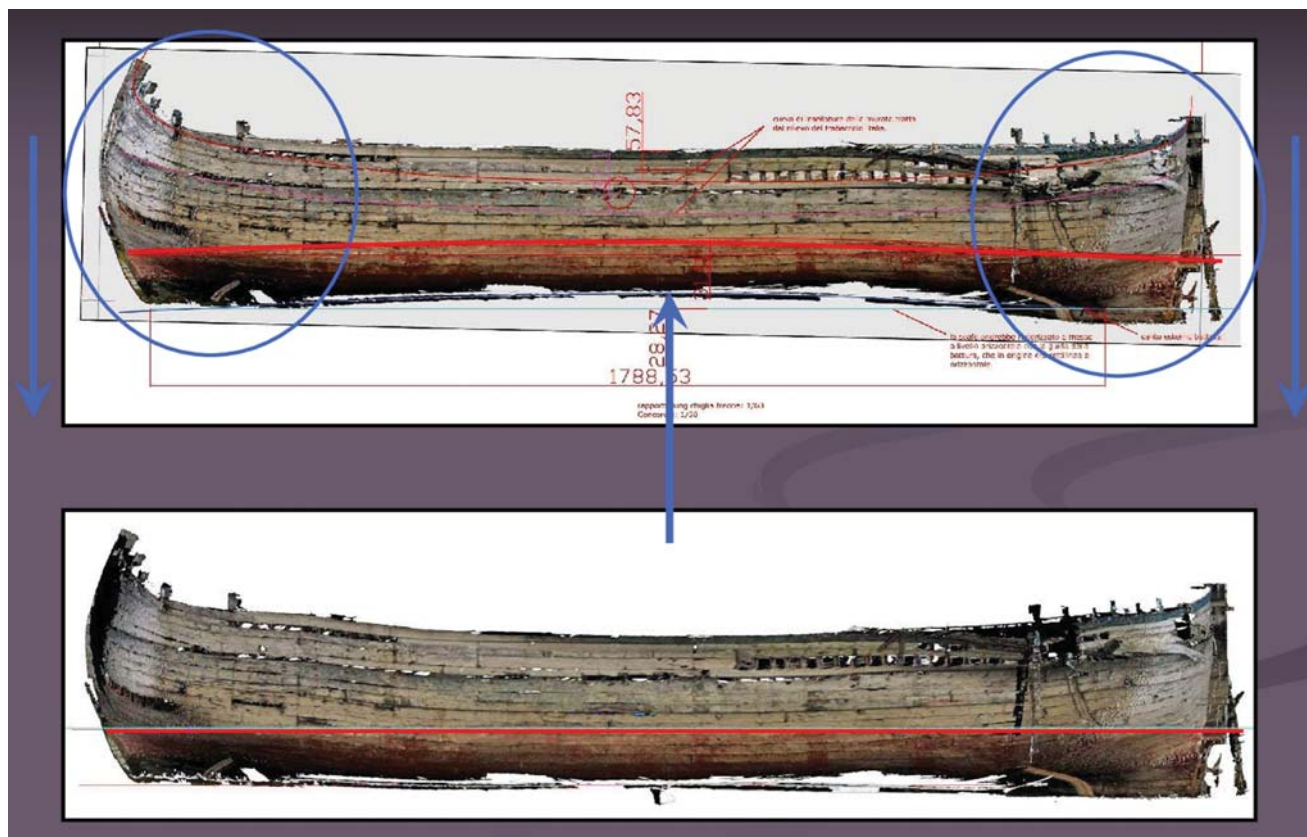


Fig. 1 – Contro-deformazione.

