

## **L'evoluzione storica di Forte S. Elmo a Malta attraverso la creazione di modelli tridimensionali**

Laura BARATIN, Daniela PELOSO

Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo", Facoltà di Scienze e Tecnologie, Campus Scientifico Sogesta ,  
Località Crocicchia 29, 61029 Urbino, tel: 0722.304302, fax: 0722.304240, [laura.baratin@uniurb.it](mailto:laura.baratin@uniurb.it)

### **Riassunto**

L'utilizzo delle tecniche laser scanner per il rilevamento del patrimonio culturale permette di realizzare modelli geometrici completi e di elevata risoluzione. La tecnica si basa su un approccio operativo semplice e applicabile in modo generale, anche per la documentazione di elementi di geometria complessa, per arrivare alla loro rappresentazione mediante tradizionali piante e prospetti o mediante modelli tridimensionali.

Sulla base dei rilievi realizzati presso Forte S. Elmo di Malta nell'ambito del Progetto Europeo P.A.G.U.S. sono stati elaborati dei modelli tridimensionali successivamente mappati con prese fotografiche, generando un nuovo modello virtuale che permette di controllare temporalmente lo stato di conservazione del bene architettonico, a scopo di restauro, recupero, controllo delle deformazioni strutturali e catalogazione. Infatti, in ogni modello 3D, le caratteristiche reali piccole e visibili solo a una distanza ravvicinata, possono essere esaminate interattivamente, permettendo lo studio di dettagli interessanti come segni di strumenti di lavorazione o particolari di superfici. Inoltre, luoghi che devono essere chiusi al pubblico per ragioni di conservazione possono essere ancora studiati e visitati una volta che ne è stato creato un modello 3D.

Modellazioni tridimensionali di questo tipo favoriscono la realizzazione di ambienti di realtà virtuale (VR) navigabili interattivamente, fondamentali per una nuova forma di comunicazione che sta subendo profondi cambiamenti diventando multimediale e mediatizzata a favore di persone diversamente abili e dare quindi l'opportunità di far percepire ogni aspetto del patrimonio culturale a chi non vede, di far avvicinare a tanti capolavori del territorio chi trova molti luoghi difficilmente accessibili, di comunicare l'emozione della bellezza a chi vede isolato nel silenzio.

Tali sistemi di modellazione potranno essere strutturati come banche dati relazionali, esplorabili dall'utente attraverso *Workstation*, con tutta una serie di informazioni come una specie di grande catalogo. Le informazioni possono essere organizzate in forma ipertestuale e l'accesso alle informazioni (*link*) sarà di tipo iconico o di tipo testuale. Infatti le singole realtà possono essere riprodotte, in base ai rilievi realizzati con laser scanner, nella loro forma geometrica: il visitatore potrà ingrandirle, vederle in altre dimensioni e sotto vari punti di vista.

### **Abstract**

The use of the techniques laser scanner for the survey of the Cultural Heritage allows to realize complete geometric models at high resolution. The technique is based on a simple and applicable operating approach in general way, also for the documentation of elements of complex geometry, in order to arrive to their representation by means of traditional plants and prospects or three-dimensional models.

On the base of the relieves realized near Forte S. Elmo in Malta within the European Project P.A.G.U.S. has been elaborated three-dimensional models textured with photo, producing a new virtual model that allows to check temporally the maintenance of architectural structure for restoration, recovery, control of the structural deformations and cataloguing. In fact, in every 3D model, the small and visible real characteristics are visible only to a closer distance and can be exanimate in interactive way. They allow to study interesting details as instruments signs or

particular of surfaces. Besides, places that must be closed to the public for maintenance reasons, can still be studied and visited once created a 3D model.

This type of three-dimensional modelling favours the realization of environments of virtual reality (VR) navigable interactively, important for a new form of communication that is suffering deep changes, becoming multimedia for skilled people and to give therefore the opportunity to perceive every aspect of the cultural patrimony to blind people, to make to approach to so many masterpieces of the territory who it hardly finds many accessible places, to communicate the emotion of the beauty to whom sees isolated in the silence.

