

DIPARTIMENTO DI RILIEVO, ANALISI E DISEGNO DELL'AMBIENTE E DELL'ARCHITETTURA
SAPIENZA, UNIVERSITÀ DI ROMA



METODI E TECNICHE INTEGRATE
DI RILEVAMENTO PER LA REALIZZAZIONE
DI MODELLI VIRTUALI
DELL'ARCHITETTURA DELLA CITTÀ

RICERCA COFIN 2004
COORDINATORE NAZIONALE
MARIO DOCCI

GANGEMI  EDITORE

DIPARTIMENTO DI RILIEVO, ANALISI E DISEGNO DELL'AMBIENTE E DELL'ARCHITETTURA
SAPIENZA, UNIVERSITÀ DI ROMA

METODI E TECNICHE INTEGRATE
DI RILEVAMENTO PER LA REALIZZAZIONE
DI MODELLI VIRTUALI
DELL'ARCHITETTURA DELLA CITTÀ

RICERCA COFIN 2004
COORDINATORE NAZIONALE
MARIO DOCCI

A CURA DI
EMANUELA CHIAVONI, PRISCILLA PAOLINI

GANGEMI  EDITORE

PUBBLICAZIONE FINANZIATA DAL MINISTERO DELL'ISTRUZIONE, DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA
NELL'AMBITO DELLA RICERCA COFIN 2004

Coordinamento editoriale

Emanuela Chiavoni, Priscilla Paolini

©

Proprietà letteraria riservata
All right reserved

Gangemi Editore

Piazza San Pantaleo 4, Roma

Nessuna parte di questa pubblicazione può essere memorizzata, fotocopiata o comunque riprodotta senza le dovute autorizzazioni; chiunque favorisca questa pratica commette un illecito perseguibile a norma di legge.

No part of this publication may be recorded, photocopied or otherwise reproduced without proper authorisation; doing so constitutes an illegal act that will be prosecuted according to law.

ISBN 88-492-1415-4

In copertina: Vista della nuvola di punti texturizzata del teatro antico, Merida - Spagna

- 10 **Metodi e tecniche integrate di rilevamento per la realizzazione di modelli virtuali dell'architettura della città**
Coordinatore nazionale Mario Docci
- 19 **Rilevamento integrato e modelli virtuali 3D: modellazione ed esplorazione interattiva dell'architettura e della città**
SAPIENZA, UNIVERSITÀ DI ROMA
Responsabile scientifico Mario Docci
- 21 **Rilevamento integrato e modelli virtuali 3D: modellazione ed esplorazione interattiva dell'architettura e della città**
Mario Docci
- 24 **Laser Scanning X**
Carlo Bianchini
- 32 **Dalla nuvola di punti alla superficie. Analisi e problematiche**
Alfonso Ippolito
- 44 **Nuove metodologie di rilevamento per la costruzione di modelli digitali in ambito urbano**
Piero Albisinni, Laura De Carlo, Alessandro Micucci
- 55 **Tecniche di rilievo con laser scanner 3D per la creazione di banche dati integrate per l'architettura e il paesaggio**
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA
Responsabile scientifico Marcello Balzani
- 57 **Tecniche di rilievo con laser scanner 3D per la creazione di banche dati integrate per l'architettura e il paesaggio**
Marcello Balzani
- 68 **Rilievo 3D ed interfacciamento con il calcolo strutturale: la casa di Paquius Proculus a Pompei**
Enrico Milani, Claudio Alessandri

- 75 **Il Museo Virtuale per il censimento e la valorizzazione dei Beni Architettonici e Urbani**
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II
Responsabile scientifico Adriana Baculo
- 77 **Morfologia, geometria e sistemi costruttivi dell'architettura attraverso i modelli virtuali 3D**
Adriana Baculo
- 78 **Il caso applicativo delle ville di Luigi Cosenza**
Adriana Paolillo
- 82 **La modellazione del reale nel rilievo e nella rappresentazione per la costruzione di archivi informatici**
Antonella di Luggo
- 89 **Contributo alla ricerca sul ruolo e significato del disegno nell'architettura moderna. L'opera di Luigi Cosenza a Napoli**
Lia Maria Papa
- 97 **I modelli virtuali per un archivio delle Architetture scomparse. Eric Mendelsohn (1926/28)-Pier Luigi Nervi (1935/1950)**
Massimiliano Campi
- 104 **Spazi virtuali e spazi reali nelle pitture parietali della Villa dei Misteri a Pompei**
Mariella Dell'Aquila
- 111 **I Teatri di Pompei - Realizzazione del modello tridimensionale**
Ruggero Morichi
- 116 **Rappresentazione, incommensurabilità e mondo virtuale**
Luigi Affuso
- 122 **Il razionalismo italiano. Architetture di Luigi Moretti, Giuseppe Terragni e Giuseppe Vaccaro**
Riccardo Florio
- 127 **Metodologie informatiche per la documentazione e gestione del patrimonio urbano - tessuto ed emergenze**
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CASSINO
Responsabile scientifico Michela Cigola
- 129 **Metodologie informatiche per la documentazione e gestione del patrimonio urbano - tessuto ed emergenze**
Michela Cigola, Assunta Pelliccio, Sara Mattei
- 133 **Cartografia storica e cartografia cognitiva di un s.i.t.: il caso della rettoria di S. Michele nella terra di San Benedetto**
Assunta Pelliccio

