



Soprintendenza
per i Beni Archeologici
dell'Emilia Romagna



Ferrariae Decus



Fondazione Carife
Cassa di Risparmio di Ferrara

UN APPRODO A FERRARA TRA MEDIOEVO ED ETÀ MODERNA: LA BARCA DI PORTA PAOLA

a cura di Chiara Guarnieri



di S. Agnese

PO

Ante
Quem

Volume realizzato con il contributo di:

Ferrariae Decus



Fondazione Cassa di Risparmio di Ferrara



Tavole: Vanna Politi (Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia Romana)

Restauro dei materiali: Valentina Guerzoni, Flavia Guidetti, Cristina Rizzo (Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia Romagna)

Foto dei materiali: Claudio Cocchi, Roberto Macrì (Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia Romana)

Foto di scavo: Maurizio Molinari

Si ringrazia il Gruppo Archeologico Ferrarese per la collaborazione prestata

© 2008 Ante Quem soc. coop.

Ante Quem soc. coop.
Via C. Ranzani 13/3, 40127 Bologna
tel. e fax +39 051 4211109
www.antequem.it

redazione e impaginazione: Valentina Gabusi

ISBN 978-88-7849-030-7

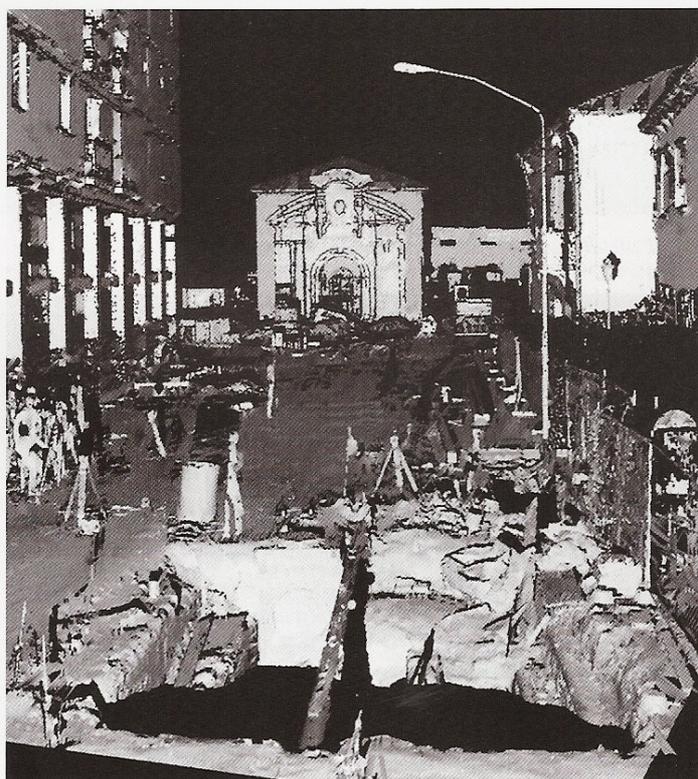
INDICE

<i>Presentazioni</i>	
Luigi Malnati, Sergio Lenzi, Giacomo Savioli	5
<i>Lo scavo di Porta Paola-via Bologna: aspetti, caratteristiche e modificazioni dell'area urbana meridionale di Ferrara alla luce dei dati archeologici</i>	
Chiara Guarnieri	7
1. LA BARCA DI PORTA PAOLA	
1. 1. <i>Lo scavo dell'imbarcazione di Porta Paola</i>	
Maurizio Molinari	19
1. 2. <i>Il contesto vegetazionale/ambientale emerso dalle indagini palinologiche</i>	
Marco Marchesini, Silvia Marvelli, Luana Tura, Gianluca Baccarani, Luisa Forlani, Carla Alberta Accorsi	25
1. 3. <i>Il rilievo morfometrico della barca con il laser scanner 3D</i>	
Marcello Balzani, Matteo Fabbri	41
1. 4. <i>L'imbarcazione di Porta Paola: caratteristiche tecniche e strutturali</i>	
Alain Rosa	47
1. 5. <i>La barca di Porta Paola: risultati delle analisi xilologiche</i>	
Marco Marchesini, Silvia Martelli, Marco Tinti, Luisa Forlani	59
1. 6. <i>Il relitto tardomedievale di Porta Paola: analisi archeologico-navale</i>	
Stefano Medas, Ugo Pizzarello	65
2. PORTA PAOLA	
2. 1. <i>Porta Paola nel contesto dell'area suburbana meridionale di Ferrara</i>	
Francesco Scafuri	77
2. 2. <i>Lo scavo dell'area antistante Porta Paola</i>	
Maurizio Molinari	89
2. 3. <i>Studio petroarcheometrico di pani metallici provenienti dallo scavo di Porta Paola</i>	
Elena Marrocchino, Renzo Tassinari, Carmela Vaccaro, Lisa Volpe	97
TAVOLE A COLORI	103