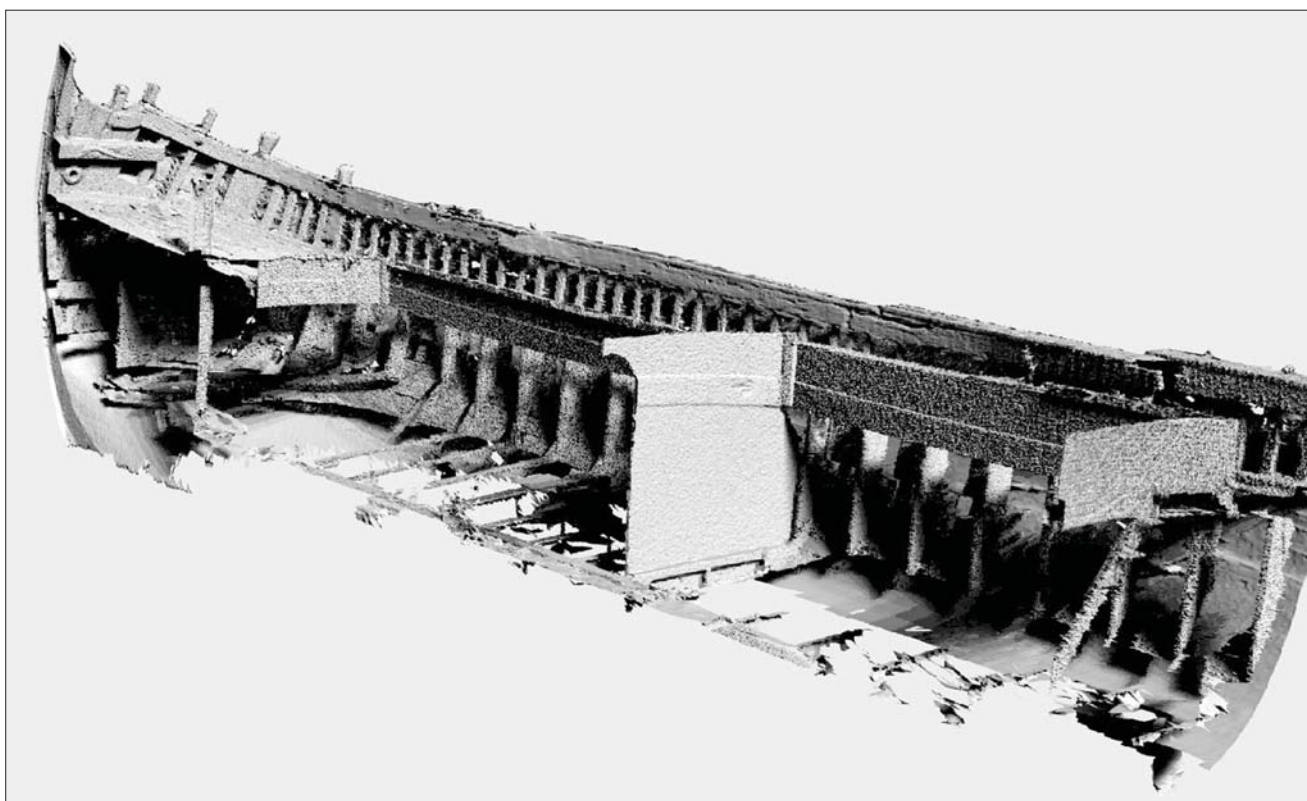


Fig. 2 – Mesh interna.