- 138 **Le trasformazioni del territorio cassinate attraverso l'elaborazione informatica della cartografia storica della terra di San Benedetto**
Sara Mattei
- 143 **Metodologie per la creazione di modelli virtuali 3D per il Disegno Industriale con dati provenienti da ambienti di scansione 3D**
POLITECNICO DI MILANO
Responsabile scientifico Marco Gaiani
- 145 **Vedere il progetto di Industrial Design ovvero elementi per una strategia della rappresentazione basata su criteri percettivi**
Marco Gaiani
- 164 **Il rilievo consapevole. Ovvero l'importanza della caratterizzazione strumentale**
Gabriele Guidi
- 176 **Dal fisico al virtuale: un percorso per il riuso in ambito progettuale dei modelli di disegno industriale**
Fausto Brevi
- 191 **La sperimentazione di metodologie innovative di rilevamento per l'analisi stratigrafica del patrimonio architettonico e urbano di Sicilia**
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO
Responsabile scientifico Michele Inzerillo
- 193 **Presentazione della ricerca**
Michele Inzerillo
- 195 **Problemi di conoscenza/soluzioni di rilievo**
Lucia Bonanno
- 201 **Elementi architettonici nei paramenti murari tra XIV e XV secolo. Il rilievo delle bifore del Castello di Erice**
Laura Inzerillo
- 206 **Il rilievo del degrado per un'ipotesi di progetto: San Giovanni Decollato a Palermo**
Francesco Scirè
- 213 **Analisi morfologico-descrittiva del paramento murario. Il rilievo di muri fortificati**
Francesco Di Paola
- 222 **Dal "visibile" all'"invisibile". Un'esperienza di rilievo integrato**
Maria Rita Pizzurro

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CASSINO

Responsabile scientifico Michela Cigola

**Metodologie informatiche
per la documentazione
e gestione del patrimonio
urbano - tessuto ed emergenze**

Metodologie informatiche per la documentazione e gestione del patrimonio urbano - tessuto ed emergenze

Michela Cigola, Assunta Pelliccio, Sara Mattei

DIPARTIMENTO DI MECCANICA, STRUTTURE, AMBIENTE E TERRITORIO – UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CASSINO

Il percorso di ricerca ed i risultati ottenuti

La conoscenza, tutela e conservazione del patrimonio urbano e architettonico sono tra gli obiettivi fondamentali del gruppo di studio e di ricerca ICAR/17 della facoltà di Ingegneria dell'Università di Cassino, che opera all'interno del Laboratorio di Documentazione, Analisi, Rilievo dell'Architettura e del Territorio – DART; per il raggiungimento di tali obiettivi il rilievo e la rappresentazione sono preziosi ed insostituibili mezzi di conoscenza del patrimonio culturale inteso nella sua complessità.

All'interno quindi di tematiche che si interessano del patrimonio culturale, il nostro percorso di ricerca nel suo svilupparsi ha visto la definizione e concretizzazione di un doppio filone di ricerca: il primo incentrato sullo studio e sviluppo di un *Sistema Informativo Urbano della città di Cassino*, cioè di un Sistema Informativo finalizzato allo studio della ricostruzione post-bellica, articolatasi secondo distinte fasi nell'ultima metà del secolo scorso, con particolare attenzione ai numerosi interventi di edilizia sovvenzionata che hanno caratterizzato buona parte del nuovo tessuto urbano.