1. 3. IL RILIEVO MORFOMETRICO DELLA BARCA CON IL LASER SCANNER 3D

Marcello Balzani, Matteo Fabbri*

Realizzare un rilievo in poco tempo, in contesti ambientalmente complessi come lo spazio urbano delle città o nei cantieri stradali, quando non è possibile restaurare e musealizzare i reperti, risulta spesso difficile e problematico. Nel caso del relitto ritrovato presso Porta Paola, per valutare l'affidabilità applicativa di nuove tecnologie di rilievo digitale, si è scelto di integrare la tradizionale azione di rilievo diretto con il rilievo laser scanner, anche per verificare il grado di interrogazione del database 3D che si poteva realizzare e mettere a disposizione degli archeologici e degli specialisti¹. Il laser scanner, una tecnologia a tempo di volo della serie Leica HDS 2500, è stato applicato inizialmente nella acquisizione metrica del contesto ambientale, allo scopo di permettere in futuro una rapida e precisa individuazione del reperto (figg. 1-3 e tavv. III.1-III.2). Il processo di rilievo poi è stato concentrato al sito (uno scavo largo quattro metri circa e profondo tre, attraversato a quota -1 m dalla rete impiantistica comunale); potendo definire il grado di raffittimento dei punti da rilevare, è stata individuata una maglia di punti 0,5 x 0,5 cm. La

