Newsletter di Archeologia CISA, Volume 6, 2015, pp. 131-142

APPROCCI *HIGH TECH* E *LOW TECH* NELLA DOCUMENTAZIONE DI IMBARCAZIONI TRADIZIONALI DEL MAR ROSSO E DEL GOLFO*

John P. Cooper (Institute of Arab and Islamic Studies, University of Exeter)
Chiara Zazzaro (Università degli Studi di Napoli "L'Orientale")
Andy Wetherelt (Camborne School of Mines, University of Exeter)

Il Museo Nazionale del Qatar ospita una collezione ricca e diversificata di imbarcazioni tradizionali provenienti dal Qatar, da altre regioni del Golfo e di quelle del mare Arabico in senso ampio. Si tratta della più importante collezione attualmente esistente nella regione ed è costantemente in crescita grazie alle continue nuove acquisizioni. La collezione ha lo scopo di conservare un importantissimo patrimonio culturale, oggi in via di sparizione a causa dei normali processi modernizzazione e della marginalizzazione dei saperi tradizionali in favore delle nuove tecnologie[1]. Nel campo della costruzione navale questo passaggio si traduce nell'abbandono dell'uso del legno e delle tecniche costruttive tradizionali, in favore dell'uso della vetroresina, e con il passaggio dalle grandi imbarcazioni da trasporto costruite in legno, che fino al secolo scorso attraversavano finanche l'Oceano Indiano, alle grandi navi container. L'importanza della collezione risiede proprio nel fatto che queste imbarcazioni tradizionali riflettono i molteplici aspetti caratteristici della vita marittima della regione fino al secolo scorso: dalla pesca al traghettamento di passeggeri e merci, alla raccolta delle perle e al commercio su media e lunga distanza[2].

La collezione era precedentemente esposta al pubblico presso il vecchio Museo Nazionale, chiuso a partire dalla metà dello scorso decennio in previsione della costruzione del nuovo museo. Le barche sono attualmente conservate presso una darsena sulla *corniche* di Doha, adiacente al parco pubblico e al Museo di Arte Islamica. La maggior parte delle imbarcazioni più grandi sono ormeggiate - e sono visibili dal parco - mentre altre sono a terra, sostenute da puntelli, e attualmente non sono visibili al pubblico.

La collezione richiede un monitoraggio costante: le barche ormeggiate sono soggette a incrostazioni marine e all'attacco delle teredini, quelle a terra sono soggette a distorsioni dello scafo dovute alla loro conservazione in ambiente asciutto. Qualunque sia la destinazione curatoriale finale delle imbarcazioni, queste richiedono cura e manutenzione costante per mantenerne l'integrità strutturale (Vosmer 2011).

Le recenti tecnologie offrono soluzioni innovative a simili questioni relative alla conservazione, al rilievo e documentazione delle imbarcazioni tradizionali. In particolare, la scansione laser per la modellazione digitale 3D produce una quantità di dati funzionali a diversi scopi: dallo studio delle prestazioni e performance di una imbarcazione, al monitoraggio dello stato di conservazione e alla simulazione. L'uso di tali tecnologie può dunque essere ritenuto proficuo non solo da chi opera nell'ambito della ricerca ma anche nel campo della conservazione e della musealizzazione.

La tecnica di scansione 3D è stata fino ad oggi raramente usata per la documentazione e la conservazione del patrimonio marittimo; rappresentano un'eccezione i rilievi tridimensionali dei legni della nave medievale di Newport (UK) con un braccio di scansione Faro e quelli successivamente effettuati su numerosi simili resti navali (Jones 2009a; 2009b; Jones, Nayling 2011; 2013).

Nel campo dell'ingegneria e architettura navale le prime tecniche di scansione laser 3D sono state applicate alle imbarcazioni storiche con l'obiettivo di effettuare un'operazione di ingegneria inversa: rilevare le forme dello scafo e per ottenere linee navali. Questa tecnica è stata applicata su barche tradizionali da diporto, come le feluche, realizzate senza piani di costruzione (Caputo, Pensa, Sansone, Speranza 2003) o a navi storiche la cui costruzione dei piani non erano disponibili.