Accanto allo studio sui sistemi informativi declinati e tradotti alla scala urbana, e grazie alla collaborazione che continua da anni con il gruppo di ricerca di Cassino che fa capo al Laboratorio di Robotica e Meccatronica, è venuto delineandosi un secondo filone di ricerca e studio sull'applicazione dell'ottica innovativa dei sistemi robotizzati ai metodi di rilevamento di ambiti architettonici e urbani.

Negli ultimi anni, grazie alle tecnologie informatiche, si è diffusa la possibilità di elaborare dati dalla conformazione più svariata (alfa-numeriche, grafici, iconografici, tabellari ecc.), pertanto lo scopo del progetto *SIU-Cassino*, in completa intesa con gli indirizzi di ricerca nazionale, tende ad individuare, attraverso casi di studio concreti, protocolli e procedure operative ed innovative con l'ausilio di metodologie di gestione dei dati proprie di Sistemi informativi applicati al patrimonio urbano.

La nostra ricerca ha quindi visto come primo obiettivo quello di ricostruire l'aspetto di quanto si è perduto con la distruzione di Cassino e Montecassino durante l'ultima guerra, oltre a quello di convogliare nell'ambito delle metodologie che possono porsi al servizio del rilevamento urbano, quelle connesse ai Sistemi Informativi Territoriali, che a pieno titolo possono essere considerati come nuovi strumenti per la conoscenza, lo studio e l'analisi del territorio, delle città e dell'architettura.

Sono stati quindi individuati e delineati percorsi di ricerca inerenti sia il tessuto urbano prebellico e la sua evoluzione fino alla distruzione, sia il tessuto urbano post-bellico nell'evoluzione dalla prima ricostruzione ai giorni nostri.

La città di Cassino fu infatti completamente rasa al suolo

dai bombardamenti del secondo conflitto mondiale, e alla fine della guerra vi fu l'inizio di una nuova era, poiché più che di una ricostruzione si trattò della costruzione di una nuova città.

Come primo passo è stata condotta un'intensa attività di ricerca di archivio presso diversi enti (Archivi di Caserta e Frosinone, Archivi IACP e INA-Casa, Archivi del comune di Cassino) che ha portato all'acquisizione di cartografie della città di Cassino prima della distruzione e dei progetti degli interventi di edilizia residenziale pubblica della ricostruzione post-bellica della città che ha consentito di tracciare un profilo organico della città storica.

Contestualmente alla fase di ricerca iconografica sono stati individuati due settori di indagine. Il primo: la conoscenza di questo strumento come nuovo mezzo di rappresentazione cartografica e di rilievo del territorio mediante l'utilizzo (con modalità che talvolta rivestono aspetti innovativi) dei due strumenti basilari: la cartografia numerica e la banca dati e, come secondo settore, il censimento e la collazione di quanto rimaneva della documentazione iconografica e storica della città di Cassino con particolare riferimento agli interventi di edilizia residenziale pubblica.

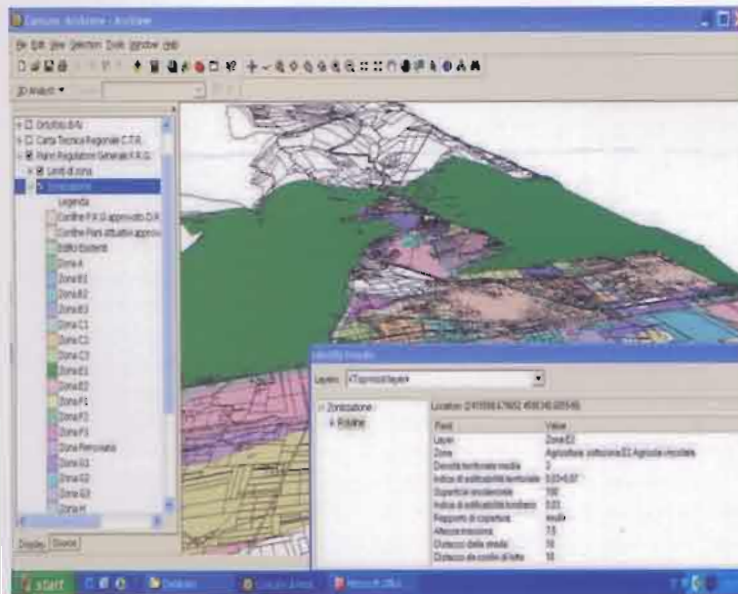
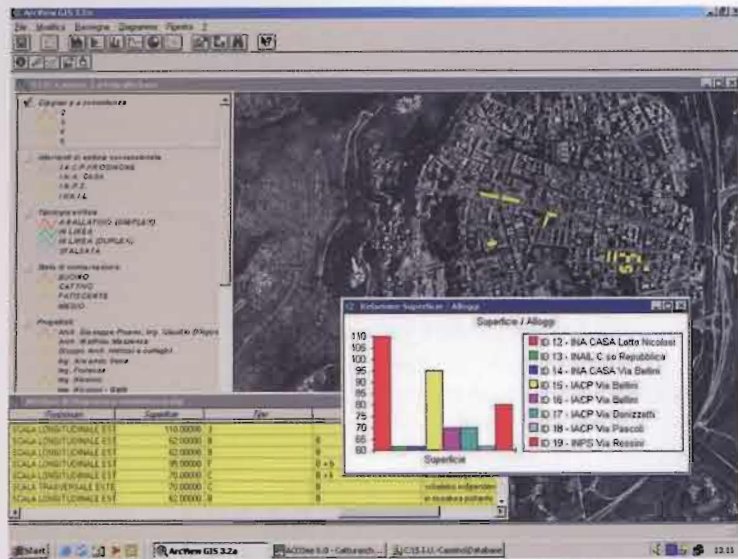
Questi due campi di indagine sono stati articolati a loro volta in tre punti fondamentali: la ricostruzione storica della città di Cassino attraverso gli interventi di edilizia residenziale pubblica, i contenuti caratteristici dell'edilizia residenziale pubblica dalle origini ad oggi e lo studio di un Sistema Informativo applicato alla scala urbana.