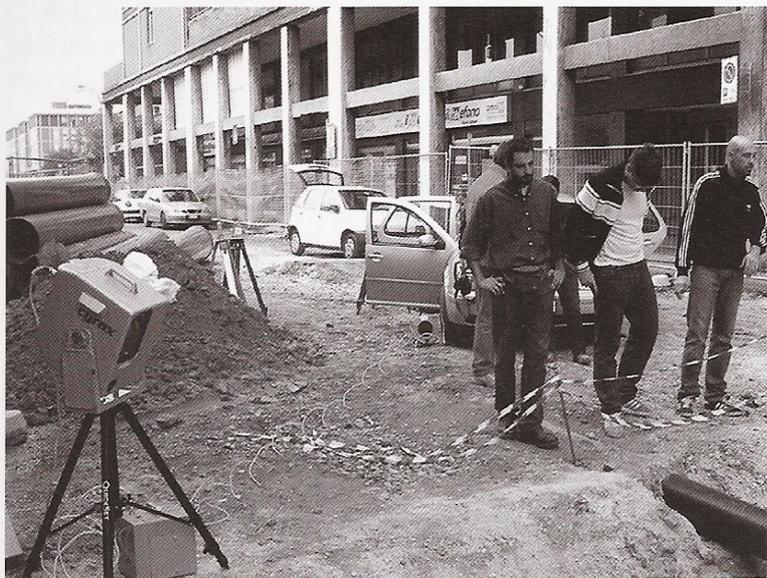


1. Immagini delle scansioni di inquadramento nella visualizzazione mesh.

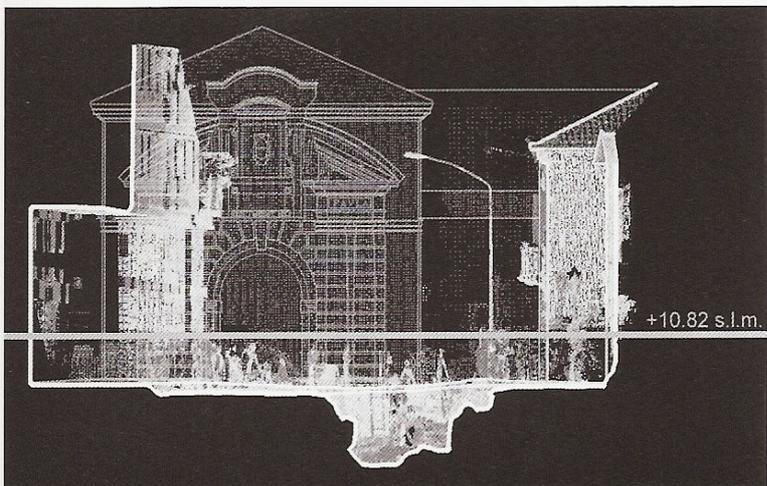
scelta di una tale accuratezza (mezzo centimetro è il limite di precisione dello strumento) è stata giustificata dal fatto che al momento della scansione non erano ancora definite tutte le esigenze di lettura e di analisi e, nell'impossibilità di una futura integrazione di dati, si è scelto di rilevare la maggior parte di informazioni possibile. È interessante mettere in evidenza come la variabile temporale incida relativamente nella scelta dell'opzione: le tecnologie di rilievo 3D operano a velocità di acquisizione di alcune migliaia di punti al secondo e raggiungono ad oggi (con la serie degli interferometri) anche il mezzo milione di punti al secondo, permettendo di ridurre a pochi minuti l'azione di misurazione in corrette condizioni di sicurezza e con alte precisioni metriche.

* DIAPReM (Centro per lo sviluppo di procedure automatiche integrate per il restauro dei monumenti), Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Ferrara.

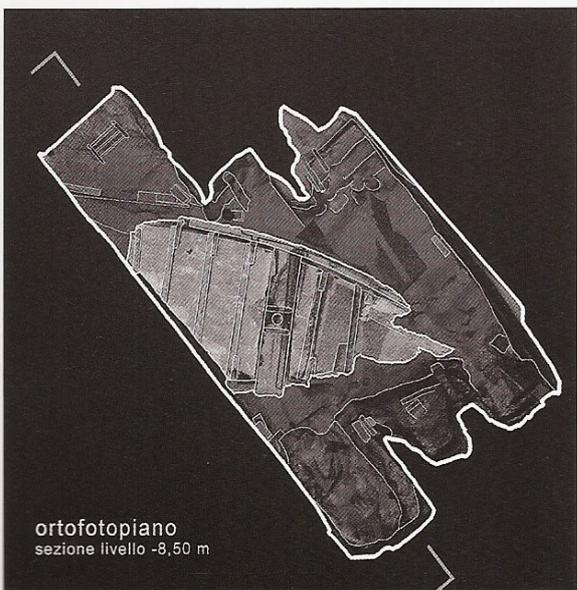
¹ Campagna di rilievo tridimensionale con laser scanner 3D del relitto di Porta Paola realizzato dal DIAPReM. *Responsabile scientifico*: Prof. Marcello Balzani; *rilievo 3D*: Federico Uccelli, Nicola Zaltron, Guido Galvani, Federico Ferrari, Stefano Settimo, Roberto Meschini e Marco Berti; *elaborazione dati*: Marco Berti, Matteo Fabbri, Federica Maietti, Erica Trippa, Federica Bertelli.



