

UNITÀ DI RICERCA UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CASSINO

Responsabile Scientifico Michela Cigola

Componenti dell'Unità di Ricerca

Docenti

Michela Cigola
Assunta Pelliccio

Altri partecipanti

Mauro Vallerotonda

Sistemi informativi per la gestione e valorizzazione del patrimonio urbano



Sistemi Informativi per la Gestione e Valorizzazione del Patrimonio Urbano Dal SIT al SIA

Rappresentazione per i centri storici

Assunta PELLICCIO

Dipartimento di Meccanica, Strutture, Ambiente e Territorio - Università degli Studi di Cassino

G.I.S. for management and conservation of urban patrimony. From S.I.T. to S.I.A. Drawing and Representation of historical centers

A study on the Southern Lazio is being carried out by the laboratory of Documentation-Analysis and Relief of Architecture and Territory (DART) operating in the University of Cassino: The region is characterised by a unique combination of antropic and natural landscapes where many small ad medium size historic centres are located in a peculiar geomorphology.

Being aware that these centres represent authentic "places of memory" where the identity of communities is preserved, each analysis is performed trying to relate each element of the cultural heritage to the surrounding natural and environmental context. In order to achieve this goal, an investigation procedure has been set up where the results of large and small scale analyses are included in a flexible and easy to use tool, able to combine information of different nature.

The operational support for this study is provided by the information technology and, more specifically, by the Geographical Information Systems, nowadays considered as the most innovative tools to figure out and manage realities made of a variety of multiple factors.

The main goal of the research consist in setting up a general methodology for the quantification of the landscape at different scales. To this aim, information are numerically expressed and stored in a network of Geographical Information Systems, each of them designed to operate at a different geographical scale. Once these systems are setup and consistency of information is ensured among each other, assessment of data is possible by means of 3D graphical models, where values are relatively analysed in comparison with their position.

This hierarchically ordered network of GIS is conceived to allow repeatability and simultaneous application to the knowledge of either wide territories [Territorial Information Systems - SIT], smaller urban areas [Urban Information Systems - SIU], or single architectural units [Architectural Information Systems - SIA].

This methodology starts from the implementation of first level SIT applied to large municipal contexts. They are arranged on three dimensional models (TIN and/or DEM) of the territory with the aim of performing large scale analyses. Implementation of these systems has been successfully experimented for the cities of Gaeta, Villa S. Lucia, S. Donato Val Comino, Piedimonte S. Germano.

The experimentation has been then extended, by adopting smaller representation scales (1:1000, 1:500) to narrow territories (e.g. Cassino, S. Giorgio a Liri, Minturno etc.) and to historical core of some cities (S. Elia Fiumerapido, S. Giorgio a Liri, Cassino). The structure and the information of the upper level SIT database are initially imported in the database for these second level systems (SIU). Further data are then added to quantify the information more specifically pertaining to the urban or the historic centre.

The final step of the experimentation consists in the implementation of an informational structure (SIA) able to represent single architectural units (buildings, infrastructures etc.). Each unit is ideally split in its structural and architectural components which are singularly represented in a geo-referenced system.

Nel nostro paese, intorno agli anni '90, si accresce la sensibilità sul concetto di "sviluppo sostenibile"¹ inteso come tutela e valorizzazione dell'ambiente, antropico e naturale, in cui viviamo che ha portato a considerare la protezione di questo sistema non come un vincolo allo sviluppo ma come condizione necessaria per uno sviluppo più duraturo; ambiente che troppo spesso si confonde soltanto con gli aspetti naturalistici ma che invece è un insieme inscindibile di cultura e natura, ovvero il paesaggio che ci circonda. A questo proposito un estratto della Prima Conferenza Nazionale per il Paesaggio recita: «[...] È mancata una pari attenzione verso la tutela del nostro paesaggio, con le sue valenze di tipo storico e culturale, ed oggi la situazione è quanto mai compromessa. Dopo anni di interventi edilizi e infrastrutturali disattenti alla dimensione architettonica e paesaggistica delle opere, anche da parte pubblica, e dopo le ferite arrecate dall'abusivismo edilizio al territorio, avviare una nuova fase di attenzione e valorizzazione è quanto mai necessario. Uno sviluppo sostenibile che riguardi quindi sia le risorse ambientali che quelle paesaggistiche che costituiscono un patrimonio inestimabile per la qualità della vita di un Paese moderno dal punto di vista culturale ma anche economico.[...]»²

Il gruppo di studio e di ricerca che opera all'interno del Laboratorio di Documentazione, Analisi, Rilievo dell'Architettura e del Territorio - DART dell'Università di Cassino, da tempo studia il Lazio meridionale, un territorio con un paesaggio antropico particolarmente significativo, soprattutto per la presenza di centri storici di media e piccola dimensione e di elevato pregio³, e con un paesaggio naturale considerevole per la particolare conformazione orografica⁴.

In questa regione geografica "sopravvivono", infatti, ancora piccoli siti urbani che hanno resistito per secoli alle trasformazioni indotte dal processo di industrializzazione, mantenendo inalterate forme, strutture e talvolta anche il *genius loci*. Si tratta, nella maggior parte dei casi, di nuove realtà urbane createsi in epoca medievale in seguito al disfacimento del sistema territoriale romano⁵. La struttura economica, politica e religiosa ma soprattutto la morfologia dei singoli luoghi ha condizionato la geometria e le architetture di questi nuovi aggregati urbani. L'orografia di questo territorio, come già detto particolarmente articolata, ha favorito quindi la generazione di differenti tipologie urbane: in alcuni casi impianti tendenzialmente agricoli, privi di emergenze architettoniche significative e costituiti da edilizia povera, si aggregano sui crinali delle alture in modo compatto, senza slarghi o piazze [tipologia di impianto urbano definito a fuso]. In altri casi, la presenza di un elemento generatore dell'impianto, castello, pieve

1. Alcuni esempi di centri storici minori del Lazio meridionale:

a), b), c) impianti urbani di tipologia a fuso; e), f), g) impianti urbani di tipologia avvolgente;
h) impianto di origine preromana; i) impianto di derivazione religiosa (cella benedettina).



ecc., ubicato in sommità, conformerà nuclei urbani che, seguendo l'altimetria, daranno origine ad un impianto che si avvolge intorno all'elemento centrale significativo [tipologia di impianto urbano definito avvolgente] etc. [fig. 1].

L'originalità e l'omogeneità della composizione urbana e il valore della vita associativa che caratterizza questi nuclei⁶ li rende autentici monumenti da salvaguardare e valorizzare. Ancor più se si pensa a queste realtà non come "borghi" in senso stretto, ma come "territori" che al loro interno contengono sia patrimoni insediativi che importanti risorse ambientali e paesaggistiche⁷.

Nel tentativo di valorizzare questi "monumenti d'ambiente" i quali, in assenza di una "dichiarata" volontà di prevenzione, risultano essere i più esposti a rischi di vario genere, si stanno sperimentando, nel nostro laboratorio, metodologie di analisi cognitiva, con l'obiettivo di fornire ai "gestori" della tutela uno strumento tecnologico di supporto per la definizione di criteri di scelte programmatiche e tecnico-scientifiche: la conoscenza e la distribuzione sul territorio, lo stato di conservazione e l'individuazione della priorità d'intervento, la programmazione di interventi di tutela o di manutenzione conservativa e infine la pianificazione urbanistica di e per questi monumenti, sono elementi di conoscenza fondamentali per una corretta gestione del patrimonio culturale.

Questo ambito di ricerca si inserisce così nella strategia di *governance* del territorio tesa proprio alla conservazione ed alla salvaguardia dei valori culturali⁸ dei centri storici mediante una loro conoscenza approfondita ed esauriente. Proprio da queste considerazioni si è mosso l'interesse a strutturare, nell'ambito di questo PRIN, una ricerca dal titolo "Sistemi Informativi per la Gestione e Valorizzazione del Patrimonio Urbano" convinti che tale

patrimonio rappresenti una realtà paesaggistica molto eterogenea, articolata, complessa e di non immediata e facile gestione.

La molteplicità dei problemi legati agli elementi naturali, al tessuto e alle emergenze architettoniche interessa, infatti, un vasto campo d'azione, che va dall'analisi delle preesistenze storiche agli aspetti legati alla conformazione geometrica ed architettonica, oppure alle caratteristiche strutturali, geomeccaniche del suolo, al degrado delle superfici per agenti inquinanti di vario genere etc., ed al rischio di eventi naturali, passando anche attraverso la conoscenza delle reti tecnologiche di servizi per arrivare alle tematiche connesse alla gestione della qualità ed alla certificazione. Tutto questo si interseca, inevitabilmente, con gli strumenti urbanistici di piano, di controllo e di pianificazione territoriale, i quali gestiscono eventuali limitazioni, vincoli, agenti sia sul singolo bene che quelli d'insieme o paesaggistici.

Il rilievo come strumento di conoscenza globale del "monumento d'ambiente"⁹ assume un ruolo determinante nella gestione per la sua salvaguardia purché non si basi soltanto sugli aspetti mensori e su quelli documentari. Se strutturato sulla multidisciplinarietà esso consente analisi multicriteria¹⁰, fondamentali per la conoscenza dello stato di conservazione dei singoli beni e dei loro mutui rapporti e quindi per una prevenzione fattiva del nostro patrimonio culturale.

Consapevoli che queste realtà territoriali costituiscano oggi sempre più "luoghi della memoria" in cui ricercare l'identità di una comunità, le nostre analisi hanno spesso tentato di non decontestualizzare il patrimonio culturale dagli elementi naturali ed ambientali che li circondano; per fare ciò è stato necessario mettere a punto una procedura di indagine che consentisse di coniugare analisi a piccola e grande scala territoriale e in grado di contenere l'eterogeneità delle informazioni con una visualizzazione sintetica, immediata e dinamica.