Il Museo Nazionale del Qatar ha dunque commissionato al team, costituito da chi scrive, la scansione laser 3D per rilevare e registrare 14 imbarcazioni della collezione al fine di utilizzare i dati

* Gli autori hanno deciso di utilizzare questa terminologia in quanto sulle sponde di quel tratto di mare abitano sia popolazioni di lingua persiana che di lingua araba.

[1] Sulle ultime imbarcazioni tradizionali a vela nella regione si vedano Hawkins (1977) e Howarth (1977).

[2] Sull'uso delle imbarcazioni tradizionali nel Golfo si veda Agius (2002; 2005).

generati per produrre diversi tipi di dati visivi. Il risultato di base è costituito da una nuvola di punti tridimensionale che comprende letteralmente milioni di punti di misurazione. Su questa base sono stati sviluppati due diversi trattamenti di immagini. Uno di questi è la generazione di modelli digitali 3D fotorealistici di ogni imbarcazione che possono avere molteplici applicazioni: nel formato di un semplice PDF 3D, facilmente scaricabile dalla rete, senza utilizzare nessun software specializzato, rappresentano un documento di riferimento importante ai fini curatoriali; in forma di immagini di alta qualità; oppure di modelli che possono essere animati su uno sfondo per generare filmati e simulazioni. In alternativa, i modelli digitali 3D possono essere collocati all'interno di un prodotto ludico adatto alla visualizzazione in un museo o per creare un'esperienza interattiva anche per il pubblico in rete.

L'altro ha riguardato la generazione di immagini in formati bidimensionali più familiari per gli archeologi marittimi. In questo caso, le scansioni sono state usate per decodificare sia le linee navali che i disegni ortografici dalle nuvole di punti. I dati ricavati sono del tutto inediti in quanto le barche sono state costruite senza seguire piani di disegno prestabiliti ma secondo le conoscenze trasferite oralmente di generazione in generazione. I disegni navali registrano la forma complessiva dello scafo, e costituiscono la base per la modellazione e per descrivere le prestazioni idrodinamiche di una nave. I disegni di dettaglio ricavati dalle proiezioni ortogonali illustrano invece la costruzione dell'imbarcazione attraverso la visione planimetrica, il profilo e le sezioni. Un aspetto della ricerca ha riguardato il confronto tra le tecniche di rilievo con scansione laser 3D e gli approcci tradizionali, per verificarne l'efficacia. L'approccio tradizionale utilizza metodologie rudimentali con semplici attrezzature, quali un filo, livelli e fili a piombo. Questa metodologia è efficace e a basso costo, ma rallenta notevolmente i tempi del lavoro sul campo e può risultare difficile e pericolosa sulle imbarcazioni di grandi dimensioni. Un simile approccio è già stato utilizzato con grande efficacia su alcune imbarcazioni della collezione NMQ, da Ahmed al-Saiegh, Piotr Dziamski e Norbert Weismann (non pubblicato) e da chi scrive per il rilievo delle imbarcazioni tradizionali in Yemen (Agius, Cooper, Zazzaro 2014).

Il lavoro sul campo è stato condotto a Doha e Messaid tra il 10 febbraio e il 6 marzo 2013. Il team dell'Università di Exeter comprendeva John P. Cooper, dell'Institute of Arab and Islamic Studies, Andy Wetherelt, della Camborne School of Mines e Chiara Zazzaro, dell'Università di Napoli "L'Orientale". Andy Wetherelt ha offerto le competenze tecniche per la scansione, mentre John Cooper e Chiara Zazzaro le competenze in archeologica marittima. Prima di effettuare la scansione laser 3D, le imbarcazioni sono state accuratamente preparate in anticipo dal personale del cantiere. Le sei imbarcazioni più piccole che si trovavano già a terra, posizionate su puntelli e sostegni di legno nell'area del cantiere, non sono state spostate. Le altre imbarcazioni sono invece state tirate in secco, in successione, su uno scivolo di alaggio e ripulite dalle incrostazioni marine prima di procedere alla scansione. La collezione include anche un'imbarcazione troppo grande per essere tirata in secco sullo scivolo del cantiere di Doha e per questo motivo è stata fatta navigare fino al bacino di carenaggio industriale di Messaid e lì tirata in secco e ripulita accuratamente per la scansione.