2. Fasi di scansione dello scavo.



3. Sezione dello scavo con ricostruzione CAD delle architetture circostanti.



4. Visualizzazione della nuvola di punti ad effetto ortofotopiano della sezione a 8,50 metri sul livello del mare.

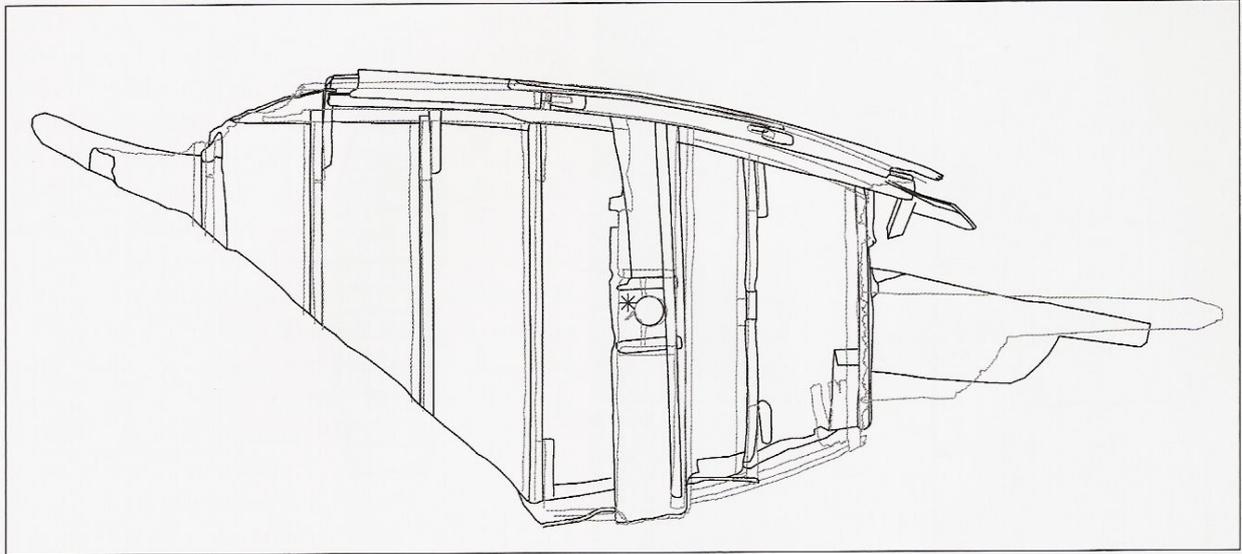


5. Sezione a 8,50 metri sul livello del mare.

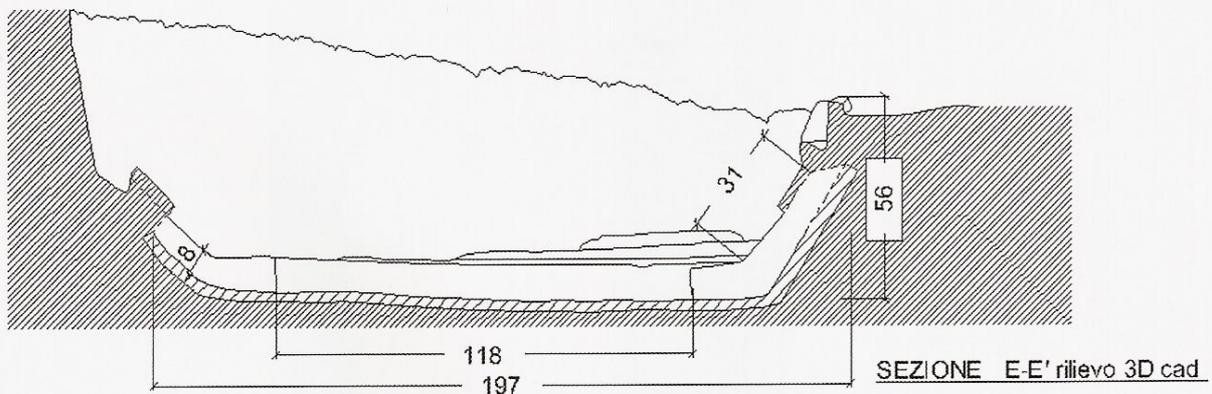
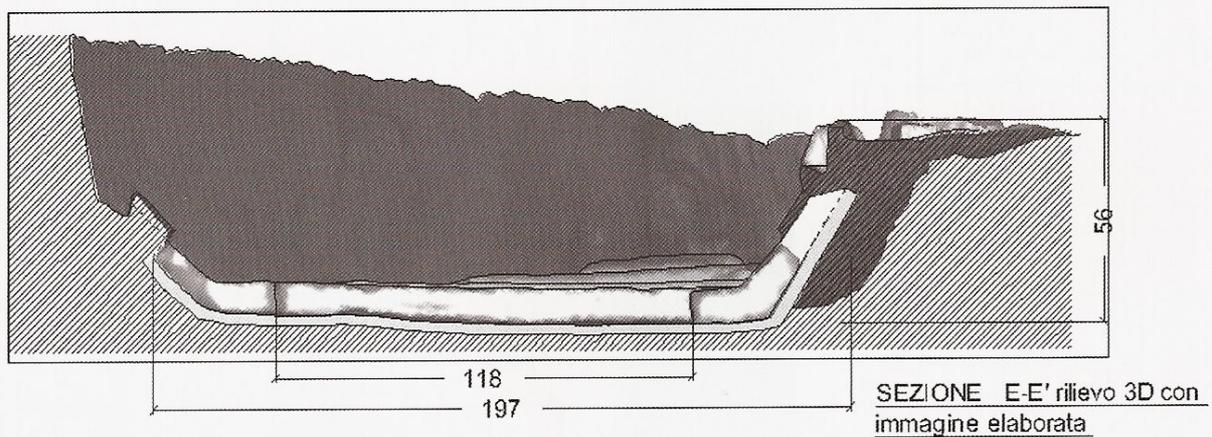
A questo proposito la sperimentazione è stata quindi particolarmente significativa per verificare le diverse potenzialità di lettura del database 3D. Infatti, nonostante l'interramento dello scavo avvenuto dopo alcuni giorni, è stato possibile realizzare alcune analisi basandosi esclusivamente sul modello morfometrico tridimensionale. Dalla nuvola di punti 3D rilevata è stato ricavato un rilievo metrico del relitto, delle parti costituenti e dello scavo (supportato da un appoggio topografico per definire la giacitura di profondità dal piano di campagna e dal livello del mare) attraverso interrogazioni dirette sul database, finalizzate ad estrarre misure e profili di sezioni (figg. 4-5, 7-8).