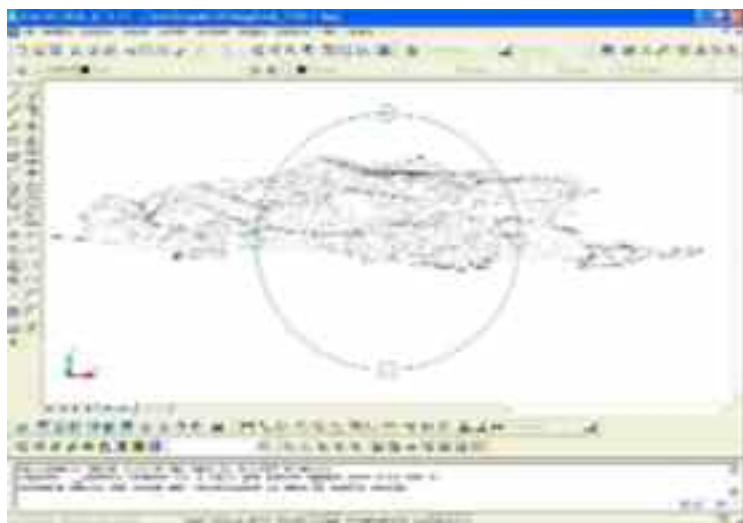
Per la scelta del supporto operativo l'attenzione si è rivolta alle tecnologie informatiche e in particolare all'applicazione di Sistemi Informativi Territoriali che sono ritenuti l'innovazione più significativa nella rappresentazione e gestione della realtà: essi sono infatti in grado di contenere potenzialmente la molteplice quantità di informazione del mondo reale.

Senza soffermarsi sulle numerose definizioni¹¹ dei Sistemi Informativi Territoriali o S.I.T. in funzione dell'evoluzione della loro applicabilità, si può semplicemente e sinteticamente considerarli, sulla base del loro uso generico, come l'unione di una banca di dati e di informazioni vettoriali [*punto, linea o poligono*] o raster [*centro del pixel*] della cartografia numerica [*georiferita*] utilizzata.

Strutture di questo tipo, se adeguatamente progettate, rappresentano un sistema dinamico ed integrato di gestione continuativa¹² delle informazioni relative alla parte del territorio a cui si riferiscono, in funzione delle trasformazioni a cui il territorio è sottoposto anche in maniera repentina. Se il principio fondante dei sistemi informativi rimane ancora la consapevolezza, avvertita dall'uomo sin dagli albori della civiltà, di rappresentare la realtà circostante per conoscerla e dunque gestirla, la loro forte caratteriz-

2. Comune di Gaeta. La rappresentazione del territorio all'interno di un sistema informativo si compone di un insieme di punti [o linee o poligoni] a coordinate note (x;y;q) con già associati gli attributi che in origine si riferiscono soltanto alle informazioni grafiche generiche.

3. Comune di Gaeta. Esempio di overlay. Una "interrogazione" restituisce informazioni relative alla carta della stabilità, acclività, sismica, idrogeologica, geologica e morfologica contemporaneamente.



zazione innovativa risiede nel modo di rappresentare la realtà stessa: consentire di materializzare la molteplicità, o potenzialmente la totalità, delle informazioni del mondo reale su un unico foglio di mappa [overlaying]. Il processo è reso possibile dalla capacità che questi sistemi hanno di creare, su basi cartografiche, differenti tematismi mediante il collegamento di banche di dati [attributi + dato locazionale] alla rappresentazione degli elementi del territorio, e di "intersecare" le informazioni acquisite restituendo la visualizzazione completa dei risultati senza penalizzarne la leggibilità [Fig. 2-3].

Se nella progettazione di un SIT è importante non sottovalutare che « [...] la complessità del territorio non consiste solo di aspetti metrici, dimensionali e formali, o modelli digitali restituiti a partire da prese fotografiche con opportuni trattamenti automatici delle immagini, bensì risiede nel campo del non visibile, dei fenomeni che trasformano il territorio, che determinano la qualità dell'abitare e dell'ambiente. [...]»¹³, è pur vero che tali sistemi, con il crescente tentativo di coniugare l'informazione alla mo-

dellazione, sempre più spinta, delle forme spaziali ed in particolare del territorio, stanno fornendo metodi sempre più rigorosi e differenziati in relazione alle diverse scale di rappresentazione utilizzate¹⁴. Per queste caratteristiche i SIT assumono un ruolo determinante nelle tematiche relative alla conservazione del paesaggio inteso in senso lato, poiché permettono di sviluppare metodi analitici differenziati in relazione alla modellazione di forme spaziali elementari o complesse, architettoniche o ambientali, generata dalla funzionalità 3D degli stessi sistemi.

Infine, poiché i sistemi informativi sono stati pensati per un uso nel Web che supporti il confronto, la diffusione e la collazione delle informazioni sugli oggetti di studio, essi si presentano anche come ausili per la valorizzazione, intesa proprio come concetto di diffusione di conoscenza del bene.

Gli obiettivi principali di questa ricerca PRIN 2006 si possono così sintetizzare:

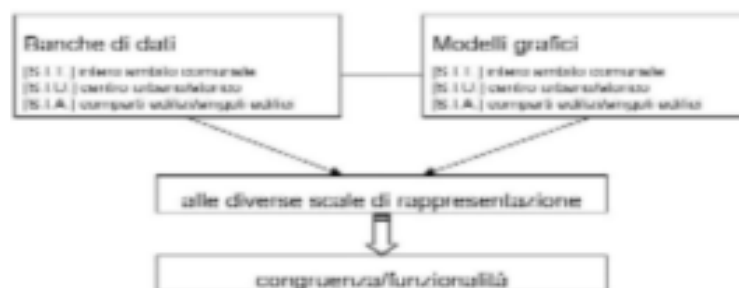
- formalizzazione di specifiche procedure di analisi di dati paesaggistici, basate sulla loro "dimensionalità" in strutture GIS;
- rappresentazione degli stessi dati su modelli grafici tridimensionali alle diverse scale di rappresentazione.

Per la realizzazione di un "contenitore" di questi aspetti si è resa necessaria:

- la progettazione di banche di dati adeguate;
- la verifica di congruenza/funzionalità dei sistemi informativi in particolare nel passaggio da ambiti territoriali a quelli architettonici.

Le caratteristiche intrinseche della procedura messa a punto dal nostro laboratorio, basata sull'uso di strutture GIS, sono la riapplicabilità e l'iterabilità su comprensori territoriali omogenei per la conoscenza di interi ambiti territoriali [SIT]¹⁵, per i comuni di Gaeta, Villa S. Lucia, S. Donato Val Comino, Piedimonte S. Germano etc., poi urbani [SIU], per i comuni di Cassino, S. Giorgio a Liri, Minturno etc., fino a comparti edilizi o singole realtà architettoniche [SIA], per i medesimi comuni, testando, come già detto la congruenza e la funzionalità di questi sistemi alle diverse scale di rappresentazione¹⁶.

In primo luogo si è ragionato sulla possibilità di progettare, per i singoli sistemi informativi, una banca di dati, esterna al sistema stesso, che possa essere consultabile anche separatamente, realizzata con un software di uso comune (es. Microsoft-Access) e con una interfaccia grafica sufficientemente semplice: così se ne consente un uso autonomo a quegli enti che, ad esempio, non siano in grado di sostenere il costo di software GIS e di personale qualificato [figg.4-12].

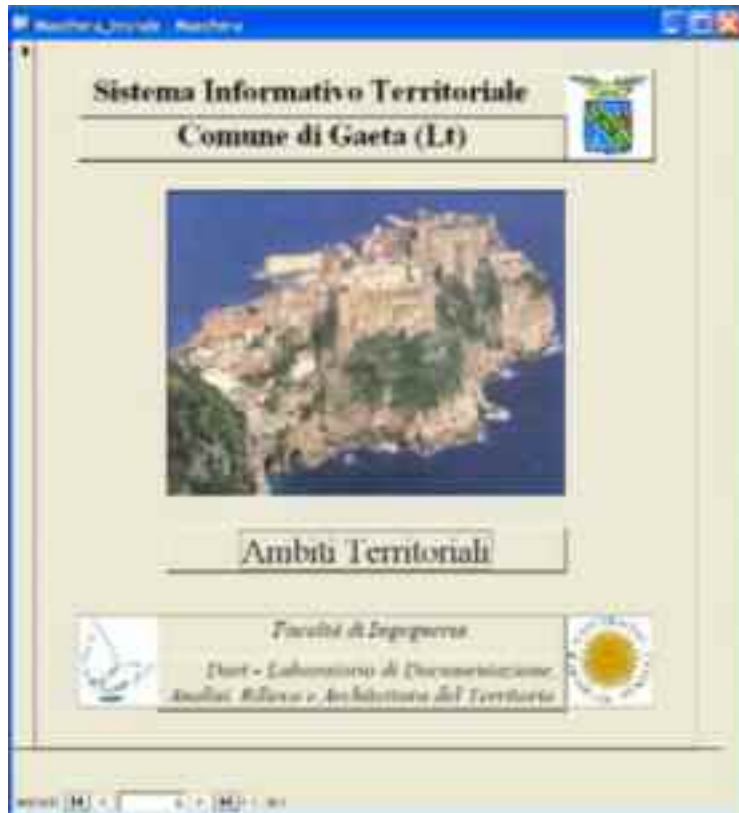


4 e 5. La banca di dati del comune di Gaeta è stata progettata inserendo per ciascun ambito territoriale i contenuti della legislazione vigente, nazionale, regionale, provinciale e comunale: oltre agli aspetti normativi relativi al paesaggio, e quindi urbanistici, sono stati analizzati le indicazioni tecniche relative ai rifiuti, atmosfera, suolo e sotto-suolo etc.

6. La banca di dati del comune di Minturno ha avuto come obiettivo la gestione delle informazioni relative al centro storico: i contenuti del piano di recupero, le reti tecnologiche sono state analizzate con tutti i componenti del borgo medioevale. In una pagina iniziale sono riportati, in modo semplice e immediato, i contenitori analizzati.

7-9. Banca di dati del comune di Minturno: entrando, con un semplice click sul tassello corrispondente, nel borgo medioevale sarà possibile analizzare tutti gli elementi significativi. Per ciascuno elemento sono stati pensati degli ulteriori contenitori con materiale iconografico, documentario, storico. Ogni edificio del borgo possiede una scheda di anamnesi con l'individuazione anche del sistema costruttivo adottato.

10-12. Con la stessa procedura è possibile analizzare le reti tecnologiche presenti nel borgo: elettrica, idrica, fognaria, delle telecomunicazioni etc..L'identificativo è stato individuato nell'u.i.u. alla quale fa riferimento il corrispettivo allaccio di ogni singola rete.