Il rilievo di un oggetto con il laser 3-D comporta in generale la scansione da più punti di vista al fine di registrare tutte le superfici accessibili. In particolare, per riprendere bene tutte le superfici curve delle imbarcazioni sono state necessarie numerose scansioni al fine di coprire tutte le possibili zone d'ombra. Le singole scansioni sono state poi registrate insieme in modo da creare un unico modello sotto forma di una nuvola di punti. Le barche dotate di ponti inevitabilmente hanno comportato uno sforzo maggiore per la presenza di maggiori zone d'ombra e parti inaccessibili allo scanner.

Il team ha utilizzato una Leica HDS laser scanner 6000 con associate attrezzature (Figg. 1 e 2). L'utilizzo di questo laser scanner, ha consentito al team di effettuare più di 350 scansioni su un periodo di 17 giorni. L'impostazione gamma era di 360° × 310°. In una singola scansione, il laser effettuava 5.050 giri, ognuno comprendente circa 1000 misurazioni; quindi oltre 5 milioni di punti sono stati misurati in una singola scansione in poco più di 3 minuti. Ad una distanza di 10m. lo scanner ha registrato un punto ogni 6mm., molte delle scansioni effettuate erano in genere più vicino di 10 metri. In media sono state effettuate circa 20 scansioni e sono stati generati circa 100 milioni di punti per ogni barca. In totale i rilievi effettuati hanno prodotto una mole di 60 GB di dati.

Per effettuare la scansione lo scanner andava livellato su un cavalletto, in posizione tale da riprendere bene almeno una porzione dello scafo. Otto target venivano quindi collocati nello spazio

visivo coperto dal laser (Fig. 1). La durata di ogni singola scansione era di circa 3 minuti. Al termine, i target e lo scanner erano leggermente spostati in modo da coprire un'altra porzione dello scafo che non era stata coperta dalla scansione precedente. Questa metodologia ha permesso, in un secondo momento, di registrare insieme automaticamente le singole scansioni utilizzando le sovrapposizioni comuni tra più scansioni, producendo quindi una nuvola di punti unificata. Lo scanner era azionato da un computer portatile in modalità wireless. Una volta completata la scansione, lo scanner veniva rimosso dal treppiede e sostituito con una fotocamera reflex montata su un braccio ninja in modo da far coincidere il punto focale della telecamera a quella dello scanner (Fig. 3). Da questa posizione venivano scattate una serie di fotografie con obiettivo grandangolo. Le immagini sono state utilizzate poi nella successiva fase di post-elaborazione per generare i modelli foto-realistici delle imbarcazioni.

Lo scanner veniva poi spostato in una nuova posizione, e il processo ripetuto, partendo dalla scansione dello scafo esterno e proseguendo sul ponte e le parti sotto coperta.

Le parti sottocoperta sono state molto più problematiche da scansionare. L'alternanza fitta di elementi trasversali e longitudinali avrebbe richiesto un numero di scansione molto più elevato per evitare le zone d'ombra. Lo scanner era difficile da collocare e si trovava in una posizione precaria dovuta all'altezza limitata e all'instabilità del treppiedi posto tra gli spazi curvi compresi tra due ordinate. L'operazione è risultata rischiosa considerato il costo e la delicatezza dello scanner, infatti, in alcuni casi, per garantirne la stabilità dello scanner, il treppiedi non veniva utilizzato e lo scanner era posto su strette porzioni di tavole. Anche in questo caso il risultato non è stato soddisfacente in quanto a causa della posizione dello scanner, erano generate numerose zone d'ombra (Figg. 4-5).

Alla fine il team è stato in grado di eseguire le scansioni sotto coperta solo di cinque delle dodici imbarcazioni e sempre con molte zone d'ombra.

La prima fase della moderazione è consistita nel registrare le varie scansioni effettuate per una determina imbarcazione per formare un'unica scansione, usando come riferimento per la sovrapposizione delle singole scansioni, gli obiettivi in grigio e bianco e la geometria condivisa all'interno delle nuvole di punti. Il software utilizzato per effettuare la scansione e la registrazione dei dati è stato Cyclone di Leica 8.0. La nuvola di punti unificata veniva poi ripulita di tutte le informazioni estranee, fino a restituire soltanto la nuvola di punti della barca (Fig. 6). In questa fase, la quantità di dati arriva a comprendere circa 10 milioni di punti misurati. Questa nuvola di punti costituisce il risultato centrale della scansione e registra soltanto 1 mm. di errore.