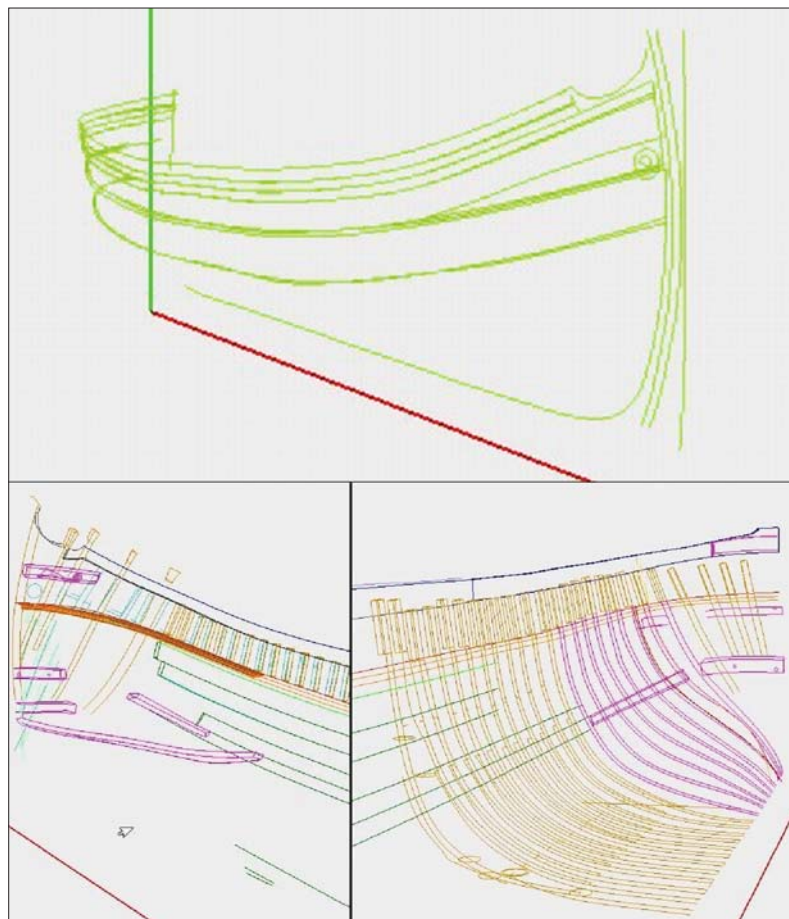


Fig. 3 – Rilievo Rhinoceros.

da queste analisi si sono poi prodotte le tavole con i piani reali di costruzione.

Il rilievo dello scafo nella sua zona esterna è stato elaborato seguendo le indicazioni fornite sia dalla nuvola di punti, sia dalle fotografie georeferenziate incollate sulla *mesh*; il *file* di lavoro si presenta infatti come una vera fotografia tridimensionale.

Inizialmente, sono state disegnate, seguendo la *mesh* tridimensionale, le linee corrispondenti a ogni elemento esterno dell'imbarcazione, partendo dalle tavole di fasciame caratteristiche e rappresentative dello scafo: la cinta, l'impavesata e la coartela. Da qui, si è proseguito con il disegno dei particolari superiori: i mancoli, bitte che servivano per la volta delle cime d'ormeggio e delle manovre delle vele, e gli occhi di cubia, fori per il passaggio delle gomene e delle catene dell'ancora. Con l'aggiunta delle linee di chiglia, dell'asta di prua e di poppa, sono state disegnate tutte le linee principali che serviranno come riferimento grafico per la realizzazione dei rilievi tridimensionali e delle tavole bidimensionali (fig. 3.a).

Piano di costruzione (fig 5a)

Il piano di costruzione è un disegno nel quale vengono riportate, in scala opportuna, le forme dello scafo, le quali vengono proiettate su quattro piani ortogonali: uno longitudinale, lungo la fiancata destra, uno orizzontale, parallelo al piano di galleggiamento dell'imbarcazione e due piani verticali, trasversali alla chiglia e paralleli alla sezione maestra, uno a prua e uno a poppa. Basandosi sulle linee tridimensionali create precedentemente sulla *mesh*, si dispongono, tramite una proiezione di queste sui piani ortogonali suddetti, le diverse viste con le linee guida del trabaccolo, le quali serviranno come base per la realizzazione del piano di costruzione del piano dei legni. Nella tavola del piano di costruzione vengono proiettate esclusivamente il profilo esterno e le linee della cinta in modo da non creare troppo disordine nella lettura della tavola e non appesantire troppo il disegno.

Per produrre il piano di costruzione completo è necessario creare delle sezioni, longitudinali, orizzontali e verticali, che taglino lo scafo secondo i tre piani ortogonali, in un numero conveniente di parti e vengano posizionate a distanze regolari tra di loro, diverse a seconda della vista in cui si sta lavorando e delle dimensioni dell'imbarcazione.