13. L'identificativo è stato codificato a partire dall'u.i.u. con l'inserimento del numero attribuito al singolo complesso edilizio e poi al singolo edificio che compone il complesso; implementato dal numero del piano corrispondente e vano relativo.

14 e 15. Lo schema ad albero delle nostre banche di dati consente di gestire e controllare la progettazione della struttura dei dati e, in fase di implementazione, che si conservi la caratteristica di un *open system*.

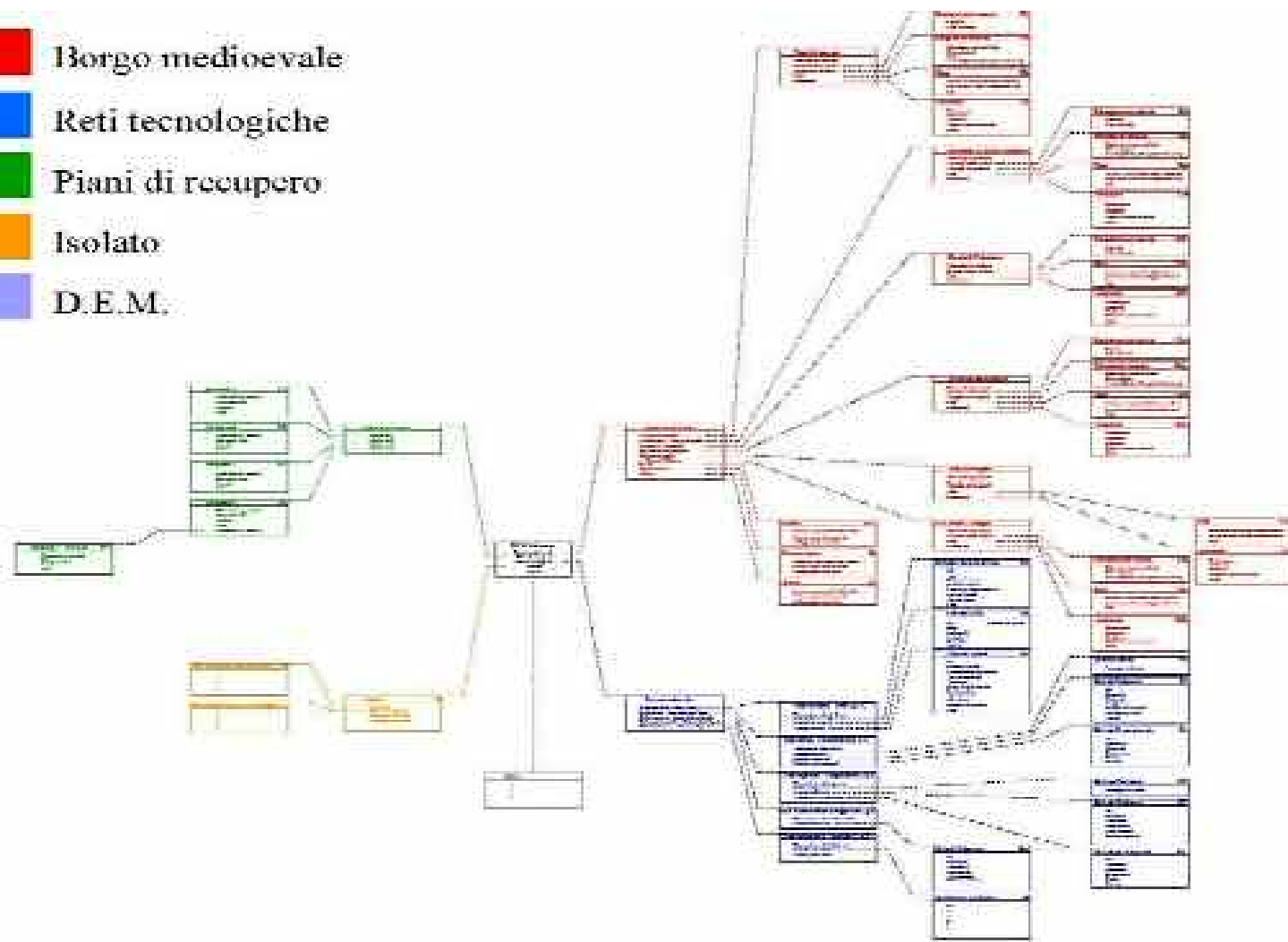


Lo studio dei dati a disposizione, inoltre, ci ha indotto ad elaborare una struttura metodologicamente dinamica, e quindi aggiornabile, implementabile con dati variabili e funzione delle analisi condotte alle diverse scale di rappresentazione.

Le informazioni, inserite in *dbase* così pensati, sono di natura metrica, documentaria, iconografica e tecnica e per essere collegate agli elementi topologici oggetto di studio, è stato necessario individuare come identificativo un codice di chiave primaria ID, strutturato in maniera da intersecare informazioni relative ad elementi areali molto estesi, come per le analisi territoriali, con informazioni relative a singoli complessi edilizi o addirittura a singoli elementi costruttivi o decorativi del bene: per agevolare la procedura si è scelto come identificativo comune il codice dell'unità immobiliare urbana catastale [*u.i.u.*] [fig. 13].

Analizzate le differenti realtà territoriali, come interi ambiti, cortine edilizie, singoli edifici o vani interni agli edifici, la scelta

- Borgo medioevale
- Reti tecnologiche
- Piani di recupero
- Isolato
- D.E.M.



di tale identificativo è stata obbligatoria perché costituisce l'unico "comune denominatore" che consente il passaggio dall'una all'altra realtà paesaggistica senza l'interruzione del sistema.

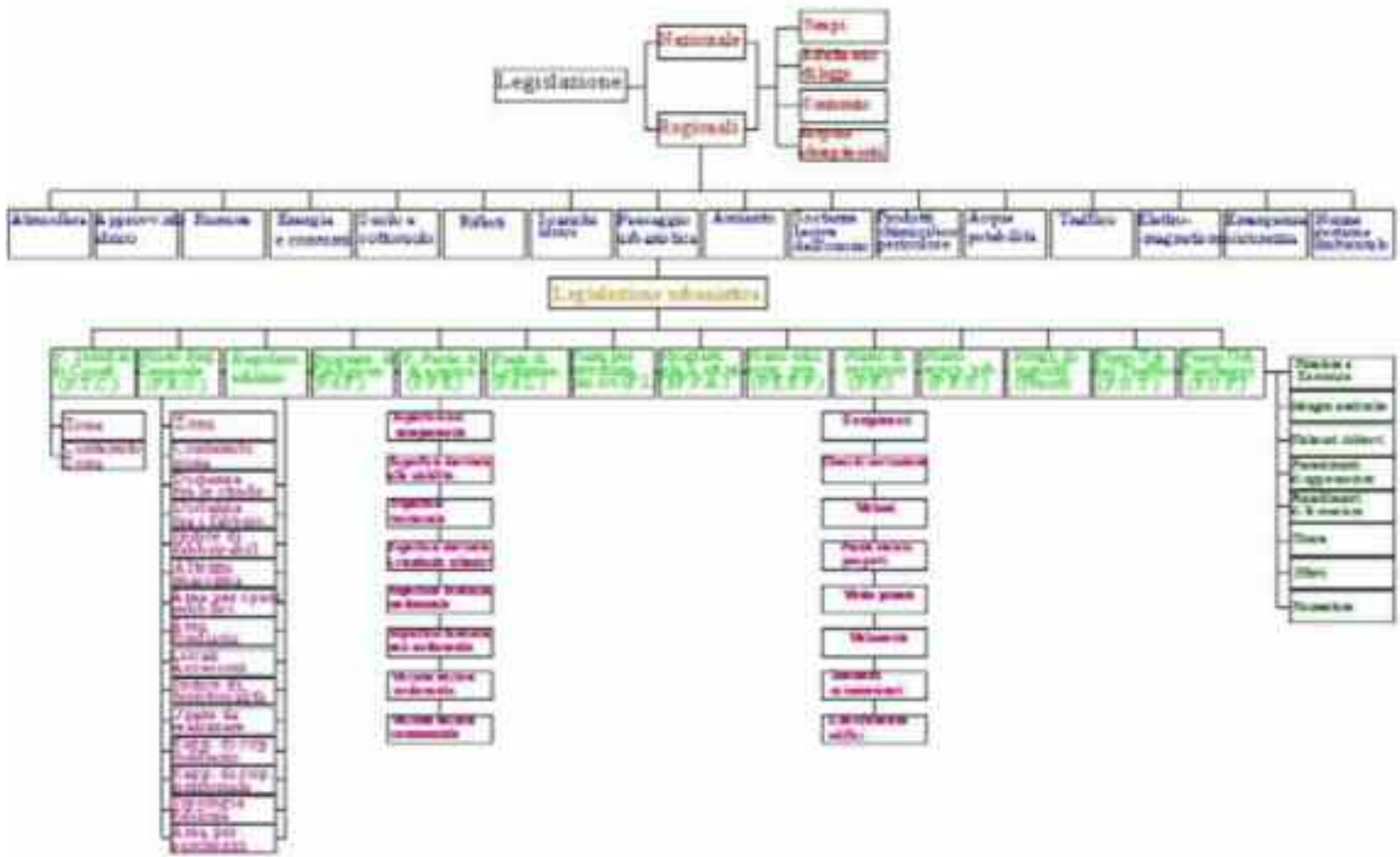
Lo schema ad albero della banca di dati deriva sia dallo studio delle norme UNI di riferimento che del Documento di Intesa, ma soprattutto dall'analisi del modello "schedografico" realizzato dall'Istituto Centrale per il Restauro [ICR]¹⁷ e dall'Istituto Centrale per la Catalogazione e la Documentazione [ICCD]. A questo modello, che contiene una parte dedicata alle informazioni anagrafico-identificative del bene e una seconda ai dati relativi allo stato di conservazione, se ne è aggiunta un'altra, collocata ad un livello superiore e relativa alle informazioni di natura tecnico-urbanistica e delle reti tecnologiche [figg.14,15].

Verificata la funzionalità del database, in particolare nel suo processo di implementazione, si passa agli aspetti legati alla visualizzazione grafica dei dati.