È stata dunque messa a punto una procedura di carattere generale, tale da poter essere utilmente applicata ad altri casi concreti; successivamente per verificarne le potenzialità, essa è stata applicata al caso specifico dell'edilizia pubblica post-bellica, che oltre a costituire una grossa parte del patrimonio edilizio cittadino, rappresenta un episodio centrale della storia della ricostruzione di Cassino; si è così costruito un archivio dati per organizzare e gestire la documentazione raccolta (documentazione non solo grafica ma di vario tipo e per la maggior parte sconosciuta ed inedita) al fine di amministrare e recuperare il patrimonio edilizio urbano (fig. 1).

Il lavoro svolto, pur se concluso nella fase prevista all'interno della ricerca 2004, è stato progettato come contenitore aperto ed evidenzia forti possibilità di ulteriore sviluppo, è infatti concreta la possibilità di arricchire le informazioni a disposizione per cercare di analizzare più approfonditamente il nucleo urbano di Cassino, attraverso nuove ricerche di archivio poiché l'architettura del sistema è fortemente flessibile e permette quindi l'inserimento al suo interno di nuovi database che ne consentano utilizzi diversificati, variamente modulati e sempre in evoluzione a seconda dei percorsi di ricerca.

1/ Esempio di interrogazione del SIU sul rapporto tra la tipologia degli alloggi in relazione alla superficie degli edifici: la restituzione delle informazioni è stata visualizzata sotto forma di istogramma.

2/ Analisi del territorio comunale condotta su supporto S.I.T. previa realizzazione del modello tridimensionale (D.E.M.) dell'intero territorio comunale. La schermata presentata è inerente all'analisi degli strumenti urbanistici vigenti.



La banca dati creata è infatti in grado di acquisire tramite rete telematica banche dati esterne configurate con i medesimi standards di progettazione, organizzando e visualizzando tali nuovi dati per facilitarne sia l'immissione che la consultazione, infine per quanto riguarda la base cartografica che insieme alla banca dati costituisce la componente fondamentale di un G.I.S., essa può essere arricchita continuamente da nuove cartografie (fig. 2).

È possibile poi pensare a vari altri livelli di informazione da

inserire, come: schede, relative al territorio in esame sotto il profilo morfologico, storico, ecc.; schede relative al patrimonio edilizio riguardanti la tipologia, lo stato di conservazione, ecc.; schede relative alle singole emergenze architettoniche presenti sul territorio.

Nello studio e nell'analisi del territorio e/o di porzioni urbane, i sistemi SIT/GIS possono dunque assumere un ruolo sempre più importante, configurandosi non più come architetture informatiche chiuse in se stesse ma come strumenti che abbiano la possibilità e la capacità di censire dati di forma e natura estremamente diversa ed eterogenea tra loro, ovunque ed in qualsiasi forma essi siano disponibili e di elaborarli, confrontarli e interconnetterli per sviluppare la conoscenza necessaria all'analisi e alla documentazione ed alla salvaguardia del patrimonio culturale.