La fase successiva è consistita in tre percorsi: la modellazione digitale e la produzione di linee navali e disegni ortografici di ogni barca. La modellazione digitale è stata portata avanti da uno spin-off dell'Università di Exeter 3Dmsi Ltd. Il processo ha previsto la ricopertura di una nuvola di punti con uno strato virtuale o maglia applicando poi una superficie al modello (Fig. 7).

A partire da qui, il lavoro è proseguito con la modellazione CGI: il modello a maglie ha subito un processo chiamato ri-topologgizazione, fornendo una superficie levigata su cui viene applicata la copertura finale foto-realistica, ricavata dalle fotografie scattate dal braccio ninja. I risultati, una volta applicata la copertura, sono spettacolari (Figg. 8-9). Non si tratta di modelli semplicemente belli da vedere, si tratta comunque di modelli accurati da cui si possono ricavare misure valide. Inoltre i loro formati di file generici consentono di procedere al trattamento di animazione completo.

La generazione di disegni di linee navali è stato relativamente facile considerando che le nuvole di punti si prestavano molto bene a questo scopo. In primo luogo la nuvola di punti di una singola barca veniva allineata ad un sistema di coordinate all'interno del programma di disegno tridimensionale. La nuvola di punti poteva quindi essere sezionata trasversalmente e longitudinalmente isolando le singole curve. Queste sono poi riportate nelle convenzioni delle linee del disegno navale (Fig. 10).

Il disegno e la generazione delle linee ortogonali si è dimostrato piuttosto difficile. Semplice controllo e cross-sezionamento della nuvola di punti prodotte rivelare lo studio della struttura della nave. Purtroppo non esiste alcuna possibilità di automaticizzare la generazione di disegni ortogonali che riportano i dettagli di un'imbarcazione, finora non sembra esserci alcuna alternativa all'accurato tracciato dei dettagli da parte di persone che siano competenti di architettura navale (Fig. 11).

Conclusioni

Gli aspetti positivi di questa ricerca sono molti: la rapidità di raccolta dati sul campo; precisione di dettagli senza precedenti e le infinite possibilità di sviluppare i dati in formati utili sia per le ricerche accademiche e per la divulgazione. Sussistono tuttavia alcuni aspetti negativi: gli scanner e i software per il post-processing sono costosi e richiedono operatori specializzati. Lo spostamento di apparecchiature laser scanner al di là dei confini nazionali può essere difficile. La scansione in ambienti non controllati, come una spiaggia pubblica, potrebbe essere problematica.

Mentre la scansione laser è molto più veloce del rilievo tradizionale se eseguito sul campo, il tempo di post-elaborazione è comunque significativo. Il rapporto tra il tempo trascorso sul campo e l'elaborazione successiva dei dati è probabilmente vicino a 1:20. Dunque non bisogna confondere l'alta tecnologia con l'automaticità: infatti si tratta di un processo che ancora richiede molta manodopera.

Ringraziamenti

Il team dell'Università di Exeter ringrazia l'Autorità dei Musei del Qatar per aver offerto l'opportunità di sperimentare il potenziale dell'uso della tecnologia di scansione laser 3D per rilevare e documentare la cultura materiale marittima e presentarla in un contesto di esposizione museale destinata al grande pubblico. In particolare vorremmo ringraziare per il supporto:

Il Presidente H.E. Sheikha Mayassa bin Hamad Al Thani, QMA. Il Vice Presidente, lo sceicco Hassan bin Mohammed Al Thani, QMA. CEO Recitare, il signor Edward Dolman, QMA. Recitare Regista, Sheikha Amna bint Abdulaziz al Thani, NMQ. Il Direttore del Progetto, il dottor Emin Balcioglu, NMQ. Vice direttore delle operazioni Faisal al Hitmi, NMQ. Abdulrazack Abdulqader, Reda Moussa al Hajjand e tutto il team che si occupa della manutenzione dei sambuchi al cantiere QMA. Il Vice Direttore della Curatorial e collezioni, NMQ dottor Abdulla Mohammad Al Sulaiti. Il curatore, Mohammad Abu Hindi, NMQ. La curatrice della sezione marittima, Dr. Lynne Newton, NMQ. 3Dmsi Ltd.
Si ringrazia anche il personale accademico dell'Università di Exeter per il loro supporto.