These modelling system can be structured as banks given report them, explorable from the consumer through workstations, with a series of information like a great catalogue. Information can be organized in ipertextual form and the access to the information (link) will be iconic or textual. In fact single realities can be reproduced, on the base of the reliefs realized with laser scanners, in their geometric shape: the visitor will be able to zoom and see them in other dimensions and from different point of view.

### **Introduzione**

Nell'ambito del progetto europeo P.A.G.U.S.<sup>1</sup> è stata predisposta una documentazione tridimensionale di una parte, particolarmente significativa, del sistema fortificato maltese sia per i contenuti del progetto che per la sperimentazione avviata sull'uso di modelli tridimensionali e di tecniche di realtà virtuale per l'analisi dell'evoluzione storica di un complesso architettonico. Il sistema fortificato maltese, baluardo che la cristianità difenderà per ragioni sia politiche che strategiche, ma anche commerciali e religiose, è uno degli esempi di architettura militare più importanti sviluppatosi nel Cinquecento con la collaborazione dei migliori ingegneri formati nelle prestigiose scuole militari italiane, di fronte al pericolo costituito dall'avanzata degli infedeli capeggiati da Solimano il Magnifico (Hughes, 1992), (Ganado, 2003), (Baratin et al., 2001). Valletta come nuova città bastionata progettata nel 1565 per volontà del Gran Maestro del Sovrano Militare ordine di Malta - Jean de La Vallette – sarà il risultato di un progetto molto più ambizioso, partito con una prima serie di timidi tentativi sviluppati lungo il pendio della collina di Montsciberras nell'area dell'attuale Forte S. Elmo (Spiteri, 1989, 1991, 1996, 2001, 2005), (Ganado, 2003).

L'area di Forte S. Elmo (fig.1), permette di ripercorrere, attraverso le diverse fasi storiche, l'evoluzione di questo articolato complesso architettonico, ed è un tema di estrema attualità essendo un nodo non ancora risolto in termini di recupero e riqualificazione urbana.

Il progetto aveva due obiettivi principali, da un lato fornire una documentazione tridimensionale dell'area attraverso l'integrazione di diverse tecniche di rilievo: topografiche, fotogrammetriche e laser scanner e dall'altro costruire, a partire dai dati del rilievo correlati alla vasta documentazione storica esistente, dei modelli virtuali interattivi nelle sette diverse fasi temporali più importanti sotto il profilo storico-costruttivo - fase I: 1552, fase II: 1554, fase III: 1556, fase IV: 1565, fase V:1600-1798, fase VI: 1800-1945 e fase VII: 2006.

### **La fase di rilevamento**

---

<sup>1</sup> P.A.G.U.S. Programma di Assistenza e Gestione Urbana Sostenibile – è un progetto all'interno dei programmi finanziati dalla Unione Europea INTERREG 3C – Zona Sud con la partecipazione di diverse Regioni congiuntamente ad Enti ed Agenzie pubbliche direttamente responsabili dei programmi per il rinnovo urbano e lo sviluppo territoriale. I paesi coinvolti, oltre all'Italia con la Regione Umbria - partner principale – , sono Spagna, Portogallo, Grecia e Malta. Il progetto è finalizzato a sviluppare le strategie e gli strumenti comuni per il recupero, la riqualificazione, la gestione e lo sviluppo sostenibile di città e in particolare dei centri storici, attraverso diverse categorie di azioni integrate tra loro. La componente seguita dai partner maltesi è legata alle attività di disegno ed implementazione di sistemi di informazione urbana innovativi ed interattivi. In questa componente si è inserito il nostro contributo prendendo come caso di studio un settore del sistema fortificato maltese: Forte S. Elmo.

In sintesi si ripercorrono le diverse fasi di acquisizione ed elaborazione dei dati per la costruzione del modello attuale del Forte<sup>2</sup>.