Le sezioni longitudinali sono create a una distanza di 50 cm e tagliano lo scafo parallelamente all'andamento della chiglia; queste servono a creare le linee longitudinali che verranno collocate sul prospetto laterale destro dell'imbarcazione. Queste sezioni, non essendo ideali ma realizzate su una nuvola di punti, risultano essere irregolari; di conseguenza tali linee vengono raddrizzate e aggiustate in modo da creare una curvatura corretta e corrispondente al vero, ma allo stesso tempo in modo da avere un andamento armonioso. Raggiunto l'aspetto desiderato, queste curve sono proiettate sul piano longitudinale e sono differenziate tra di loro utilizzando gradazioni diverse dello stesso colore. Queste sezioni vengono utilizzate per creare,

nella pianta e nelle viste laterali, la griglia di base, che servirà come riferimento per il disegno e per ulteriori calcoli successivi.

Per la realizzazione delle linee verticali, chiamate ordinate, utili alla creazione dei piani di costruzione di prua e di poppa, il trabaccolo viene diviso in dieci parti uguali attraverso sezioni che tagliano lo scafo trasversalmente, a una distanza di circa 2 metri. Questo intervallo risulta essere sufficiente per la parte centrale dello scafo, dove non sono presenti variazioni eccessive nella curvatura del fasciame, mentre nelle zone di poppa e di prua, dove le tavole si raccordano alle aste bruscamente, acquistando una curvatura maggiore, è necessario l'inserimento di almeno due nuove sezioni per parte. La creazione di queste ulteriori ordinate faciliterà la lettura dell'andamento del fasciame nei piani di prua e di poppa. Come per le sezioni longitudinali anche qui le linee sono aggiustate e rese continue, eliminando l'irregolarità dovuta alla triangolazione della *mesh* della nuvola di punti. Le linee realizzate dalla sezione maestra, centrale, verso poppa vengono proiettate sul piano di poppa; operazione analoga succede per la parte di prua. Attraverso le linee verticali e le linee longitudinali è possibile realizzare le linee d'acqua sul piano orizzontale, ma nel caso del *Marin Faliero*, essendo in possesso di un rilievo rappresentante lo scafo nella sua totalità, si è pensato, agendo in maniera inversa, di realizzare le linee d'acqua direttamente dalla *mesh* e, solo successivamente, controllare che ci fosse corrispondenza tra le linee create sui diversi piani ortogonali. In questo modo è possibile controllare l'efficacia e la correttezza del rilievo *laser scanner*.

Le linee d'acqua derivano dalle sezioni che tagliano lo scafo orizzontalmente nella sua interezza e vengono realizzate a una distanza di 50 cm una dall'altra. Anche queste sono adattate, raddrizzate e proiettate su un piano, orizzontale rispetto allo scafo e parallelo al piano di galleggiamento. Queste linee sono numerate con le lettere dell'alfabeto per essere differenziate dalle linee longitudinali e dalle linee delle ordinate; inoltre, è stata individuata nella curva D la linea di galleggiamento quando l'imbarcazione è a pieno carico e quindi denominata con W.L., *water level*. Le linee sono colorate diversamente per favorirne la riconoscibilità al momento del lavoro con il *software* e durante lo studio del piano di costruzione.

Piano dei legni (fig. 5.b)

Come per il piano di costruzione, la realizzazione della tavola rappresentante il piano dei legni deriva dallo studio dell'oggetto tridimensionale. La tavola del piano dei legni, infatti, consiste nella rappresentazione precisa e puntuale di ogni tavola di fasciame e di ogni elemento costruttivo esterno della barca.

Come ausilio all'analisi delle *mesh*, vengono utilizzate le ortofotografie dell'imbarcazione; queste, scalate e posizionate al di sotto della tavola, aiutano a terminare in maniera adeguata il disegno dei particolari del fasciame esterno e, ulteriormente, controllano la corrispondenza e l'esattezza delle linee provenienti dal rilievo *laser*.

Riprendendo le tavole iniziali con le linee guida proiettate sui piani ortogonali e utilizzando le ortofotografie, si disegnano le linee del fasciame per terminare la tavola, usufruendo come riferimenti per il disegno i comenti visibili dalle fotografie. Nelle zone in cui lo scafo non è perfettamente verticale, come la parte inferiore dell'opera viva fino alla chiglia, la fotografia non ha una risoluzione e una definizione tali da poter riconoscere le tavole; in questo caso, le linee si disegnano in base alle misure del rilievo manuale.