Bibliografia

Agius, D.A. (2002) *In the Wake of the Dhow: the Arabian Gulf and Oman*. Reading.

Agius, D.A. (2005) *Seafaring in the Arabian Gulf and Oman*. London.

Agius, D.A., Cooper, J.P, Zazzaro, C. (2014) The maritime heritage of Yemen: a focus on traditional wooden "dhows", Agius, D.A., T. Gambin, A. Trakadas (eds) *Ship, Saints and Sealore: Cultural Heritage and Ethnography of the Mediterranean and the Red Sea*, 143-157. Oxford.

Agius, D.A., Cooper, J.P., Zazzaro, C., Jansen van Rensbourg, J. (2010), The dhow's last redoubt? Vestiges of wooden boatbuilding traditions in Yemen, *Proceedings of the Seminar for Arabian Studies*, n.40, 71-84. London.

Caputo, F., Pensa, C., Sansone, R., Speranza, D. (2003) Applicazioni di tecniche di ingegneria inversa nell'acquisizione di carene navali di interesse storico, *IV Seminario Italo-Spagnolo "Reverse Engineering Techniques and Applications"*, vol. I, 261-272. Cassino.

Jones, T. (2009a) Three-Dimensional Recording and Digital Modelling of the Newport Medieval Ship, *Society for Historical Archaeology Advisory Council on Underwater Archaeology 2009*, 111-116. Leicester.

Jones, T. (2009b) The Newport Ship Her Three Dimensional Digital Recording and Analysis, *Skyllis*, n. 9, 36-41. Berlin.

Jones, T., Nayling, N. (2011) ShipShape: Creating a 3D Solid Model of the Newport Medieval Ship, *Society for Historical Archaeology Advisory Council on Underwater Archaeology 2011*, 54-60. Leicester.

Jones, T., Nayling, N., Tanner, P. (2013) Digitally Reconstructing the Newport Medieval Ship: 3D Designs and Dynamic Visualisations for Recreating the Original Hull Form, Loading Factors, Displacement and Sailing Characteristics, Breen, C., W. Forsythe (eds) *ACUA Underwater Archaeology Proceedings 2013, Society for Historical Archaeology* 123-130, Leicester.

Moreton, W., Fowles, S., Peers, R. (2000) Note of a Demonstration Laser Scan of a West African Dugout, *Mariner's Mirror*, n. 86(4), 463-467. London.

Nayling, N., Jones, T. (2012) Three-Dimensional Recording and Hull Form Modelling of the Newport (Wales) Medieval Ship, Günsenin, N. (eds) *Between Continents: Proceedings of the Twelfth Symposium on Boat and Ship Archaeology*, 319-324. Istanbul.

Tanner, P. (2013) 3D Laser Scanning for the Digital Reconstruction and Analysis of a 16th Century Clinker Built Sailing Vessel, Breen, C., W. Forsythe (eds) *ACUA Underwater Archaeology Proceedings 2013, Society for Historical Archaeology*, 137-149. Leicester.

Hawkins, C.W. (1977) *The Dhow: An Illustrated History of the Dhow and Its World*. Lymington, Hampshire.

Howarth, D. (1977) *Dhows*. London.

Vosmer, T. (2011) *Water Craft in the Qatar Museums Authority Collection: An Assessment and Preservation Strategy*. Unpublished report.

Weismann, N., Staples E., Ghidoni, A., Vosmer, T., Dziamski, P., Haar, L. (2014) The Battīl and Zārūqah of Musandam, Oman, *International Journal of Nautical Archaeology*, n. 43.2, 413-435. London.