La Soprintendenza aveva contemporaneamente eseguito rilievi archeologici diretti. Successivamente la ricerca ha riguardato la digitalizzazione dei rilievi cartacei tradizionali e il confronto con i rilievi morfometrici ottenuti con laser scanner.

Dal modello tridimensionale sono state ricavate sezioni longitudinali e trasversali e in ambiente CAD queste ultime sono state confrontate con le sezioni del rilievo diretto (figg. 6-8). È stato individuato come elemento utile per la sovrapposizione dei rilievi il foro dell'alloggia-

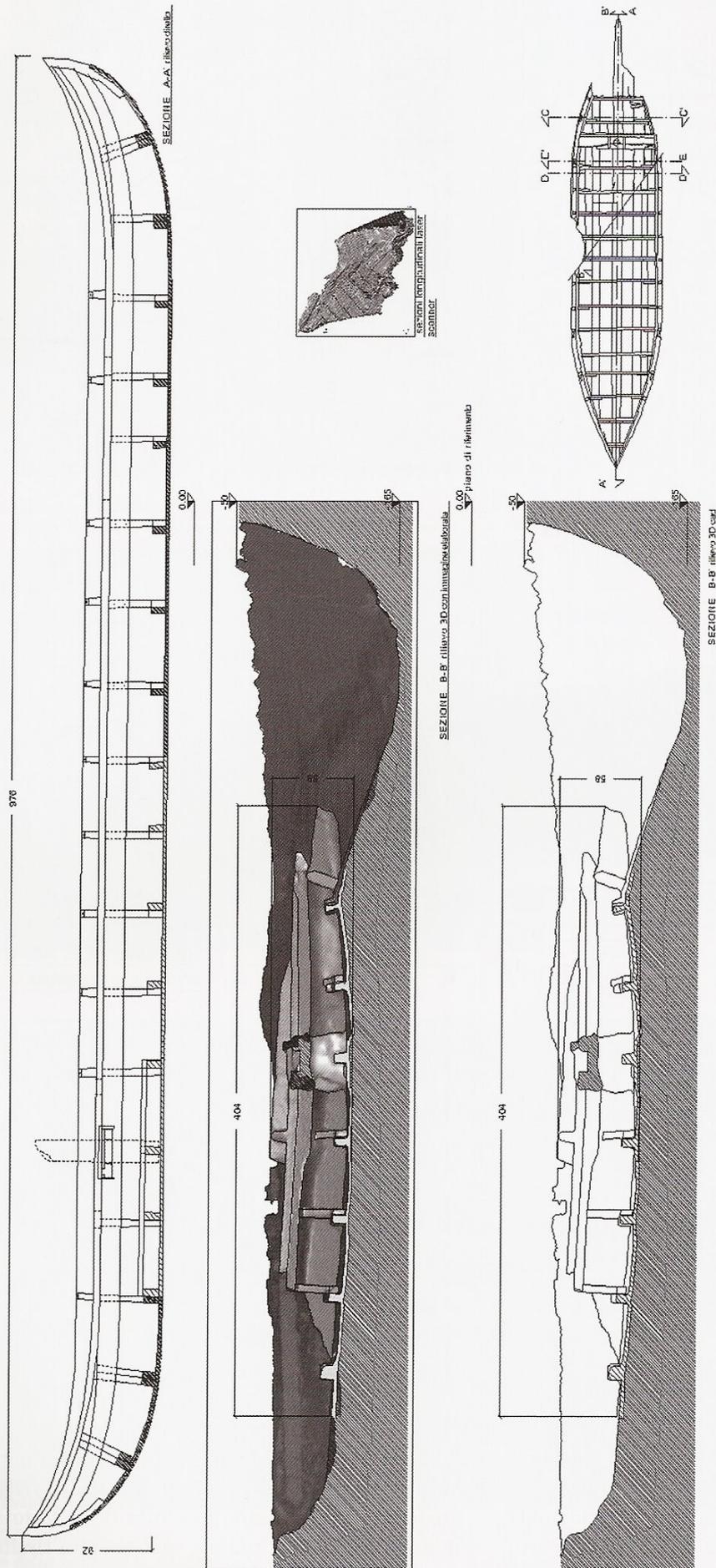


6. Confronto tra la sezione ricavata dal rilievo diretto e quella ricavata dal database realizzato con scansione laser. L'asterisco indica l'elemento utilizzato come riferimento per la sovrapposizione, il colore grigio indica il rilievo diretto e il nero la pianta ottenuta dal database laser scanner.



7. Immagini delle tavole elaborate dalla comparazione dei dati dei due rilievi.

mento dell'albero. Il confronto ha mostrato una buona corrispondenza: le maggiori differenze sono emerse dove la struttura dello scafo è stata deformata dalla pressione del terreno che lo ricopriva. La restituzione grafica del rilievo tradizionale è finalizzata a valorizzare la lettura dello scafo nella sua interezza, seguendo la logica della struttura originaria dell'imbarcazione e mettendo in risalto soprat-



8. Immagini delle tavole elaborate dalla comparazione dei dati dei due rilievi.

tutto le mancanze ma non le deformazioni. Il rilievo laser scanner invece ha descritto lo stato del ritrovamento con elevata precisione, dando valore anche alle deformazioni reali, che tuttavia non consentono spesso un'immediata lettura della forma del relitto in rapporto alla forma dello scafo originale.

Successivamente al modello digitale triangolato dell'imbarcazione è stata applicata una texture ricavata dall'elaborazione delle immagini della campagna fotografica. Il modello triangolato è stato inoltre esportato in un software di modellazione 3D e attraverso un'operazione di estrusione è stato possibile dare forma solida alle superfici, permettendo la prototipazione in scala 1:10 (fig. 9).