Elementi di grande importanza apotropaica nella cultura marinaresca dei trabaccoli sono gli occhi, applicati sopra al mascone di prua, accanto all'asta, ma andati persi quando l'imbarcazione giaceva semisommersa lungo il fiume Sile; le informazioni sulle misure di questi elementi decorativi sono state recuperate dalle fotografie, calcolate grazie all'evidenza cromatica lasciata dalla loro impronta. Al di sotto degli occhi decorativi è presente, sulla parte destra di prua dell'imbarcazione, un solo esemplare degli occhi di cubia, i fori attraverso i quali passavano le cime di ormeggio.

A differenza di quanto avvenuto per il fasciame esterno, la parte interna dell'imbarcazione è stata elaborata seguendo una divisione in sei *files*, a causa della difficoltà di gestione del rilievo totale dovuta all'alta risoluzione delle *mesh*; le nuvole di punti sono più particolareggiate a causa della maggiore vicinanza del laser scanner allo scafo al momento della scansione (fig. 2). Tale peculiarità ha portato a una migliore definizione del rilievo, utile al lavoro tridimensionale, svolto con grande precisione.

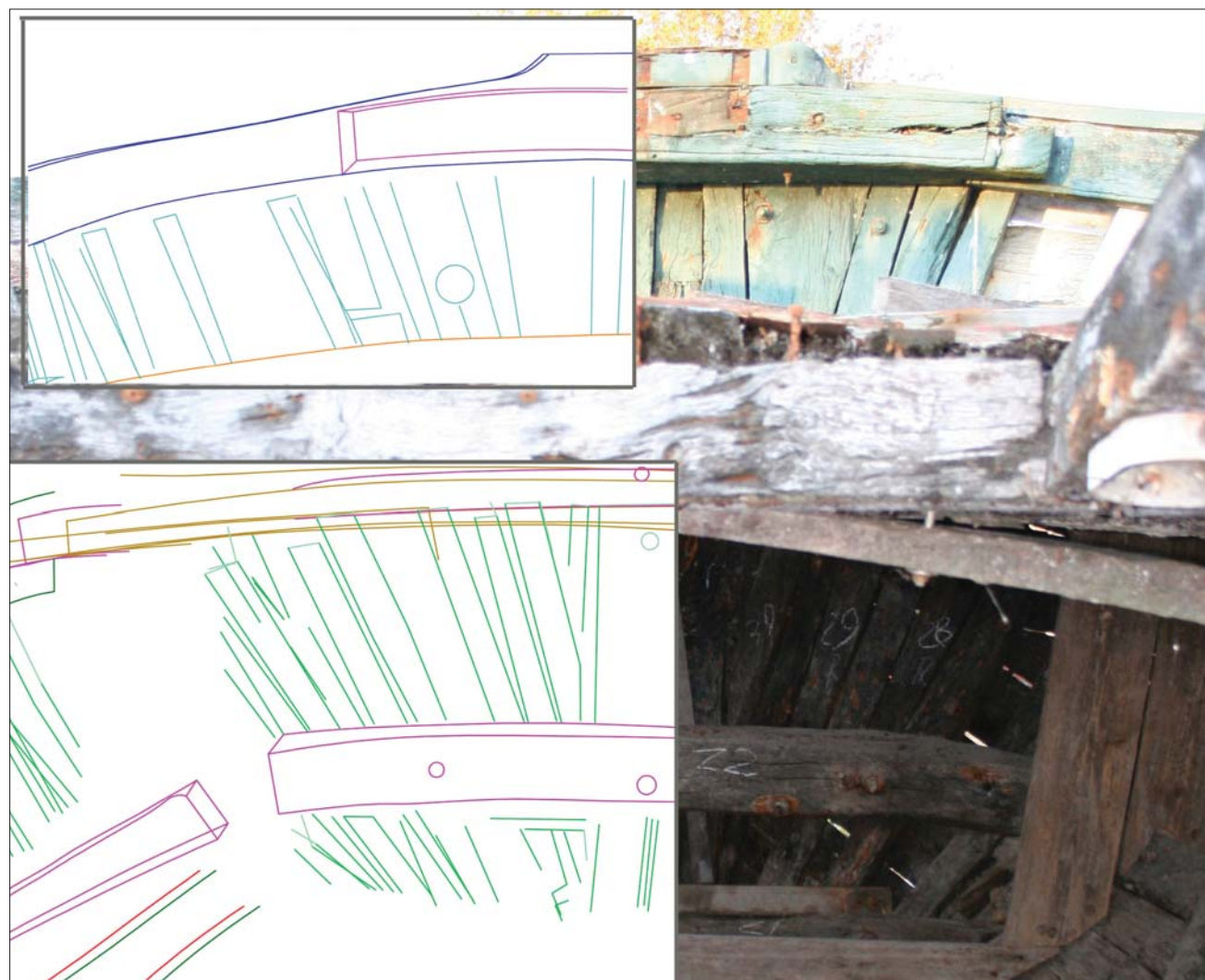


Fig. 4 – Vista di poppa.

Il lavoro svolto per la parte interna dell'imbarcazione consiste nella realizzazione di linee tridimensionali (fig. 3.b e 3.c), le quali rappresentano, con la maggiore precisione e corrispondenza possibile, gli elementi strutturali, e nella successiva proiezione delle linee tridimensionali su un piano ortogonale per la creazione della tavola del piano interno.