Il secondo filone presente all'interno della nostra ricerca è il frutto della collaborazione tra il DART (Laboratorio di Documentazione, Analisi, Rilievo dell'Architettura e del Territorio), ed il LARM¹ (Laboratorio di Robotica e Meccatronica) che, nonostante le apparenti diversità tra gli ambiti di ricerca più propri, da anni trovano momenti e motivi di confronto e di contiguità culturale, oltre a tematiche di ricerca su cui avviare fattive e fruttuose collaborazioni.

L'esempio scelto per testare la fattibilità dei nostri studi è il pavimento precosmatesco della basilica abbaziale di Montecassino, operando sul quale tenteremo di analizzare caratteristiche e problemi dell'analisi e della conservazione dell'architettura storica con l'ottica innovativa dei sistemi robotizzati.

I requisiti progettuali e le peculiarità delle operazioni dei più vari sistemi robotizzati ormai sono completamente delineati e conosciuti, ma in una applicazione così specifica e collegata ad una tematica così apparentemente lontana da quelle più generali della robotica e della meccatronica, come quelle dell'architettura storica, non esistono molti precedenti.

Ci si propone quindi di sviluppare un connubio tra robotica ed architettura, grazie ad un progetto meccanico appositamente studiato e messo a punto per l'analisi ed il restauro architettonico, in quella che è una applicazione estremamente innovativa nel campo della robotica, caratterizzata dal tentativo di far svolgere ad un robot molte delle operazioni legate al rilevamento architettonico mediante operazioni automatizzate che possano migliorare le procedure ed i risultati, sia in termini di velocità che di accuratezza di esecuzione; per ottenere questo risultato è necessario un robot che abbia capacità di muoversi in varie direzioni e che possa avere quella che in robotica viene chiamata "capacità di visione" oltre naturalmente ad un buon grado di versatilità per adeguarsi ai vari siti in cui potrà trovarsi ad operare.

3/ Sezione trasversale del progetto di ricostruzione di Montecassino (Pantoni-Breccia Fratadocchi 1945-50). In blu la zona in cui si trova attualmente il pavimento desideriano.

4/ Foto del pavimento desideriano prima della sua copertura con una nuova pavimentazione durante i lavori di ricostruzione ed identificazione della parte fotografata sul rilievo dell'intera superficie pavimentale (A. Pantoni, Descrizione di Montecassino attraverso i secoli, in "Benedictina" XIX 2, Montecassino 1972; pp. 539-586).

Il pavimento precosmatesco della basilica dell'abbazia di Montecassino, nel quale si vuole testare la possibilità di applicare sistemi robotizzati e procedure automatizzate al rilevamento architettonico, a buon diritto può essere considerato il primo esempio di pavimento cosmatesco in Italia, poiché venne costruito da maestranze bizantine per volere dell'Abate Desiderio (poi papa col nome di Vittore III) tra il 1066 ed il 1071; nel corso del XVIII secolo fu sostituito da un altro pavimento ad intarsi marmorei, e per lungo tempo si credette perduto.

Dopo la completa distruzione del monastero a causa della Seconda Guerra mondiale, tra le macerie si ritrovò una buona parte del pavimento desideriano che si credeva perduto, che poté essere fotografato e rilevato con cura prima di tornare all'oblio in una intercapedine posta sotto la nuova basilica ricostruita tra il 1948 ed il 1952 (fig. 3).