Attualmente le prerogative di queste strutture informatiche, nate per gestire dati territoriali su basi cartografiche a scale di rappresentazione comprese tra 1:100.000 e 1:1.000, sono di consentire analisi spaziali e quantitative di interi ambiti territoriali; nello stesso tempo però, gli stessi sistemi difettano di editing nella fase di modellazione tridimensionale a scale comprese tra 1:50 e 1:10¹⁸, tanto che modelli grafici di dettaglio particolarmente complessi, sono gestiti in ambienti CAD (Autocad, 3Dstudiomax etc.) e acquisiti successivamente, su richiesta dal sistema, con procedure non ancora completamente definite.

Il progetto ha richiesto in primo luogo una omogeneizzazione del datum cartografico, ovvero del sistema di proiezione e di coordinate geografiche delle cartografie sia vettoriali che raster utilizzate; in particolare è stato scelto il sistema UTM WGS84, come previsto dalle norme UNI e dal Documento d'Intesa¹⁹. Sfruttando il concetto di georeferenziazione, ossia di attribuzione delle referenze spaziali agli elementi topologici utilizzati,

RACCOLTA E ORGANIZZAZIONE DELLE INFORMAZIONI TERRITORIALI E LEGISLATIVE IN UN DBASE



16. Basso Lazio. Esiti della omogeneizzazione delle carte tecniche utilizzate al datum cartografico scelto (UTM WGS84).

17. Basso Lazio. Esiti della modellazione tridimensionale (TIN-DEM) georeferenziati nel medesimo datum cartografico.



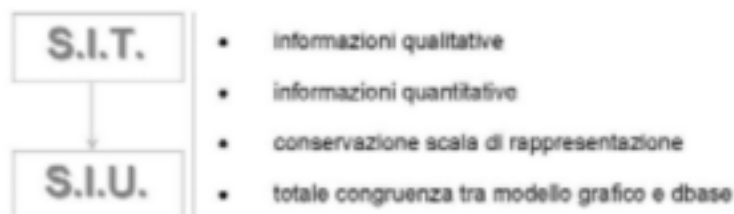
si sta tentando di creare una macroarea costituita da comprensori sui quali sono state testate differenti analisi in funzione della eterogeneità dei dati acquisiti [fig. 3].

Come seconda fase è stata realizzata una modellazione tridimensionale [TIN – DEM – DTM⁰], con dati matrix dell'IGMI o con la vettorializzazione di isoipse delle carte tecniche di base (CTR, Catastali ecc) del territorio dei singoli siti urbani [figg. 16-17].

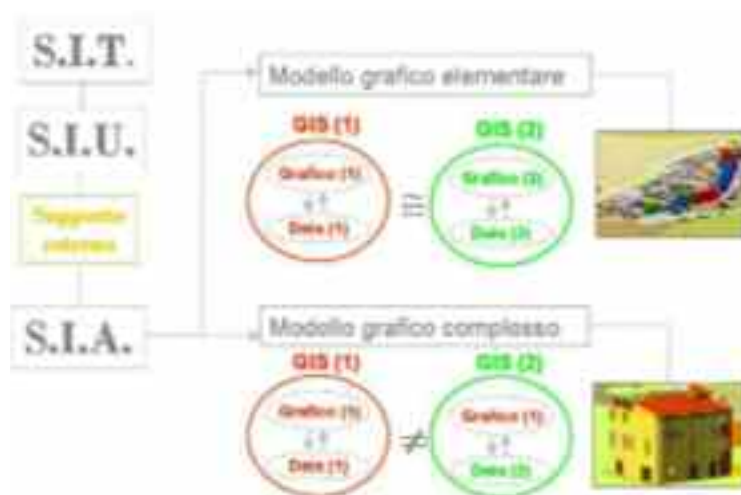
La procedura si è spinta oltre ed ha sviluppato anche le modalità di acquisizione di modelli infografici, attraverso la codifica degli elementi costituenti lo stesso modello architettonico, collegato alla struttura matriciale raster, entrambi collegati ancora alla banca dati.

Nella modellazione grafica questi sistemi non hanno risposto in maniera coerente alle diverse scale di rappresentazione, presentando una serie di problemi nel passaggio da SIT-SIU-SIA. In particolare le problematiche sorte hanno riguardato sia la mo-

dellazione di dettaglio *tout court* che la conservazione della dinamicità dell'intera struttura con la variazione automatica del modello in funzione di una variazione del dato. In particolare nel passaggio dal SIT al SIU si conservano le seguenti caratteristiche:



Quando l'analisi riguarda singoli elementi architettonici abbiamo riscontrato una diversità di comportamento del sistema in relazione ai modelli grafici elementari e/o complessi di cui segue uno schema di sintesi.



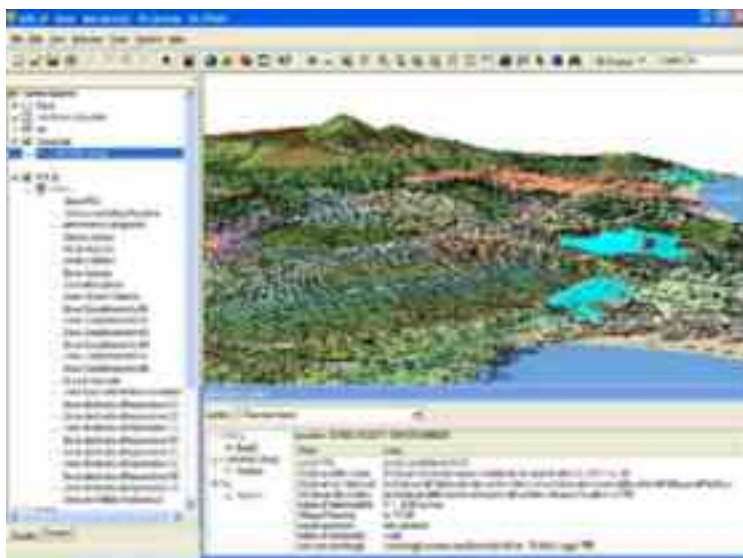
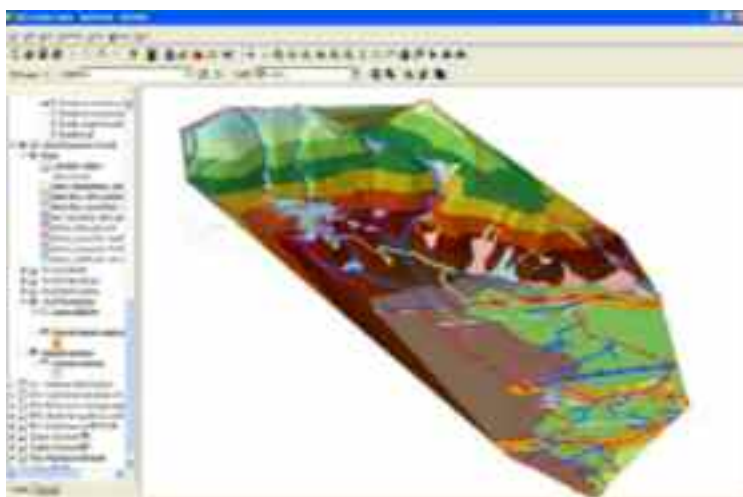
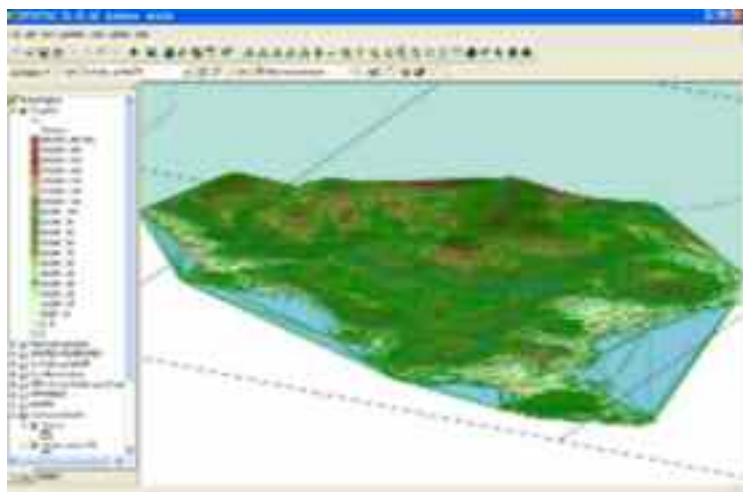
Queste valutazioni emergono dalla sperimentazione e progettazione dei sistemi informativi testati sulle nostre realtà locali cui di seguito si riportano alcuni risultati.

A partire dalla gestione di dati territoriali a grandi scale, caratteristiche peculiari dei sistemi informativi, sono stati progettati alcuni [SIT] per interi ambiti comunali (es. Gaeta, Villa Latina, Piedimonte S. Germano ecc.) su cui è stato possibile condurre analisi di varia natura su un modello tridimensionale del territorio (TIN e DEM) che il sistema consente di realizzare, mediante operazioni di *editing*, ottenendo discreti risultati.

I sistemi progettati hanno esaminato la possibilità di "interrogare", ad esempio, gli elementi di governo di un territorio comunale [*strumenti di piano regionali, provinciali, comunali*], oppure la fiscalità comunale o ancora semplicemente l'uso del suolo: è stato possibile, infatti, interrogare un comprensorio urbano ed avere come risposta le caratteristiche tecniche dell'area e tutte le limitazioni urbanistiche agenti su di essa [figg.18-20]. Le informazioni,

18. Comune di Gaeta. Modello tridimensionale realizzato con l'editing del software.
 19. Comune di Villa S. Lucia. Rappresentazione delle limitazioni agenti sulle aree comunali.
 20. Comune di Gaeta. Il sistema restituisce per un comprensorio, individuato con il colore ciano, tutte le indicazioni di natura tecnico-urbanistica.

21. Comune di Piedimonte S. Germano. Sovrapposizione del catastale vettoriale del centro storico su una ortofoto raster. Entrambe le strutture, vettoriale e raster, sono state plasmate sul DEM realizzato con l'editor del software.
 22. Comune di Villa S. Lucia. Esempio di rappresentazione di uso del suolo del territorio comunale su un modello DEM.