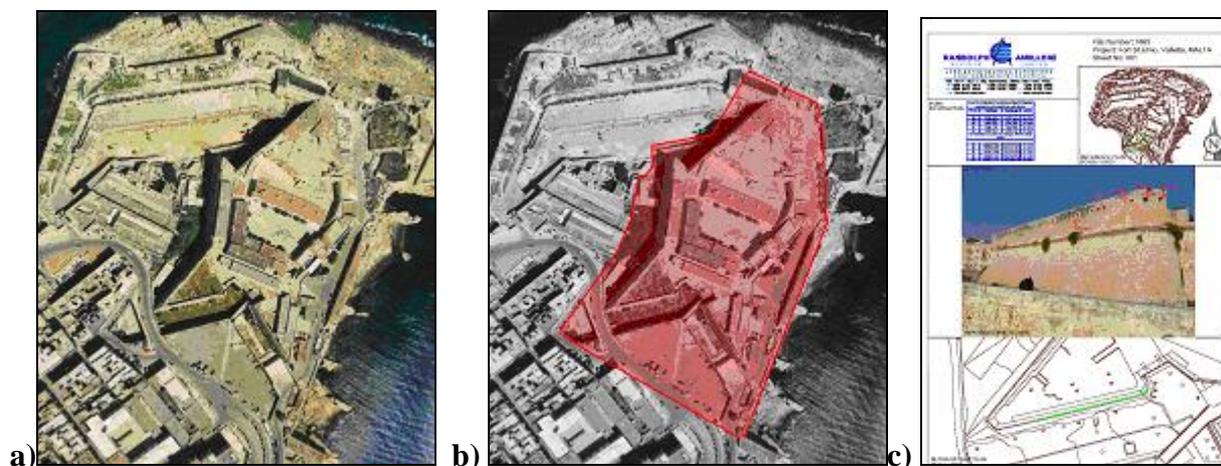
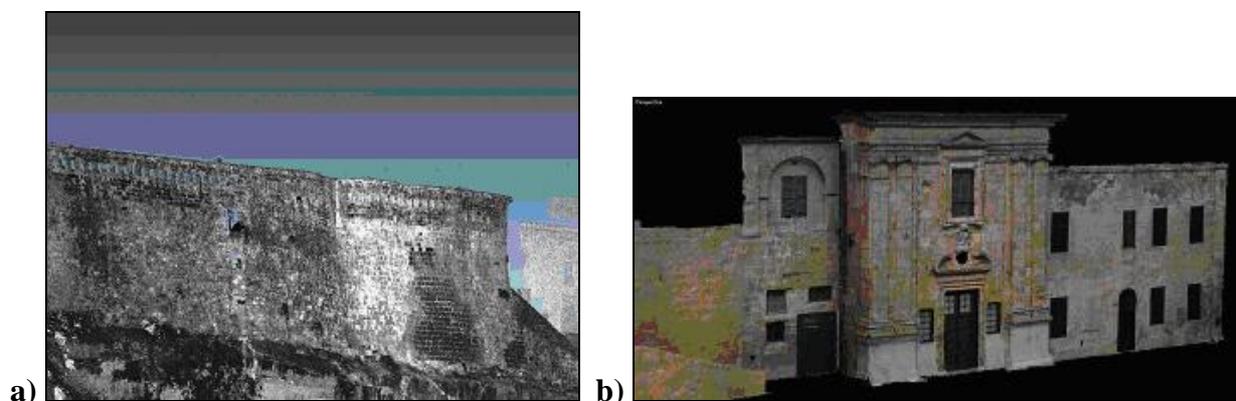


Figura 1 – Forte S. Elmo: a) particolare dell'area estratto dal fotopiano realizzato nel 2001 dalla società AirDATA s.r.l. in collaborazione con il DISTART – Università di Bologna; b) perimetrazione dell'area oggetto di studi; c) scheda monografica predisposta

L'area è stata interessata da una serie di reti di inquadramento interne ed esterne, opportunamente compensate, per un totale di 30 vertici, collegate alla rete geodetica nazionale e alla cartografia numerica alla scala 1:500 predisposta nel 2001 (Baratin et al., 2004). Sia i vertici delle reti che i punti di dettaglio e quelli d'appoggio alle riprese laser sono stati monografati per ulteriori indagini previste in questa zona ad integrazione della cartografia finora prodotta.