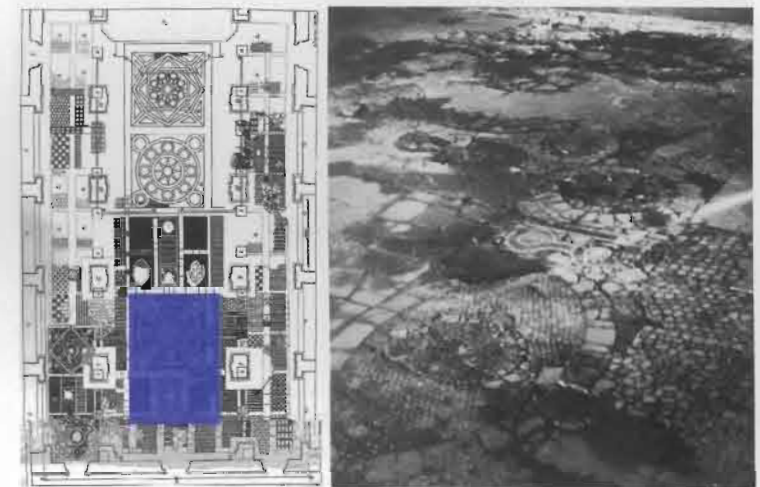
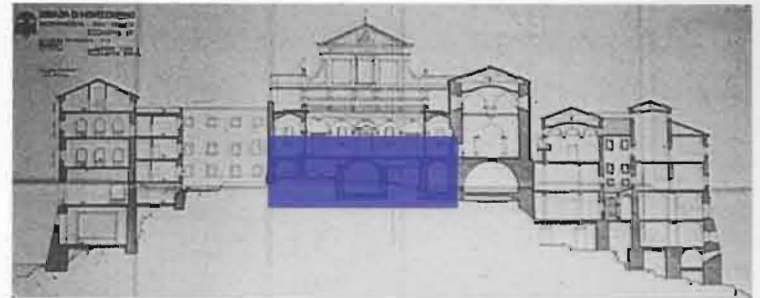
Questo caso di studio è dunque caratterizzato dall'impossibilità dell'utilizzo di operatori umani e bene si presta quindi alla sperimentazione di robot in questa branca dell'analisi e della conservazione di Beni Architettonici in generale e di pavimenti storici in particolare.

Il gruppo del DART, composto da esperti in rilevamento architettonico, fornisce gli elementi principali delle operazioni che il robot dovrà svolgere quando si troverà ad operare all'interno dell'intercapedine che racchiude il pavimento cosmatesco di Montecassino, queste indicazioni vengono quindi portate avanti e rese possibili dai componenti del LARM, esperti in sistemi robotizzati.

Tali operazioni possono essere così riassunte: come prima caratteristica il robot dovrà avere capacità di muoversi all'interno della zona in esame portando degli strumenti di ripresa per eseguire prime analisi sull'oggetto: macchine fotografiche e telecamere; in una fase successiva, tali strumenti di ripresa dovranno poter essere sostituiti da strumentazioni più sofisticate che possano iniziare a dare informazioni più precise, come macchine per termografia e misuratori laser.

Nello stesso tempo, poiché il pavimento dell'intercapedine è estremamente accidentato per la presenza di reperti architettonici della stessa epoca ed anche più antichi del pavimento, il robot dovrà essere non solo in grado di avanzare correttamente, ma anche di garantire la permanenza degli strumenti di ripresa in un piano parallelo a quello della pavimentazione.

Oltre a queste caratteristiche, poiché la conoscenza della giacitura del pavimento allo stato attuale, è estremamente importante ai fini dell'analisi e della conservazione, il robot avanzando dovrà essere in grado di memorizzare e trasmettere ad una unità esterna la variazione della lunghezza delle sue gambe durante il percorso, così da fornire in tempo reale le variazioni di ascissa che consentiranno di

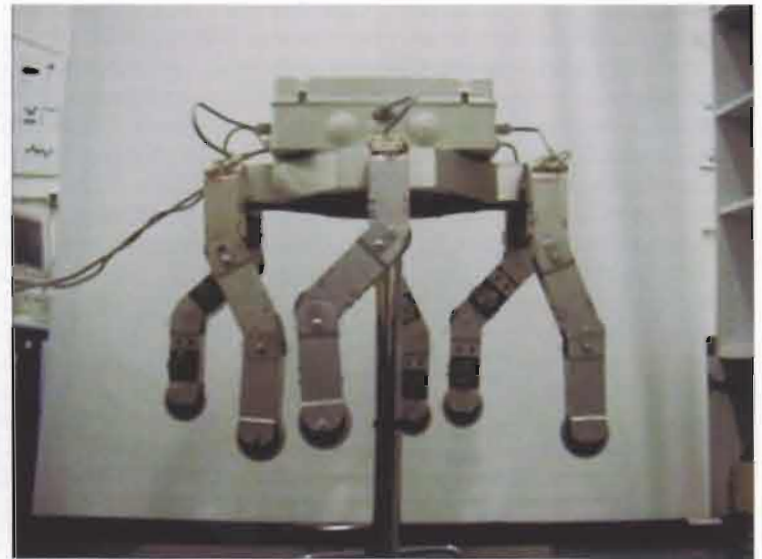
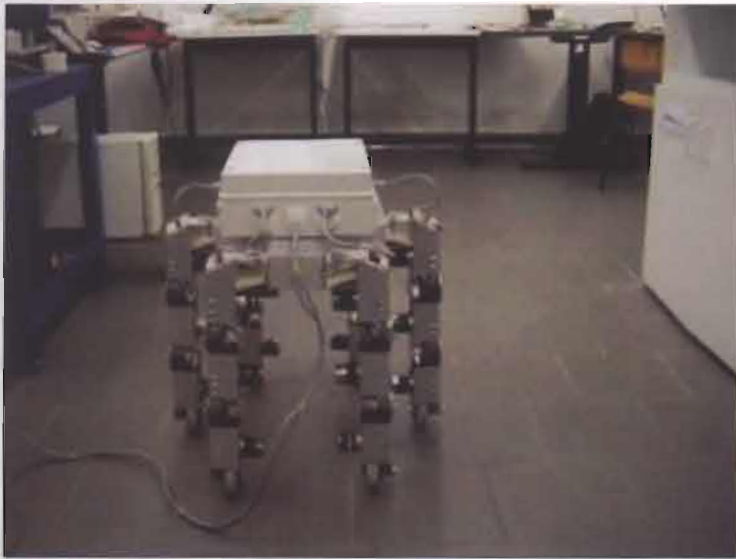