Fig. 1 - Scanner Laser 3D Leica HDS6000 con target grigio e nero intorno all'imbarcazione

Fig. 2 - Impostazione dello scanner e del cavalletto presso la barca *bānūsh*, la più piccola scansionata

Fig. 3 - Braccio ninja con la macchina fotografica montati su treppiedi

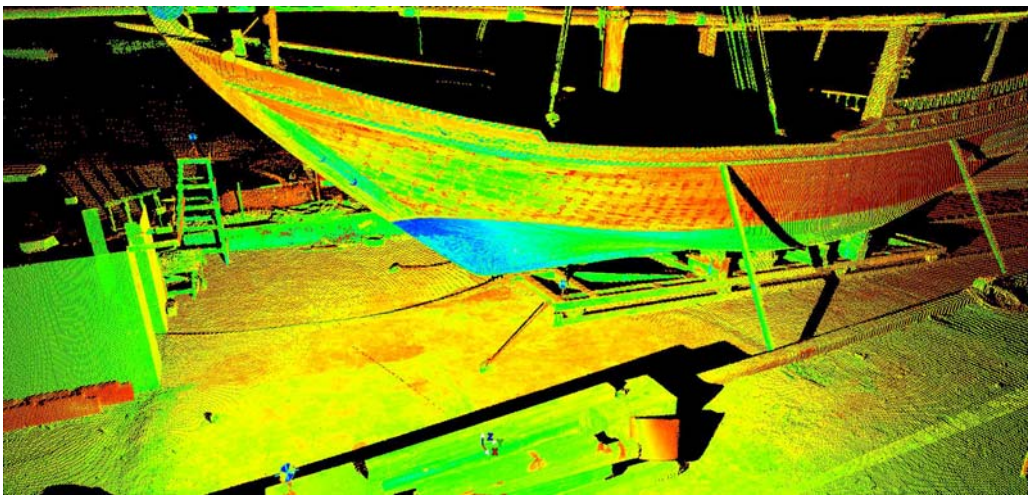

Fig. 4 - Nuvola di punti generata da una singola scansione della *ghanja*: le aree nere indicano l'assenza di dati causata dalle zone d'ombra

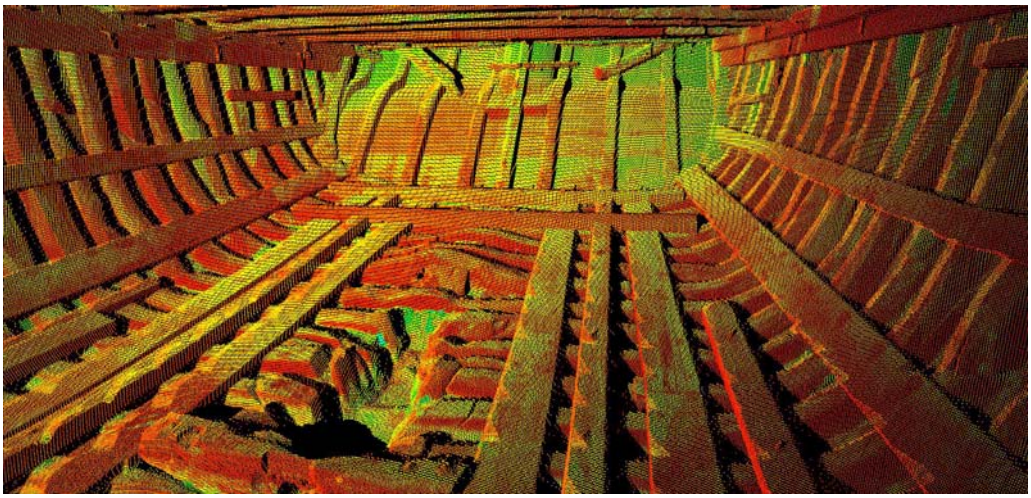

Fig. 5 - Nuvola di punti generata da una singola scansione all'interno della *ghanja*: le aree nere indicano dati nulli causati dalle zone d'ombra