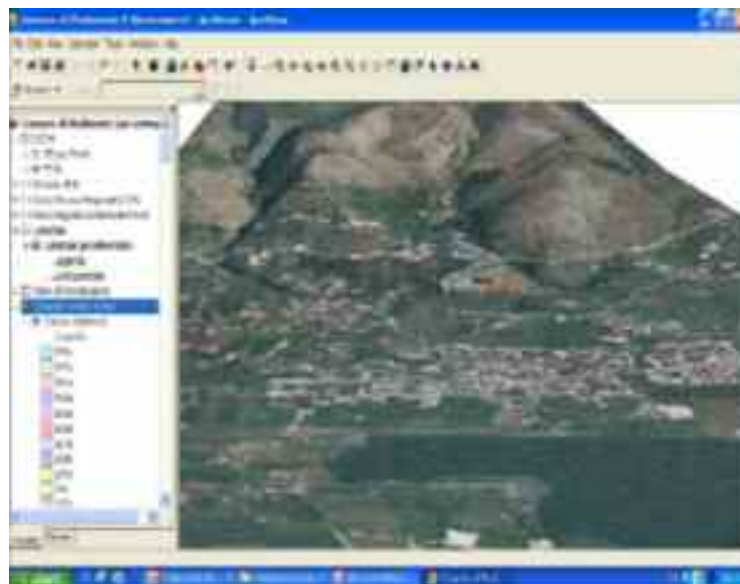


inoltre, sono state strutturate in modo da potere essere utilizzate in ambiti più ristretti come, ad esempio i centri storici, sfruttando come *link* l'identificativo scelto per i vari ambiti topologici.

Sistemi così strutturati consentono, in modo semplice ed immediato, anche elaborazioni grafiche di uso corrente come profili altimetrici o, ad esempio, tagli corrispondenti ad eventuali sbancamenti.

Sul modello 3D ottenuto, a maglie di 10 x 10 mt, è possibile anche spalmare carte tecniche, raster di vario genere (ortofoto, CTR) e quindi condurre le analisi richieste con risposte che, ovviamente, dipendono solo dai contenuti delle banche dati [figg. 21-24].

La stessa sperimentazione è stata condotta poi su ambiti territoriali più ristretti, a scale di rappresentazione di maggiore det-

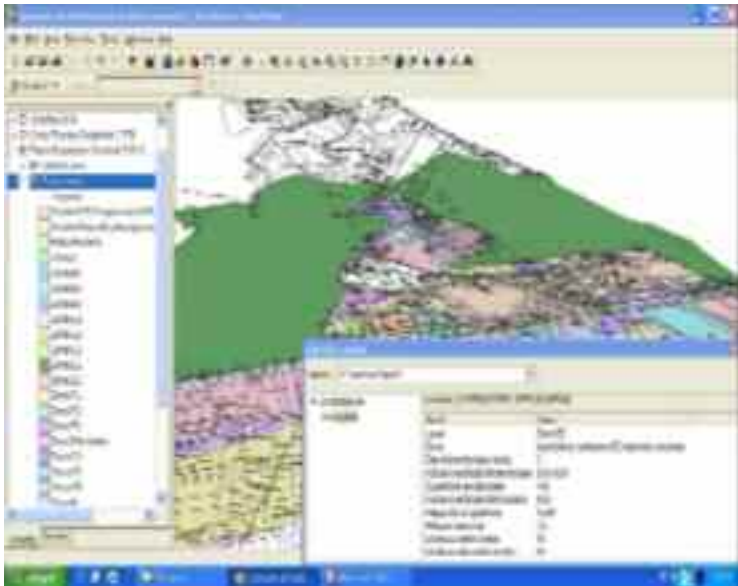
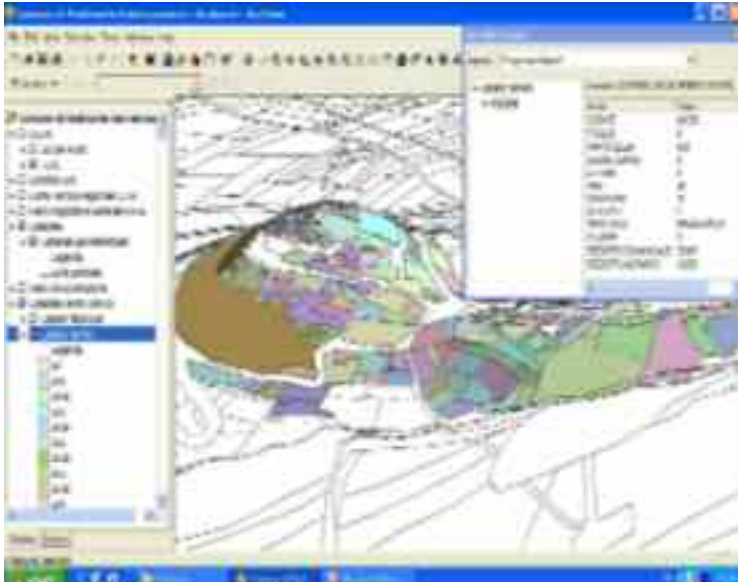


23. Comune di Piedimonte S. Germano. SIT: analisi dei dati per la gestione dei servizi comunali.

24. Comune di Piedimonte S. Germano. SIT: analisi dei dati per la gestione dei servizi comunali.

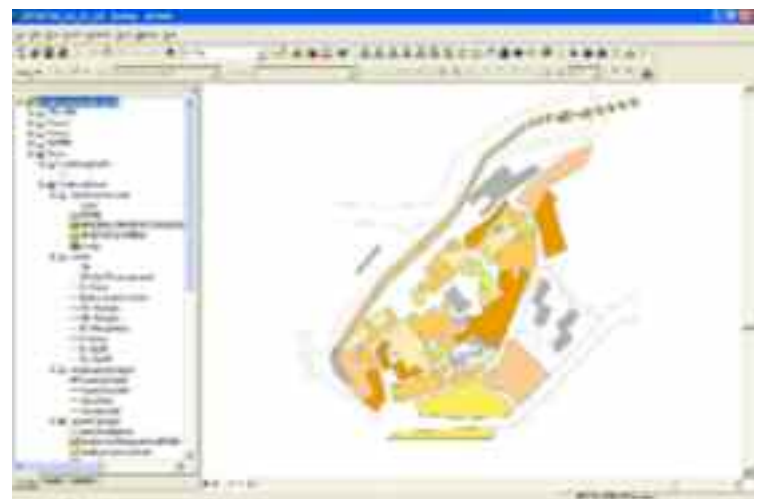
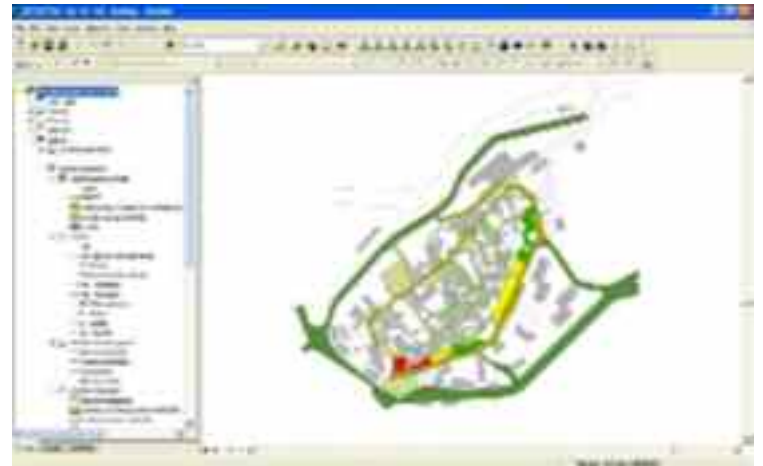
25. Comune di S. Elia Fiumerapido. Centro storico. SIU: analisi della rete viaria.

26. Comune di S. Elia Fiumerapido. Centro storico. SIU: analisi dei caratteri tipologici.



L'interesse nei SIU è stato rivolto soprattutto alla modellazione 3D, non più del territorio soltanto, ma di oggetti edilizi: l'applicazione di questi software ha presentato immediatamente dei limiti nella realizzazione di modelli grafici poiché per ingombri volumetrici assimilabili a parallelepipedi è possibile ancora ottenere dei discreti risultati soltanto con l'*editing* del sistema, ma per la realizzazione di geometrie più articolate, come ad es. le falde dei tetti, assimilabili a poliedri piramidali più o meno regolari, il sistema non risponde adeguatamente.

In questo ultimo caso si è pensato di sfruttare il processo di georeferenziazione unitamente alla possibilità che queste strutture offrono di interfacciarsi con altri software di modellazione grafica: i modelli 3D costituiti soltanto dagli ingombri, volumi e geometrie dell'edificato urbano, sono stati realizzati in ambienti CAD e poi importati all'interno dei SIU sfruttando l'attribuzione delle referenze geografiche ad ogni singolo oggetto. Ad essi, in relazione alle tipologie di analisi, sono state associate banche di dati precedentemente realizzate.

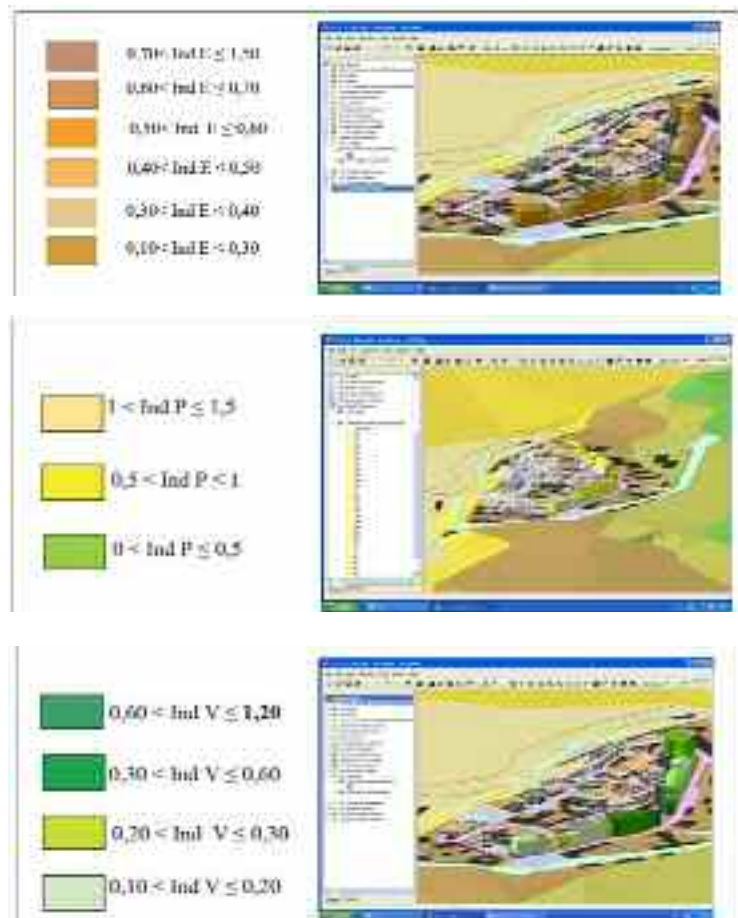


taglio, 1:1000, 1:500, ed in particolare su nuclei storici come S. Elia Fiumerapido, S. Giorgio a Liri, Cassino.