avere contestualmente al percorso anche una sezione del pavimento.

Per iniziare a sperimentare la bontà degli elementi proposti, in una prima fase queste operazioni si sono testate in ambiente virtuale, con una simulazione dell'intercapedine e della superficie pavimentale, entrambe ricreabili poiché di esse esistono precisi rilevamenti e fotografie eseguiti durante la ricostruzione del monastero (fig. 4).

Questo tipo di verifica, eseguita in un ambiente virtuale tridimensionale ricreato al computer, si è dimostrato estremamente utile poiché ha consentito una riduzione sia dei tempi che dei costi della fase progettuale rendendo possibile valutare e provare in maniera approfondita il modello fin dallo stato preliminare della progettazione, operando all'interno di un ambiente che simula egregiamente quello in cui opererà il robot, consentendo modifiche, messe a punto e variazioni che risulterebbero onerose se effettuate anche sul solo prototipo.

La struttura esapodale del robot è stata scelta considerando la considerevole irregolarità del piano del pavimento con buche di dimensioni che sconsigliano l'uso di veicoli robotici a ruote, che generalmente sono più adatti anche per l'in-



terazione al contatto; come primo stadio della fase esecutiva, si è costruito un prototipo di gamba articolata con piede realizzato tramite ruota attuata per poter controllare le forze al contatto con il suolo al fine di limitare le possibilità di ulteriore danneggiamento della superficie del pavimento, al momento attuale del robot è stato costruito un primo prototipo che si sta testando in applicazioni di laboratorio (fig. 5).

L'attività del DART, di cui le due precedenti esemplificazioni costituiscono una parte, tende nel suo complesso all'analisi e alla documentazione ed alla salvaguardia del patrimonio culturale, poiché tutelare significa innanzitutto valorizzare e la valorizzazione avviene attraverso la conoscenza e la diffusione delle informazioni raccolte e la tecnologia, l'informatica e la rappresentazione hanno un ruolo fondamentale per conoscere e preservare il nostro territorio ed il nostro patrimonio.

Fondamentale contributo alla messa in opera e alla realizzazione dell'intero percorso di ricerca sia per il PRIN 2002 che per quello del 2004 ha dato Assunta Pelliccio, architetta

to che è titolare dell'assegno di ricerca *Rappresentazione tra conoscenza, interpretazione e sperimentazione. Problematiche, esempi e proposte per emergenze architettoniche e tessuto urbano.*

Altro insostituibile contributo lo offre al DART dal luglio 2005, quando si è laureata con noi discutendo una tesi dal titolo *Analisi comparativa degli elementi di governo di un territorio: il comune di Gaeta*, Sara Mattei, ingegnere titolare di una borsa di dottorato che ha come tematica: *Metodi e tecniche integrate di rilevamento per la conoscenza, rappresentazione e salvaguardia del territorio.*

Hanno preso parte con grande passione e partecipazione alle attività del DART tutti i nostri laureati: Miriam Volante, Filippo Pensiero, Giovanni Supino, Carla Cambio, Alessandro Verrecchia, Fausto Antenucci, Vincenzo Di Vizio, oltre allo studente Omar Salotto, collaboratore part-time del Laboratorio DART.