Le scansioni laser sono state sviluppate su tutta l'area per un totale di 160 riprese, di cui 80 per le aree interne del complesso ad una distanza media di 10–20 metri e 80 per le parti esterne con una distanza media di circa 20–30 metri, integrate da rilievi fotografici e rilievi diretti degli spazi interni, a tutti i livelli, in particolare per i *barracks* o caserme.

I risultati dell'integrazione delle diverse tecniche utilizzate hanno prodotto da un lato una serie di elaborati tradizionali bidimensionali: piante ai diversi livelli, sezioni longitudinali e trasversali, circa venti prospetti alle scale 1:100 e 1:50 ed alcuni elementi di dettaglio alla scala 1:20; dall'altro la base per i modelli 3D delle diverse fasi storiche (fig. 2).



<sup>2</sup> Il rilievo e l'elaborazione dei dati sono il prodotto della collaborazione fra l'Heritage Malta, l'Università di Urbino, l'Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali - ITABC del CNR, le società Randolph Camilleri di Malta e A.B.C. s.a.s. di Firenze.

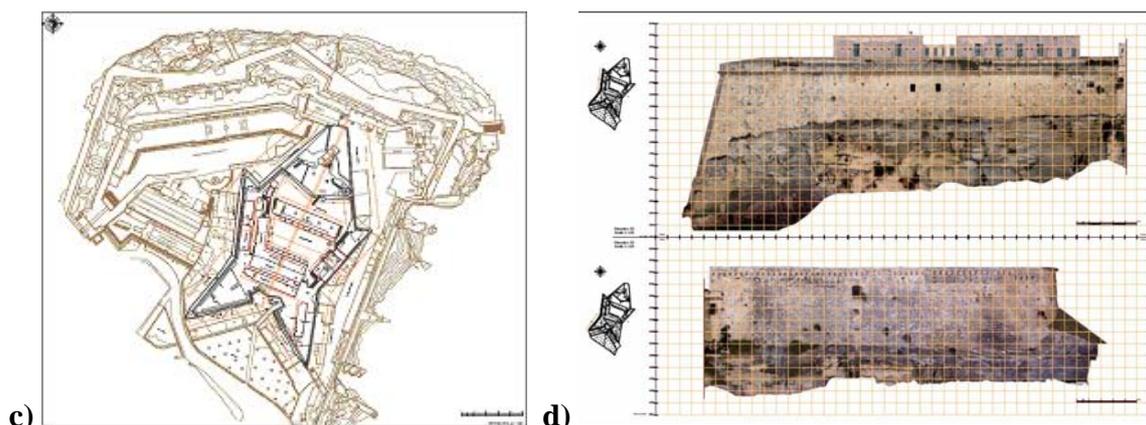


Figura 2 – Forte S. Elmo: a) particolare delle nuvole di punti di un bestione; b) particolare di alcune mappature della facciata della Chiesa di S. Elmo; c), d) esempi degli elaborati prodotti

### I modelli tridimensionali e la ricostruzione dei modelli “storici”

I dati architettonici e territoriali acquisibili con tecniche di rilievo estremamente accurate e metodi di elaborazione sempre più precisi, consentono di realizzare modelli di grande valore scientifico, ma spesso rischiano di rimanere solamente a livello di immensa monografia, visibile e disponibile solo localmente e per ristrette comunità di esperti e non integrato o integrabile con il contesto.

Le tecniche di realtà virtuale, al contrario, possono estendere le nostre capacità percettive rendendo possibili interazioni tra simulazioni numeriche e dati raccolti. In quest’ottica le applicazioni di realtà virtuale sono strettamente collegate a quelle di visualizzazione scientifica perché creano modalità originali di navigazione ed interrogazione di mondi visibili. Il concetto stesso di virtualità implica la disponibilità di visualizzazioni tridimensionali e di sistemi interattivi finalizzati alla creazione d’ambienti immersivi.