Per questi Sistemi, da noi definiti Informativi Urbani [SIU] la banca di dati progettata presenta le medesime caratteristiche di quella dei SIT, implementata di "campi" necessari alle informazioni per analisi condotte su realtà urbane storiche: in essi si fanno quindi confluire le strutture informative dei SIT precedentemente progettate [figg.25-26].

Alcune esemplificazioni di SIU portate avanti dal DART sono state progettate nel rispetto delle linee guida della Regione Lazio per i rilievi sui centri storici²¹ e dotate di tutte le analisi propedeutiche ad eventuali interventi di recupero.

27-29. Comune di S. Elia Fiumerapido. SIU: rappresentazione del valore dell'indice di Esposizione, Pericolosità e Vulnerabilità, ricavati con le indicazioni del GNDT.



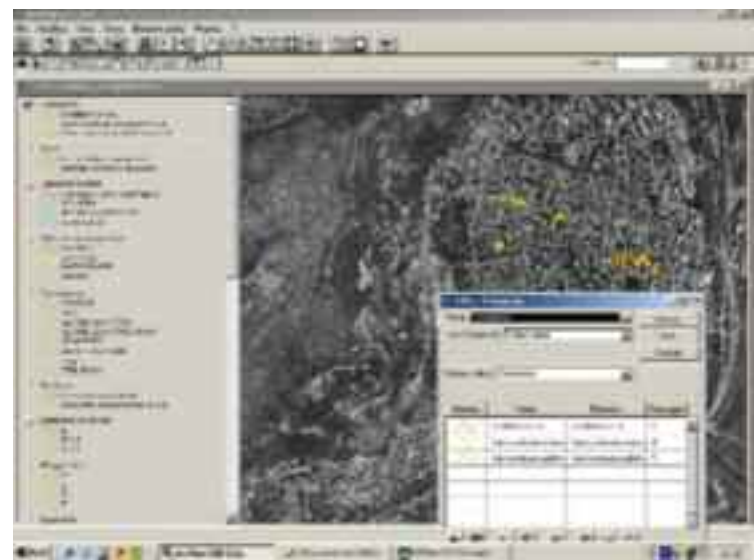
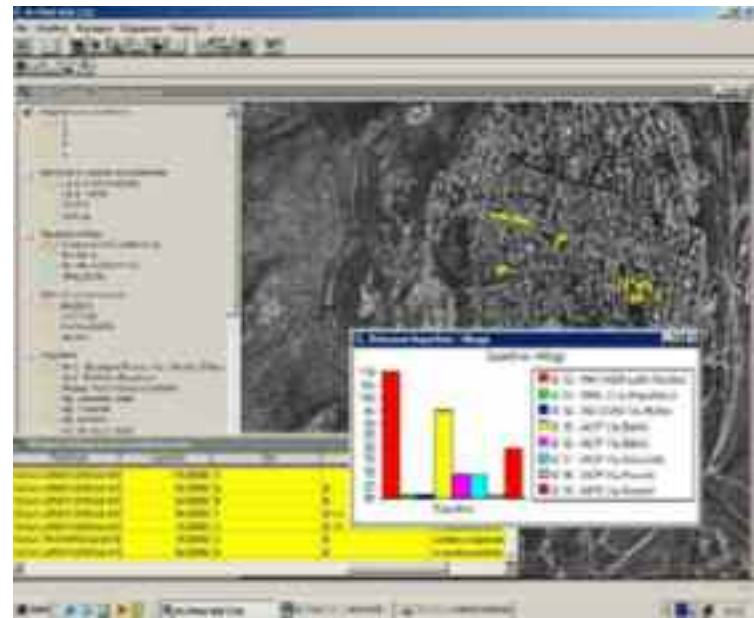
Per verificare la funzionalità e la congruenza del sistema realizzato con questa procedura, è stata progettata un'applicazione che ha avuto come obiettivo la possibilità di rappresentare il rischio sismico come definito dal *Gruppo Nazionale Difesa del Territorio*: sono stati rilevati dapprima gli elementi richiesti per l'individuazione dei coefficienti che caratterizzano la procedura [Esposizione, Pericolosità, Vulnerabilità], e successivamente sono state attribuite differenti cromie alla rappresentazione tridimensionale dei singoli edifici [figg.27-29]. Il sistema consente in tal modo di visualizzare lo stato di conservazione dei manufatti architettonici mediante diversa coloritura il cui aggiornamento cromatico esprimerà gli interventi di recupero eseguiti.

In questo caso gli esiti sono stati positivi poiché si è conservato il dinamismo richiesto: variazione cromatica del modello in funzione della variazione del dato.

In senso più ampio questa procedura può essere applicata nella gestione di piani di manutenzione programmata destinati al patrimonio edilizio dei centri storici, poiché restituisce costantemente un aggiornamento visivo mediante la variazione cromatica del modello grafico legato, ad esempio, all'esecuzione di interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria, prece-

30. Comune di Cassino. SIU: rappresentazione degli edifici in funzione degli enti che hanno sovvenzionato la costruzione: es. INACasa, GescaI etc.

31. Comune di Cassino. SIU: rappresentazione dello stato di conservazione dei singoli edifici.

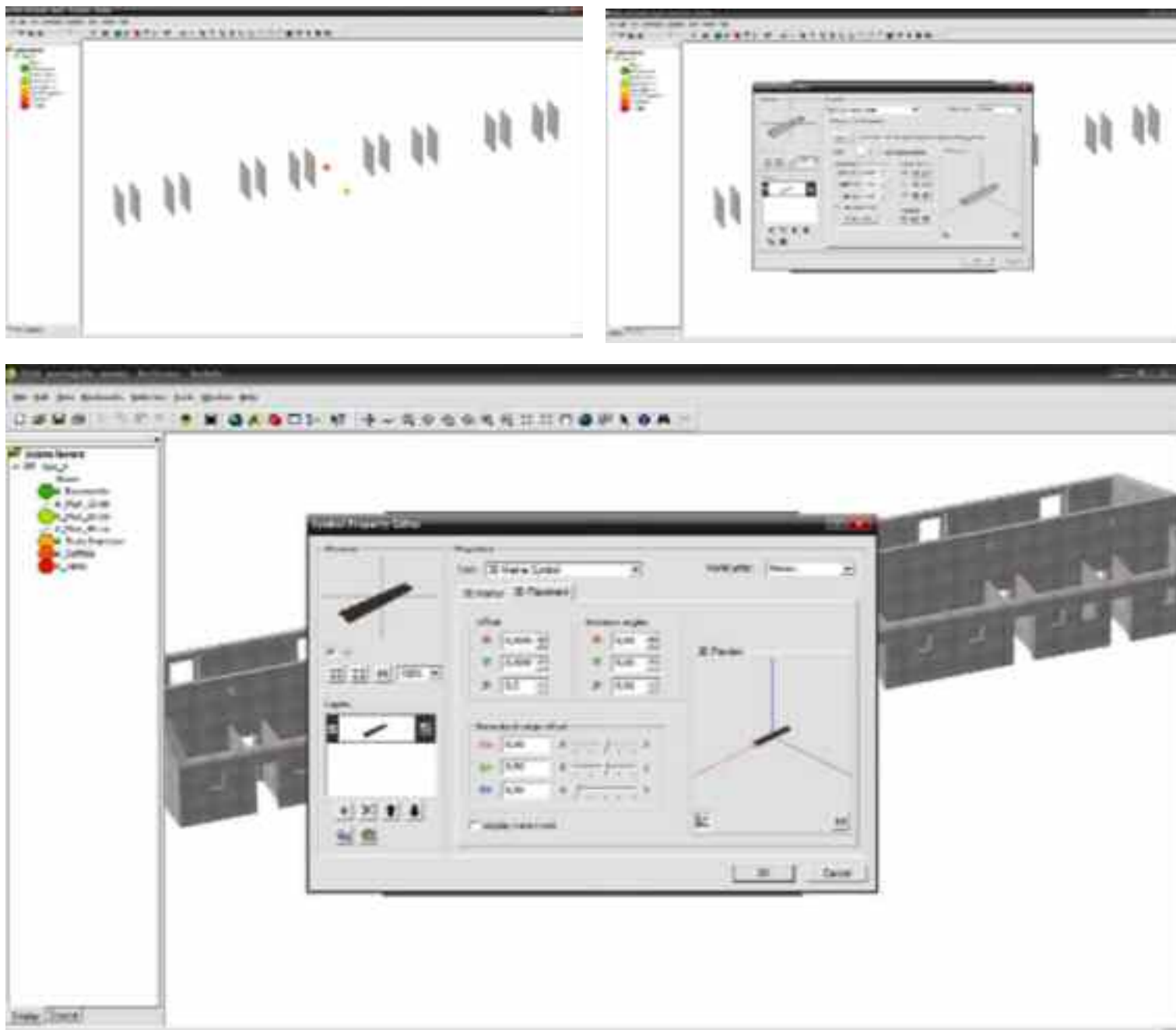


dentemente previsti per i singoli edifici e riportati nel database.

È necessario però precisare che l'informazione rimane comunque connessa soltanto all'involucro esterno dell'organismo edilizio e non ai vani o ambienti che conformano lo spazio architettonico interno.