Come per la parte esterna dell'imbarcazione, vengono collimati i vertici delle *mesh*, effettuando un rilievo preciso dello scafo. La tipologia degli elementi strutturali, generalmente regolari e quadrati, ha facilitato la comprensione del rilievo, ma la totalità del lavoro nella parte interna è risultato più lungo e complesso. La perfetta corrispondenza delle linee del rilievo agli elementi strutturali del trabaccolo sono evidenti dalla fig. 4, dove sono state sovrapposte due immagini della proiezione di tali

linee a una immagine della poppa. Nonostante la precisione del rilievo, sono state necessarie ulteriori correzioni e aggiunte di particolari, nelle zone d'ombra che si vengono a formare per alcuni elementi che interrompono il raggio laser. Molte parti strutturali importanti, come il paramezzale e il punto di unione tra questo e le ordinate, non sono presenti nel rilievo, a causa dell'assenza delle "nuvole di punti" della parte inferiore e centrale dello scafo. Ciò ha causato alcune difficoltà nell'interpretare le relazioni esistenti tra gli elementi e il riconoscimento degli elementi stessi; durante l'analisi di una "nuvola di punti", non sempre risulta facile interpretare e capire le caratteristiche dell'oggetto in questione, soprattutto quando si esaminano elementi in legno con caratteristiche simili tra loro. La presenza di zone d'ombra avrebbe sicuramente cau-