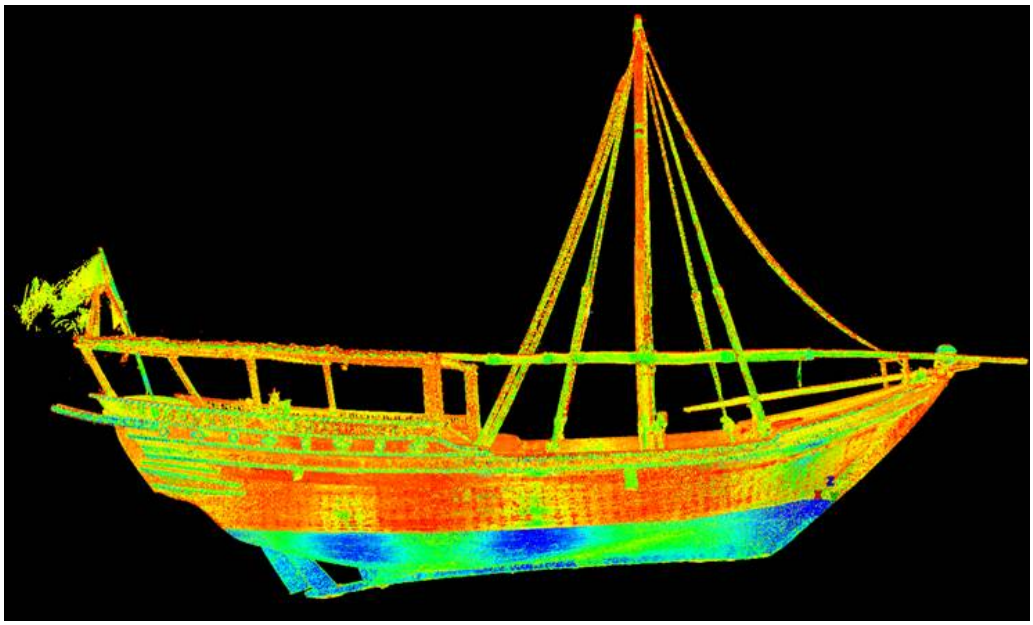

Fig. 6 - Screen-grab della nuvola di punti registrata del grande *sanbūq*

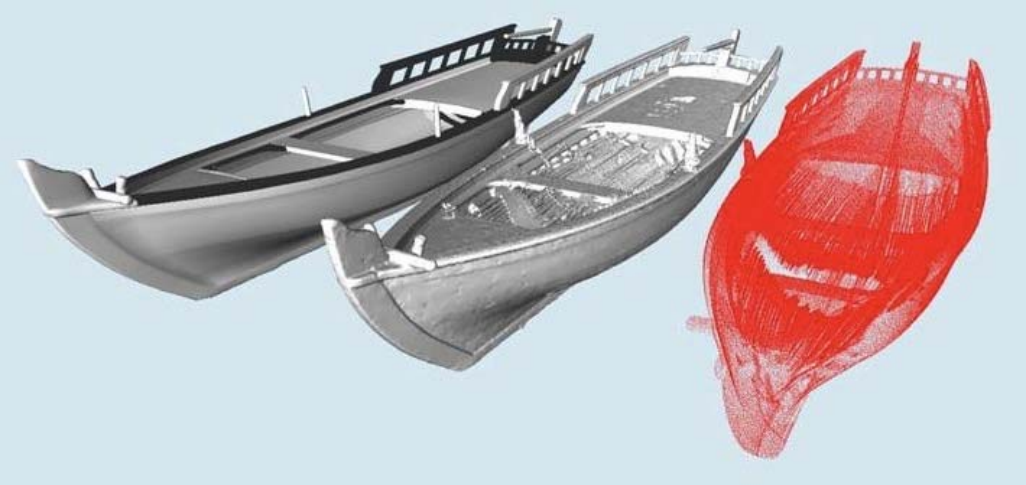

Fig. 7 - Da destra a sinistra si mostrano le fasi progressive della modellazione dei dati: nuvola di punti (a destra); modello di maglia (al centro), il modello ri-topologgizzato (a sinistra)

Fig. 8 - Fermo immagine del modello 3D foto-realistico del piccolo *batīl*

Fig. 9 - Insieme dei modelli foto-realistici della collezione del Museo Nazionale del Qatar