Le applicazioni di modellazione virtuale, infatti, permettono di esaltare l’aspetto evocativo-comunicativo rispetto a quello informativo-spaziale. Non si tratta di un’interazione di tipo passivo, normalmente di tipo *walkthrough* (soprattutto nel caso di monumenti) o di tipo *flythrough* (nel caso di paesaggi e contesti territoriali), dove le interazioni sono spesso prive di un sistema informativo (banche dati, tematismi, rilievi in sito, analisi comparative, ecc.) che giustificano la ricostruzione e la connettività dei dati. L’importanza di un sistema spaziale-informativo, al contrario, associato a un modello virtuale rappresenta la base di ogni acquisizione cognitiva e, di fatto, incrementa notevolmente l’intelligibilità della rappresentazione geometrica e di tutti gli elementi inter-connessi. L’obiettivo, in questa ultima parte del progetto descritto precedentemente, è stato, infatti, rivolto ad aprire nuove possibilità di interazione e di trattamento dei dati, consentendo sia di garantirne il pieno valore spaziale, sia di riconsegnare tali informazioni alla collettività in maniera semplice e comunicativa all’interno di un ambiente virtuale<sup>3</sup>.

Il protocollo è stato pensato per consentire la maggiore libertà possibile nelle fasi di acquisizione ed elaborazione dati; sulla base di questo, i singoli oggetti sono stati costituiti da insiemi di poligoni su cui poi occorre definire colori, materiali e *texture*, le immagini cioè, che rivestono le geometrie dei modelli al fine ottenere un effetto fotorealistico.

I modelli vanno poi prodotti al fine di ottimizzare la visualizzazione in tempo reale e ne vengono poi programmati l’interattività, le modalità possibili di navigazione, i tour automatici, i punti di vista particolari nonché la gestione di dispositivi di input.

La prima fase del lavoro consiste quindi in una ricerca del materiale iconografico storico che deve essere verificato e confrontato con i dati strumentali acquisiti. Questa analisi critica delle

<sup>3</sup> Il programma utilizzato ai fini della navigazione è Walkinside, prodotto e commercializzato da VR Context

informazioni determinerà gli elementi chiave (parti architettoniche ancora esistenti e attribuibili in modo certo al periodo storico in oggetto) per le operazioni di modellazione.

Tutte le informazioni conosciute, sia quelle più strettamente scientifiche sia quelle di carattere umanistico, sono servite per produrre i modelli finali destinati alla navigazione e divulgazione. Tali modelli, ricreati secondo le caratteristiche architettoniche delle differenti fasi storiche che hanno caratterizzato la nascita e lo sviluppo di Forte S. Elmo dal 1552 fino alla struttura attuale, sono stati rivestiti con tessiture conformi ed originali (fig. 3).