Sul patrimonio urbano sono stati testati altri SIU come ad esempio quello relativo al patrimonio di edilizia economico-popolare della città di Cassino. L'obiettivo è stato di fornire agli enti preposti, in questo caso l'ATER, uno strumento di conoscenza del proprio patrimonio immobiliare semplice ed efficace [figg. 30-31]. Sono state acquisite informazioni relative alla tipologia edilizia, sistemi costruttivi, sistemi di fondazioni, carat-

32-34. Comune di Cassino. Quartiere Colosseo. SIA: in sequenza si riporta la rappresentazione della procedura di importazione dei singoli elementi architettonici modellati in ambiente CAD esterni al sistema.



teristiche dimensionali degli alloggi, stato di conservazione oltre che date di edificazione, degli interventi di manutenzione, autorizzazioni, materiali di archivio etc..

A questo punto la sperimentazione è passata alla realizzazione del SIA ovvero una struttura informativa che riguardasse singole realtà architettoniche anche particolarmente complesse.

Con il Sistema Informativo Architettonico [SIA] si propone la lettura e l'analisi dei singoli componenti architettonico/edilizi

mediante la scomposizione e georeferenziazione delle parti costituenti il singolo edificio.

Il SIA è stato progettato in modo da essere gestito per i differenti sistemi costruttivi e caratteri tipologici dei manufatti con la finalità di rappresentare e analizzare, nel caso da noi preso in esame, il rilievo del degrado in base al quale pianificare interventi di restauro comprendendo anche la relativa quantificazione dei costi.

È bene ricordare che un modello grafico complesso non riguarda soltanto il contenitore esterno di una architettura, ma anche gli elementi che compongono gli spazi interni ed le eventuali decorazioni. Al contrario l'*editing* dei sistemi informativi non è stato strutturato per rispondere a esigenze di questo tipo²², quindi si interrompe la "comunicazione" tra il modello 3D grafico e l'informazione, *dbase*, da associare.

Per ovviare a questo limite e realizzare comunque una struttura informativa ci si è rivolti, ancora una volta, a supporti di modellazione grafici esterni; dopo uno studio complesso e articolato è stato possibile riuscire ad importare all'interno del sistema il "contenitore" e il "contenuto", ottenendo risultati apprezzabili.

Per l'importazione del modello, non essendo sufficiente usare il metodo della georeferenziazione, come per le geometrie elementari dei SIU, è stato essenziale mettere a punto una procedura più articolata le cui fasi sono:

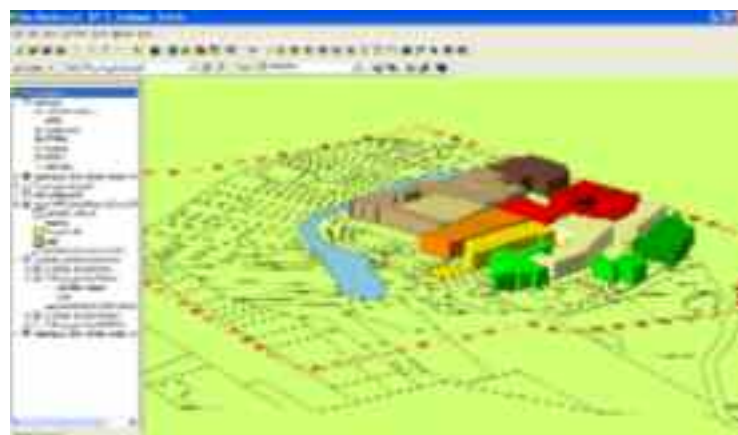
1. realizzazione, in ambiente CAD, di un sistema di riferimento relativo all'oggetto da importare, la cui origine rappresenterà uno pseudo "punto fiduciale" a cui si collega, per la georeferenziazione, il modello realizzato;
2. individuazione di un volume di ingombro costituito da un parallelepipedo regolare per tutti i singoli oggetti omogenei (ad esempio: tramezzi interni, mura esterne, scale, solai ecc.);
3. definizione di almeno una delle tre dimensioni (x,y,q) degli oggetti contenuti all'interno del singolo parallelepipedo per conservare il rapporto di scala;
4. individuazione del centro della base di ciascun parallelepipedo rispetto al quale, per differenza, si posizioneranno i punti delle coordinate relative (x;y;z) da importare;
5. georeferenziazione del centro che sarà in questo modo proiettato all'interno del SIA e con esso, chiaramente, tutto il contenitore ed il contenuto a cui si riferisce.

In questo modo ogni singolo oggetto sarà ubicato esattamente nello spazio geografico del *datum cartografico* scelto e quindi per ogni suo punto sarà possibile la lettura delle coordinate geografiche: ogni elemento sarà dunque un dato locazionale a cui è possibile associare gli attributi strutturati in congruenti banche di dati [figg.32-34].

Questa procedura, risultata funzionale per applicazioni relative alle analisi di varia natura sui singoli componenti l'organismo edilizio, è solo una di quelle che possono essere utilmente applicate a problematiche di questo tipo.

Il SIA così strutturato consente anche di importare immagini raddrizzate di cortine edilizie, spalmate sul modello tridimensionale.

Un sistema come quello descritto rappresenta certamente uno strumento molto articolato, ma di uso semplice ed altamente efficace, soprattutto in alcune operazioni di rilievo, poiché attribuisce ad ogni elemento che emerge dal processo di discretizzazione, l'associazione con una banca costituita sia da dati alfanumerici che iconografici storici o infografici.

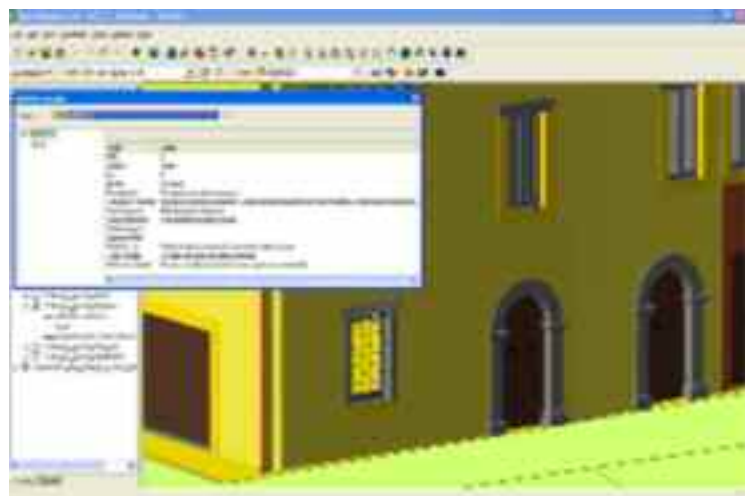
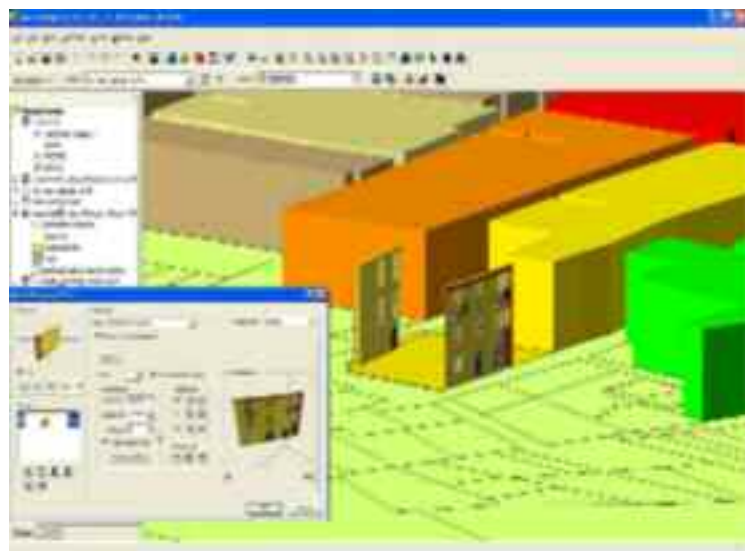


Il risultato che abbiamo ottenuto ha riguardato in primo luogo la realizzazione di diverse strutture informative per centri storici limitrofi alla nostra sede, che potessero essere reiterate, e cioè riapplicate, su realtà urbane con caratteristiche simili a quello oggetto del nostro studio, ma anche l'individuazione delle potenzialità e dei limiti operativi di questi importanti strumenti di rappresentazione e gestione del territorio [figg. 35-49].

38. Comune di S. Giorgio a Liri. Centro storico. SIA: visualizzazione della scomposizione topologica del modello grafico elaborato in ambiente CAD e importato all'interno del sistema.

39. Comune di S. Giorgio a Liri. Centro storico. SIA: esempio di interrogazione del sistema sui singoli componenti il modello architettonico. Gli esiti sono funzione dei dati inseriti all'interno del dbase.

40. Comune di S. Giorgio a Liri. Centro storico. SIA: nella tabella dei contenuti sono riportati tutti i dati di rilievo dell'edificio analizzato. Nel dettaglio lo studio dell'attrezzatura muraria.



41. Comune di S. Giorgio a Liri. Centro storico. SIA: esempio di collegamento di una immagine raster, raddrizzata senza discontinuità nel collegamento con la banca di dati.