La possibilità di ottenere una ricostruzione virtuale texturizzata dell'imbarcazione e dello scavo unita alla presenza di un modello solido permette anche ad esperti non presenti al momento dello scavo un'analisi e una fruizione non solo quantitativa ma anche qualitativa dei reperti senza che si rendano necessarie eccessive conoscenze informatiche per la lettura dei dati. Inoltre la banca dati morfometrica 3D rimane, come *memoria digitale*, un importante dato di conoscenza per interrogazioni e confronti futuri.



9. Immagine del prototipo realizzato in scala 1:10 con sistema a polvere di gesso.

BIBLIOGRAFIA

- BALZANI, BLERSCH, TAMPONE 2007 = M. BALZANI, D. BLERSCH, G. TAMPONE, *The Simulated Timber Structure of the Volumnis' Hypogeum in Perugia, Italy*, in *Proceedings of the 5th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions: Possibilities of Numerical and Experimental Techniques* (Atti del 5th International Conference on Structural Analysis of Historical Construction, 6-8 novembre 2006, New Delhi) a cura di P.B. Lourenço, P. Roca, C. Modena, S. Agrawal, New Delhi 2007, pp. 327-334.
- BALZANI 2005 = M. BALZANI, *L'arco di Traiano a Benevento. Rilievo e monitoraggio del restauro per la prototipazione a fini museali*, in *Metodologie innovative integrate per il rilevamento dell'architettura e dell'ambiente*, Ricerca COFIN 2002, Coordinatore Nazionale Mario Docci, a cura di Tiziana Fiorucci, Roma 2005, pp. 58-62.
- BALZANI 2005a = M. BALZANI, *Il Lupanare a Pompei. Il rilievo 3D per l'interpretazione e la documentazione dei graffiti*, in *Metodologie innovative integrate per il rilevamento dell'architettura e dell'ambiente*, Ricerca COFIN 2002, Coordinatore Nazionale Mario Docci, a cura di Tiziana Fiorucci, Roma 2005, pp. 68-70.