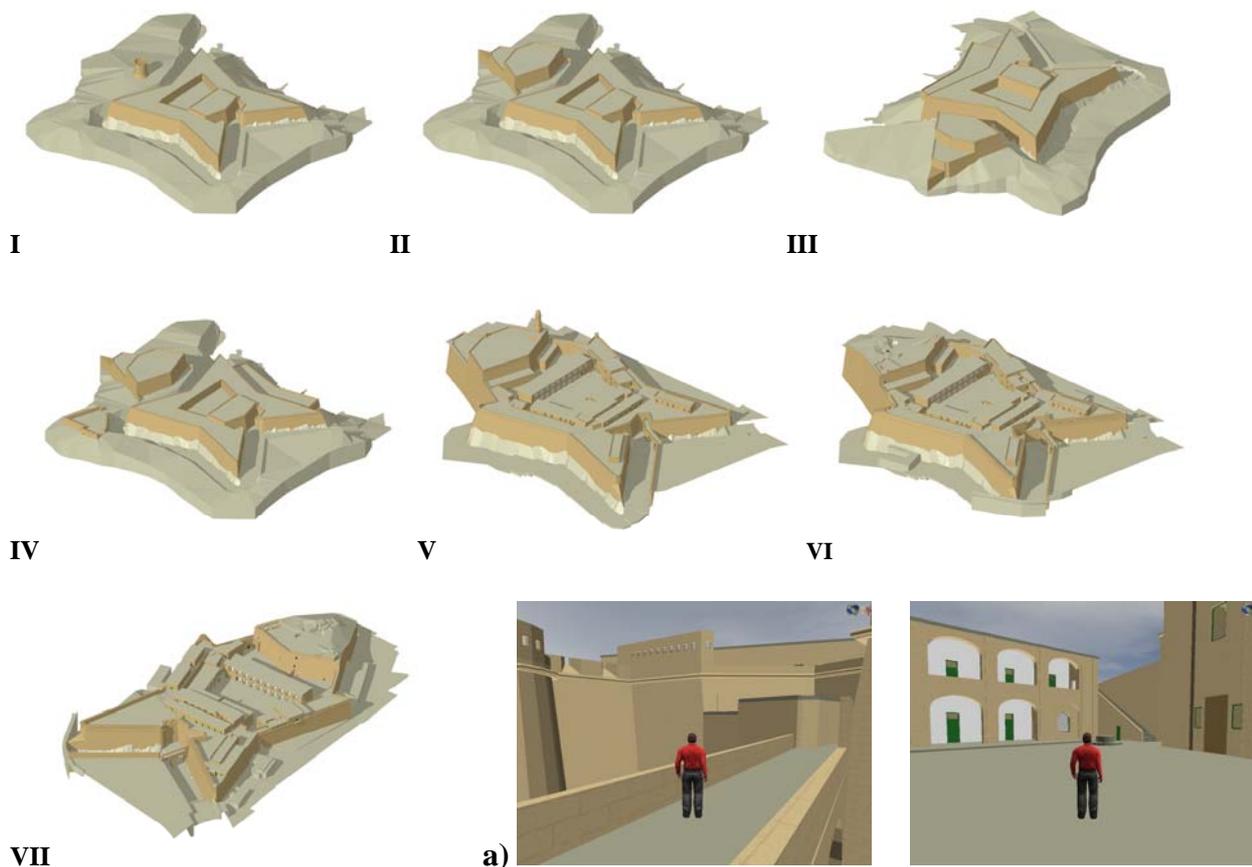


Figura 3 – Forte S. Elmo: modelli 3D delle sette fasi storiche; a) alcuni esempi della visita libera

Nel caso di Fort Sant'Elmo due sono le opzioni di strutturazione del percorso virtuale: la ricostruzione di sette progetti separati corrispondenti alle sette fasi storiche del sito o la creazione di un unico percorso in cui le sette rappresentazioni storiche si trovino concatenate in successione cronologica le une alle altre. In quest'ultimo caso, l'utente scaricherà il progetto una sola volta, e la sua passeggiata virtuale sarà un movimento sia spaziale che temporale spaziale nel passeggiare in ogni singola epoca e temporale nel passaggio da una ricostruzione storica ad un'altra.

L'utente può visitare i modelli 3D in due modalità: visita libera e visita guidata. La prima è la vera e propria visita immersiva in tempo reale: l'utente si muove nello spazio 3D in maniera autonoma, soffermandosi dove e quando vuole; i movimenti sono possibile tramite le frecce della tastiera e il mouse. La visita guidata è invece un percorso pianificato dall'operatore culturale che decide cosa mostrare all'interno del luogo ricostruito, in sostanza è un filmato girato all'interno dello spazio 3D.