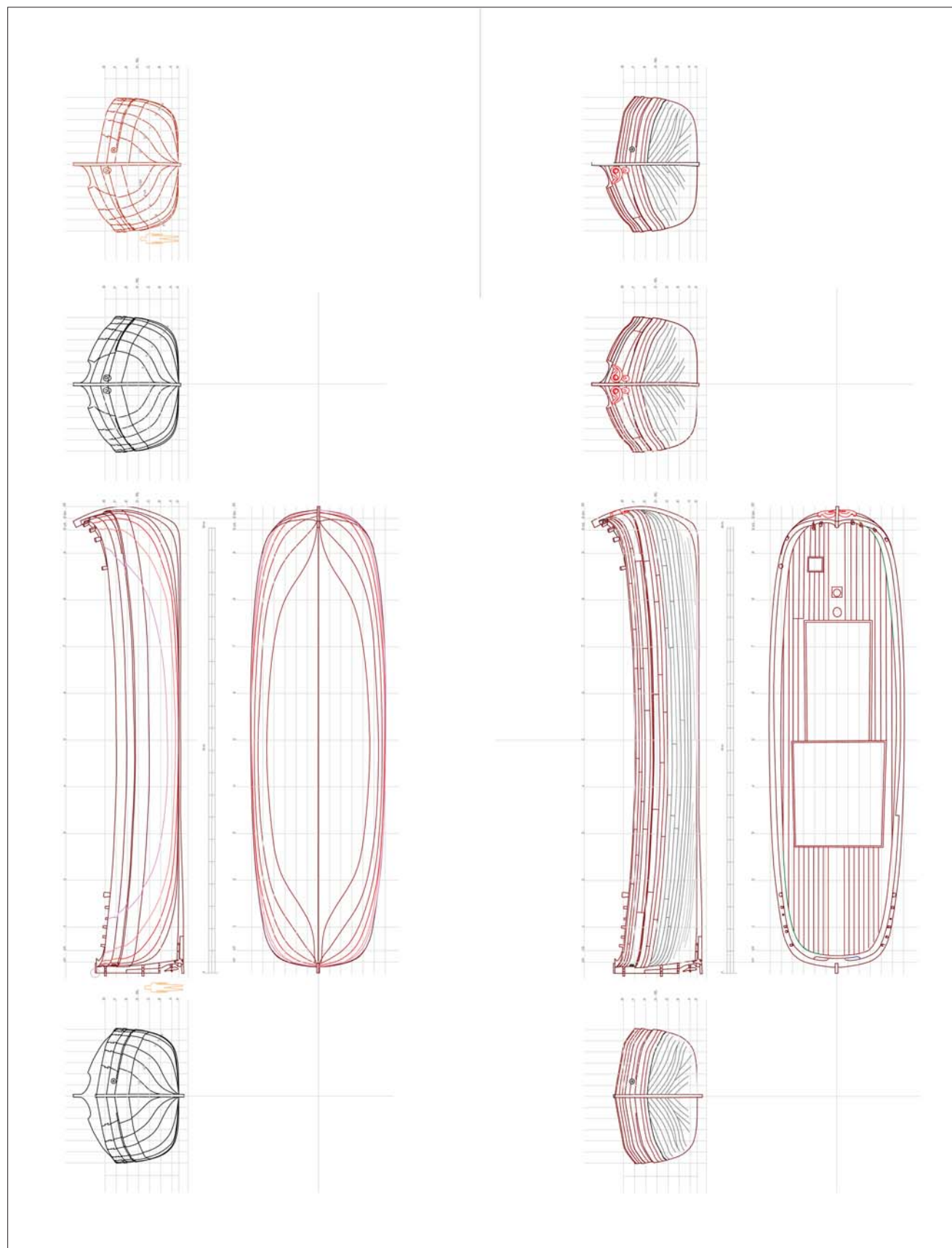


Fig. 5 – Piani di costruzione.



Fig. 6 – Mezzo modello ligneo.

sato un'interruzione nell'elaborazione del disegno se non ci si fosse recati personalmente nel cantiere dove si trova il *Marin Faliero*, al fine di misurare gli elementi mancanti e integrare il rilievo.

Sarebbe stato interessante studiare la *texture* della parte interna, nel caso fossero state effettuate le fotografie georeferenziate applicabili alla *mesh*, così come è avvenuto per il fasciame esterno.

Per la realizzazione del piano dei legni, sono state disegnate le linee corrispondenti al trincarino, elemento che cinge il ponte e ne rappresenta l'elemento finale, di spessore maggiore rispetto alle tavole del ponte stesso; inoltre, vengono disegnate le parti superiori che rappresentano il limite esterno dell'imbarcazione, la falca e il capodibanda. Si è partiti da questi elementi strutturali, poiché, essendo gli unici presenti anche nella tavola del piano dei legni esterni, potevano essere utilizzati come riscontro per verificare l'esattezza del rilievo.

Attraverso l'analisi della documentazione grafica realizzata, è possibile effettuare una descrizione dettagliata dello scafo, sia riferita all'ingombro, che ai particolari interni ed esterni. Nel complesso, il *Marin Faliero* possiede le tipiche caratteristiche dei trabaccoli del Novecento, rappresentate principalmente da semplicità di realizzazione e da robustezza; la struttura dello scafo conferma il suo utilizzo come nave da carico, mantenendo sempre la sua eleganza a riprova dell'importanza dei trabaccoli come "nave ammiraglia" della flotta di barche tradizionali adriatiche.