42. Comune di S. Giorgio a Liri. Centro storico. SIA: esempio del rilievo del degrado con l'applicazione delle Normal.

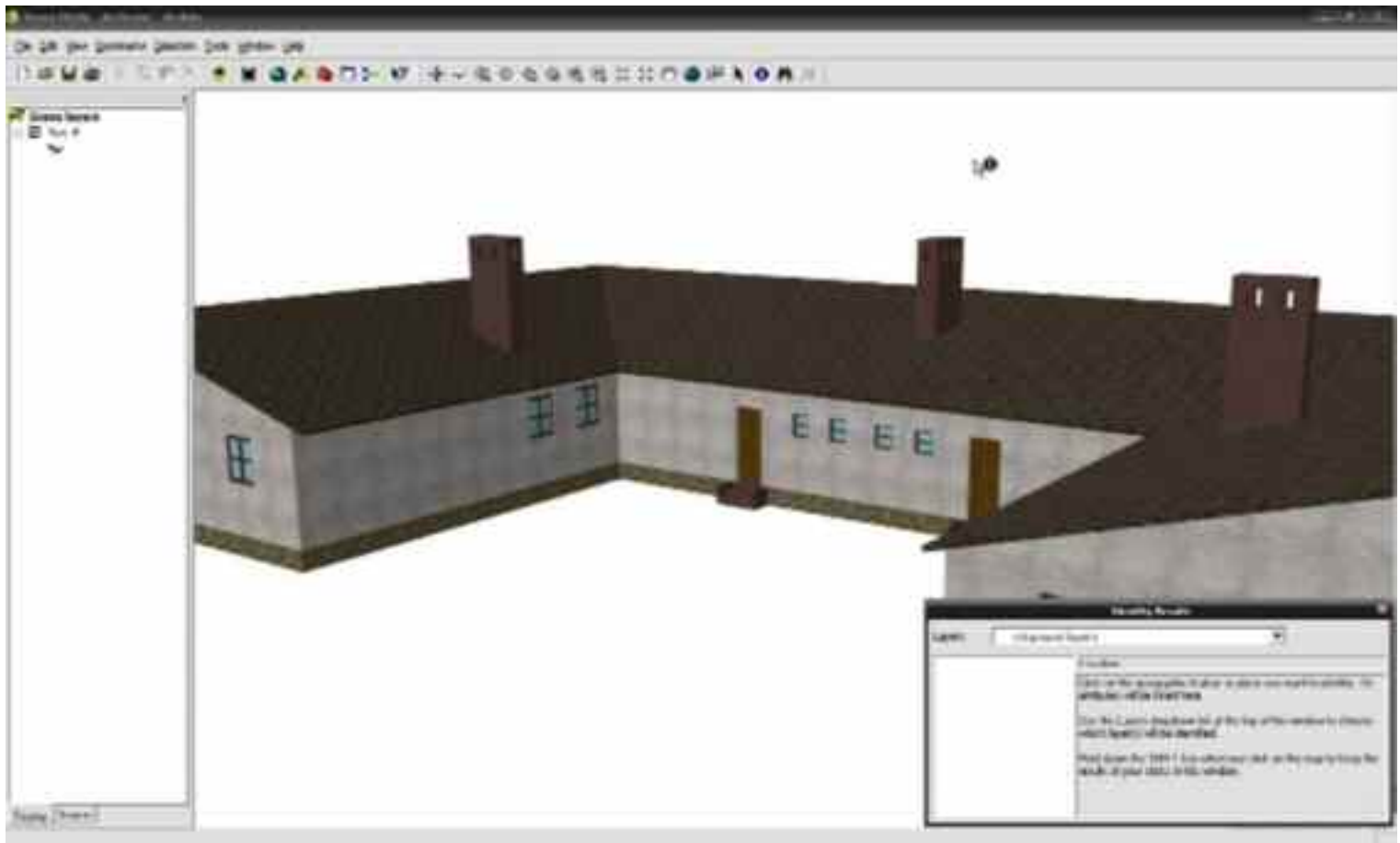
Certamente essi sono un autentico percorso in grado di incidere sul metodo di ricerca²³, ma nel contempo sono pesantemente condizionati dalla progettazione di banche di dati contenenti informazioni di natura alfanumerica e/o iconografica, indefinitamente implementabili nel tempo; banche dati da collegare alla rappresentazione dell'oggetto di studio che viene gestita dal sistema in vista zenitale o tridimensionale.

È bene infatti ricordare che questi strumenti, per le loro caratteristiche intrinseche sono comunque soggetti da un lato all'interpretazione del dato di analisi e dall'altro al modello grafico, anche esso comunque astrazione della realtà.

In conclusione e dopo le varie applicazioni condotte su vari oggetti di studio a varie scale di rappresentazione, i Sistemi Informativi devono essere considerati a pieno titolo come importanti strumenti di supporto per la conoscenza, lo studio e l'analisi del territorio, delle città e dell'architettura.



43-49. Comune di Cassino. Quartiere Colosseo. SIA: in sequenza si riportano alcune interrogazioni che il sistema consente di realizzare anche all'interno del modello grafico architettonico. Gli esiti sono riportati nelle schermate in basso e dipendono, chiaramente, dai contenuti delle banche di dati.



NOTE

Si ringraziano per la partecipazione al lavoro di ricerca del DART: ing. Sara Mattei, ing. Filippo Pensiero, ing. Alessandro Verrecchia, ing. Marta Salvatore, ing. Vincenzo Di Vizio.

¹ Nel 1987 con il *Rapporto Brundtland*, si definisce il concetto di sviluppo sostenibile come sviluppo "capace di soddisfare i bisogni dell'attuale generazione senza compromettere i bisogni delle generazioni future" (*World Commission on Environment and Development, 1987*). Tale definizione si basava sulla considerazione che un ambiente degradato e depauperato nelle sue risorse non fosse in grado di garantire uno sviluppo durevole e socialmente accettabile. La protezione dell'ambiente non veniva più considerata un vincolo allo sviluppo, bensì una condizione necessaria per uno sviluppo duraturo.

² Gli obiettivi della Prima Conferenza Nazionale per il Paesaggio di Luca Odovaino, - Coordinatore scientifico e Consulente per le Politiche Ambientali, Ministero per i Beni e le Attività Culturali

³ L'influenza del dominio abbaziale benedettino nella Terra di S. Benedetto ha fortemente influenzato sia l'origine che lo sviluppo successivo di questo paesaggio.

⁴ La catena montuosa degli Ernici, Ausoni, Lepini, Mainerde etc., e i fiumi Garigliano, Liri, Sacco, Cosa, Rapido etc., il Parco Nazionale d'Abruzzo, la Valle di Comino; la valle di Roveto etc..

⁵ Organizzato come una struttura satellitare con importanti arterie di comunicazione e imponenti opere di bonifica delle aree pianeggianti.

⁶ È significativa la definizione di "centro storico" di Roberto Pane: [...] *un sito urbano che oltre ad avere valore estetico e storico, originalità e omogeneità della composizione urbana è soprattutto vissuto. Il centro storico non dipende dall'origine temporale poiché l'aggettivo storico si riferisce a tutta l'evoluzione della storia e non significa affatto antico o di un'epoca stabilita. L'importanza di un centro storico risiede nella città e nel valore della vita associata che lo caratterizza più che nella ricchezza dei suoi monumenti architettonici.*

⁷ Sono molteplici le realtà territoriali di questa regione geografica in cui gli aspetti urbani sono fortemente connessi a quelli naturalistici. È sufficiente pensare, a titolo esemplificativo, al comune di Posta Fibreno in cui il centro storico sovrasta la riserva naturale del lago sottostante.

⁸ La Regione Lazio ha recentemente emanato le linee guida per l'elaborazione del progetto esecutivo per il secondo "Bando di concorso per il recupero ed il risanamento delle abitazioni nei centri storici minori del Lazio" D.G.R. 354/2004; 419/2006; G.R. 72/2007.

⁹ Secondo la teoria formulata da Luca Beltrami

¹⁰ C. GAMBARDILLA, *La rappresentazione e la rappresentazione della conoscenza*, in M. dell'Aquila e A. De Rosa (a cura di), "Realtà virtuale o dimensione reale?" Napoli 2002.

¹¹ C. GAMBARDILLA, *La re-istituzione dell'ambiente antropico come rappresentazione multidimensionale del patrimonio ereditato: il rilievo Multicriteri@ del costruito*, in "Sirena città storica, studio di fattibilità per l'avvio di un programma pilota di intervento per l'eliminazione dei "bassi" ricadenti in area Quartieri Spagnoli a monte di via Toledo", Napoli 2002.

¹² Esistono molteplici definizioni delle strutture informative territoriali ma quella che, secondo noi, si avvicina maggiormente all'uso che ne facciamo è la seguente: "una raccolta integrata di hardware, software, dati [georeferiti] e personale che operano in un contesto istituzionale" (Maguire, 1991).

¹³ P. MAURELLI, *I Sistemi Informativi Territoriali (SIT) come contesti di rappresentazione e interazione*, in *La rappresentazione per la conoscenza dell'ambiente urbano e del territorio*, Atti del Seminario 8 novembre 2006 (a cura di) Maria Martone, Edizioni Kappa.

¹⁴ Patrick MAURELLI, *op. cit.*

¹⁵ R.J. ASPINALL, *GIS and landscape conservation*. In P.A. LONGLEY, M.F. GOODCHILD, D. MAGUIRE, and D.W. Rhind, 1999, *Geographical Information Systems*, 2 Volume Set., New York: John Wiley & Sons. pp. 967 – 980.

¹⁶ I SIT progettati riguardano i comuni di Gaeta, Villa S. Lucia, Piedimonte S. Germano

¹⁷ In letteratura sono già stati realizzati alcuni Sistemi Informativi finalizzati

alla conservazione del patrimonio culturale, in particolare la "Carta del Rischio", progettata da Giorgio Accardi e voluta dall'Istituto Centrale del Restauro.

¹⁸ G. ACCARDO, *La schedatura conservativa: esperienze dell'ICR in relazione alla Carta del Rischio*, Direttore Laboratorio di Fisica e Controlli Ambientali dell'Istituto Centrale per il Restauro

¹⁹ Implementare le visualizzazioni 3D è nella aspirazioni di tutte le società produttrici di software GIS

²⁰ Un datum è un sistema geodetico di riferimento da cui le misure sono effettuate. Il datum utilizzato è un'informazione fondamentale nelle applicazioni GIS (Sistemi Informativi territoriali) poiché permette di localizzare la cartografia che si sta usando e sovrapporla correttamente con altra cartografia proveniente da diversi soggetti. Le norme UNI norma UNI EN 933-1 e il Documento di Intesa tra Stato, Regioni e enti Locali hanno stabilito che sia usato come datum cartografico il sistema UTM- WGS84

²¹ TIN (Triangulated Irregular Network), DEM (Digital Elevation Model); DTM (Digital Terrain Model)

²² Bando di concorso per il recupero ed il risanamento delle abitazioni nei centri storici minori del Lazio" D.G.R. 354/2004; 419/2006; G.R. 72/2007

²³ Partiamo dalla considerazione che gli attuali GIS in commercio difettano, come già ampiamente detto, di editing 3D di dettaglio o meglio di geometrie particolarmente complesse di cui sovente si compongono le nostre architetture. Di recente le case produttrici stanno indirizzando i loro interessi proprio verso questi requisiti per le sempre maggiori sollecitazioni indotte dal mercato.

²⁴ M.F. GOODCHILD, *GIS and geographic research*. in John PICKLES, editor, *Ground Truth: The Social Implications of Geographic Information Systems*. New York: Guilford 1994, pp. 31–50.