In particolare, il software utilizzato, permette di controllare e definire differenti aspetti funzionali alla navigazione e consultazione, quali la legenda e la mappa globale di riferimento, funzioni zoom e pan, l'impostazione di informazioni testuali, funzioni di misura che consentono di verificare ulteriormente la precisione dei dati acquisiti originariamente. Differenti *tool* consentono di esportare i dati in un formato utile per la loro pubblicazione su Internet, di scegliere e definire l'*avatar* con

cui muoversi all'interno del modello come spettatore e protagonista interno (Pescarin 2001). E' possibile, inoltre, realizzare un ambiente tridimensionale caratterizzato dalla ricostruzione del reale paesaggio nel quale il modello risulta essere inserito il modello.

Si prevede di aggiungere ed ampliare le funzioni di gestione dei modelli 3D e delle interazioni attraverso l'utilizzo di database esterni, sviluppando così la sezione di amministrazione dei dati, ancora in fase embrionale.

Fondamentale è, comunque, preservare il senso di presenza dell'utente nell'ambiente virtuale garantendo delle navigazioni libere e non indotte, al fine di migliorare la fruizione di questi musei archeologici ed anche di ambienti virtuali ricostruiti da parte di utenti con profili diversi (studenti, turisti culturali, etc.) ed aumentare, così, l'accessibilità e la comprensione dei contenuti offrendo nuovi paradigmi di accesso e fruizione al pubblico (Forte, Franzoni 1997).

### **Bibliografia**

- Hughes Q. (1992), Guide to the Fortifications of Malta, Malta.
- Ganado A. (2003), Valletta Città Nuova – A Map History (1566-1600), Publisher Entreprises Group (PEG) Ltd, Malta.
- Baratin L., Boiardi L., De Lorenzi C. (a cura di) (2004), Malta: la fabbrica delle Mura, CLUEB, Bologna.
- Spiteri S. (1989), The Knights' Fortifications, Malta, 345-358.
- Spiteri S. (1991), The British Fortifications, Malta, 159-180.
- Spiteri S. (1996), British Military Architecture in Malta, Malta, 120-140.
- Spiteri S. (2001), Fortress of the Knights, Book Distributors Limited, Malta, 252-261.
- Spiteri S. (2005), The Great Siege, Gutenberg Press, Malta, 206-215.
- Baratin L., Cuppini G., (2001), Rappresentazione urbana attraverso la cartografia numerica tridimensionale. Atti del Convegno "Imago urbis - L'immagine della città nella storia d'Italia, Viella, Roma, 551-564.
- Benini L., Bonfigli M. E., Calori L., Farella E., Riccò B., 2002, Palmtop Computers for managing Interaction with Immersive Virtual Heritage, in Rocchetti M. (ed. by), Proceedings of the 7th Annual EUROMEDIA Conference (15-17 April 2002, Modena), 183-189
- Bonfigli M. E., Calori L., Guidazzoli A., Mauri M. A., Melotti M., 2000, Tailored virtual tours in Cultural Heritage worlds, in ACM SIGGRAPH 2000 - Conference Abstracts and Applications, Proceedings of the 27th International Conference on Computer Graphics (July 2000, New Orleans), Computer Graphics Annual Conference Series, New York, 264.
- Forte M., Franzoni M., 1997, Quale comunicazione per i Musei in Internet? Modelli e metafore di navigazione, in Ronchi A., Zon L. (a cura di), Beni culturali reti multimedialità - Cultural heritage networks hypermedia, Atti del Convegno (settembre 1996, Milano), Milano, 113-139.
- Forte M., Guidazzoli A. 1995, Archeologia computazionale tra visualizzazione scientifica, computer vision e realtà virtuale, in A. M. Ronchi (a cura di), Atti della Seconda Giornata Internazionale sulle applicazioni della realtà virtuale e delle tecnologie avanzate all'edilizia e all'architettura (aprile 1995, Bologna), Bologna, 14-23
- Pescarin S. 2001, GIS contribution to urban history and to the reconstruction of ancient landscape, in Burenhult G. (ed. by), CAA 2001, Archaeological Informatics: pushing the Envelope, Proceedings of the 29th Conference (April 2001, Gotland), BAR International Series 1016, Oxford, 125-128.