Considerazioni

La possibilità di effettuare uno studio con strumentazioni di nuova generazione, come il rilievo con *laser scanner*, è stata di grande importanza per poter realizzare elaborati grafici corrispondenti al vero; allo stesso tempo sono sorte diverse complicazioni

durante le fasi elaborative. Uno degli aspetti positivi di questo studio è il superamento di una concezione di disegno antiquata, basata sul disegno teorico degli scafi e non sulla trasposizione dettagliata di uno scafo preciso. La documentazione attraverso il rilievo *laser* risulta essere di grande precisione e sofisticatezza, nonostante entri in difetto dove il raggio *laser* non riesce a rilevare i particolare più piccoli o nascosti; in quel caso è necessaria la presenza continua di una persona, che effettui le misure mancanti direttamente sull'imbarcazione. L'aspetto principale dell'utilità di questi nuovi *software* è la velocità di esecuzione, che risulta essere di grande efficacia nel caso di uno scavo di emergenza; non sempre, però, vi è la possibilità di recuperare l'imbarcazione e, conseguentemente, misurarla nel caso si necessiti di ulteriori accertamenti. In questo caso, una buona documentazione fotografica è utile, ma ancora più necessaria è l'attenzione ai particolari da parte dello studioso navale.

Attraverso le tecnologie digitali di rilievo si ottiene una buona visione tridimensionale dell'oggetto, comportando una modalità di analisi efficace e corretta. Gli strumenti che vengono utilizzati per le analisi e le documentazioni in ambito archeologico devono essere tarate per questo tipo di studi: i rilievi effettuati con *laser scanner* o con un braccio *faro arm* sono fondamentali in diversi contesti e, come ogni strumento, necessitano di conoscenze tecniche e di risorse economiche. La persona che effettua il rilievo non può essere esclusivamente un tecnico, ma deve possedere le conoscenze proprie agli archeologi e studiosi navali. L'utilizzo di queste nuove strumentazioni e gli ottimi risultati che si ottengono possono sicuramente arricchire la documentazione archeologica; tali tecnologie utili per lo studio dei relitti rinvenuti in terra, così come degli scafi appartenenti alla marineria tradizionale.

Il modello ligneo

Per completare il lavoro e concretizzare le forme del trabaccolo è stato realizzato un mezzo-modello ligneo, in scala 1:25 (fig. 6), che riproducesse le linee e le proporzioni originali del trabaccolo al momento della costruzione nel 1898. Vengono, così, eliminati dal piano di costruzione i tre metri della zona centrale che erano stati aggiunti al trabaccolo

in un periodo successivo.

Come prima operazione sono state realizzate delle tavolette rettangolari, per mettere in evidenza le linee d'acqua, incollate una sull'altra per creare il blocco con le proporzioni del trabaccolo. Successivamente, sono stati trasferiti sul legno i limiti esterni dell'imbarcazione per il taglio definitivo, dopo il quale può cominciare la modellazione vera e propria, attraverso le sgorbie e il ferro a due manici, solitamente utilizzato per la fattura delle forcole. Il controllo della curvatura esatta, per individuare posizione e quantità del legno da scolpire, viene effettuata attraverso delle dime in cartoncino, create sulle sezioni trasversali. Giunti alla corrispondenza del legno con le dime in cartoncino, si procede con la rifinitura con carta vetrata e raggiungere la perfetta correlazione con le linee dello scafo.

Fase finale è l'aggiunta dei particolari esterni, come la chiglia e le aste di prua e di poppa, i man-

coli, gli occhi a prua e la cinta lungo la fiancata. Quest'ultima viene piegata con il calore, seguendo il procedimento con il quale si piegano le tavole delle imbarcazioni all'interno degli squeri.

Bibliografia

- Bonino, M., 1978, *Archeologia e tradizione navale tra la Romagna e il Po*, Ravenna, pp. 97-238.
- Comstock, J.P., 1994, *Principles of naval architecture*, New York.
- Lorusso, S., 2004, *La tutela e la valorizzazione dei manufatti di interesse storico in archeologia navale*, Bologna.
- Slomp, F., 2010, Ortofoto e sviluppo in piano (Online), Disponibile su World Wide Web: URL: <http://www.francoslomp.it/ortofoto%20sviluppi-rid.pdf> (visitato in data 20 novembre 2009).