1. Il gruppo di ricerca del LARM è così formato: *Marco Ceccarelli*, ingegnere, professore ordinario ING-IND/13, responsabile del LARM, *Giuseppe Carbone*, ingegnere, ricercatore; *Erica Ottaviano*, ingegnere, ricercatore; *Chiara Lanni*, ingegnere, tecnico laureato.

Il progetto nazionale di ricerca Prin 2004 sui: *Metodi e tecniche integrate di rilevamento per la realizzazione di Modelli Virtuali dell'Architettura e della Città* ha concluso il suo percorso, oggi i risultati conseguiti dalla otto unità locali vengono resi pubblici con questo volume.

Negli ultimi quaranta anni alle tradizionali tecniche di rilevamento architettonico, che si erano sostanzialmente mantenute immutate per molti secoli, si sono aggiunte in modo imprevedibile e con sempre maggiore rapidità una serie di nuove metodologie. L'avvento negli anni ottanta dell'informatica ha determinato mutamenti radicali nella nostra disciplina, dapprima investendo la stessa fotogrammetria, trasformandola da analogica a digitale, e successivamente aprendo le porte intorno alla metà degli anni '90 alla nuova metodologia basata sui laser scanner 3D.

Il consolidarsi della sperimentazione sulla nuova metodologia, la consapevolezza da parte dei ricercatori più avveduti che la nube di punti che scaturisce da una scansione è solo una prima fase del rilevamento e che solo l'elaborazione di essa attraverso il passaggio da un modello numerico a un modello geometrico o matematico che dir si voglia, ha consentito di mettere a punto procedure atte a migliorare la conoscenza dell'architettura.

La struttura digitale dei dati provenienti dalla scansione laser, ha permesso di collegare il rilievo con la realizzazione di modelli virtuali, ampliando non solo la leggibilità del rilievo, ma anche restituendo attraverso un modello digitale lo stato attuale della fabbrica, ma anche il suo progetto iniziale dal quale era scaturita l'opera oggetto della nostra analisi.

La disponibilità di molti dati sotto forma digitale ha determinato l'integrazione tra le diverse metodologie di rilevamento, sia innovative che tradizionali, il che costituisce un notevole progresso per giungere ad una conoscenza profonda e globale dell'architettura e della città.

MARIO DOCCI, professore ordinario di Rilevamento dell'architettura, preside della Facoltà di Architettura dell'Università di Roma La Sapienza dal 1988 al 2000, docente presso la scuola di specializzazione in Restauro dei Monumenti nella stessa università, è Direttore del Dipartimento RADAAR (Rilievo, Analisi e Disegno dell'Ambiente e dell'Architettura). Membro del Comitato Tecnico Scientifico per la *Qualità dell'architettura e dell'arte Contemporanea*, del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali. Autore di numerose pubblicazioni, ideatore e Direttore dal 1989 della rivista: *Disegnare. Idee. Immagini*, pubblicata da Gangemi Editore. Fra i suoi numerosi scritti si segnalano: *Il Manuale di Disegno* (Laterza 1990), *Scienza della Rappresentazione*, in collaborazione con Riccardo Migliari (NIS 1992), *Manuale del rilevamento architettonico e urbano*, in collaborazione con Diego Maestri (Laterza 1994), *Scienza del Disegno*, in collaborazione con Diego Maestri (UTET 2000).

UNITÀ DI RICERCA

SAPIENZA, UNIVERSITÀ DI ROMA – *Responsabile scientifico* Mario Docci
Dipartimento di Rilievo, analisi e disegno dell'ambiente e dell'architettura

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA – *Responsabile scientifico* Marcello Balzani
Dipartimento di Architettura

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II – *Responsabile scientifico* Adriana Baculo
Dipartimento di Progettazione architettonica ed ambientale: teorie e metodologie operative

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CASSINO – *Responsabile scientifico* Michela Cigola
Dipartimento di Meccanica, strutture, ambiente e territorio

POLITECNICO DI MILANO – *Responsabile scientifico* Marco Gaiani
Dipartimento di Industrial design, delle arti, della comunicazione e della moda

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO – *Responsabile scientifico* Michele Inzerillo
Dipartimento di Rappresentazione, conoscenza, figurazione, trasformazione dell'ambiente costruito/naturale

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE – *Responsabile scientifico* Emma Mandelli
Dipartimento di Progettazione dell'architettura

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI G. D'ANNUNZIO CHIETI-PESCARA –
Responsabile scientifico Carlo Mezzetti
Dipartimento di Scienze, storia dell'architettura, restauro e rappresentazione