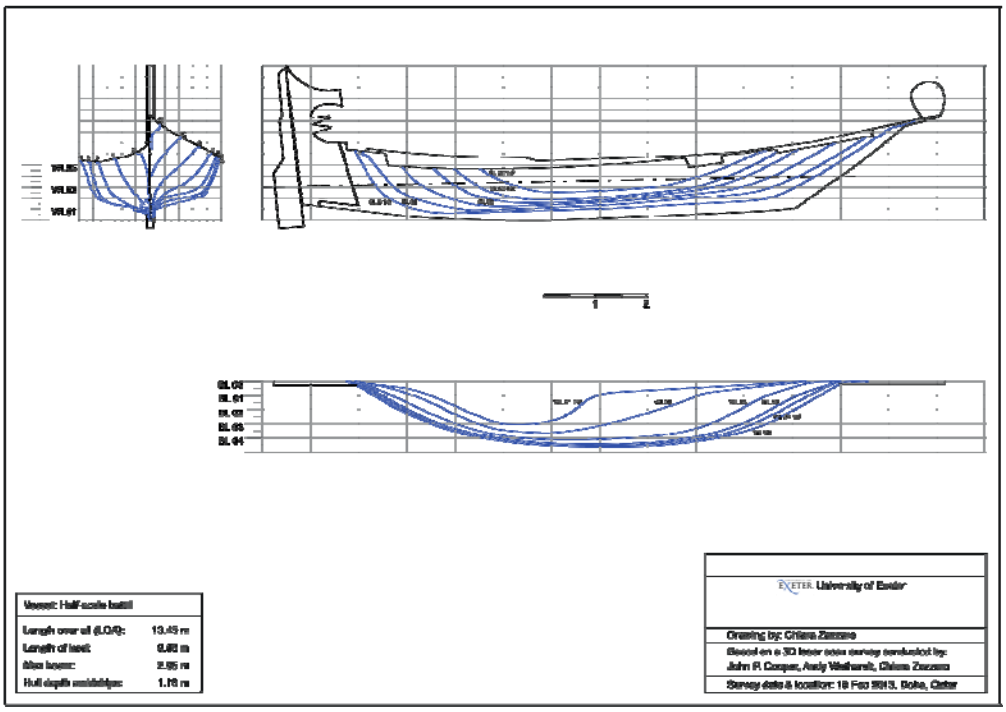

Fig. 10 - I piani di costruzione della piccola *batīl*

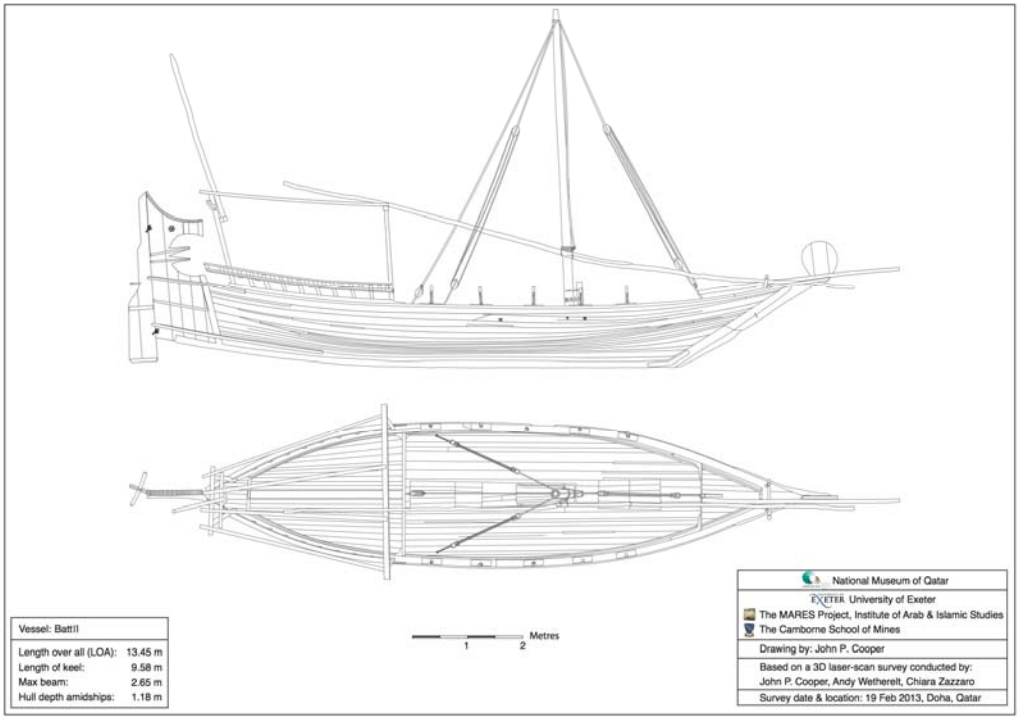

Fig. 11 - Piano ortografico e vista di profilo del *batīl*