

# Integrazione di tecniche informatiche per la conservazione della Memoria Storica. Il centro urbano di S. Pietro Infine

## *Integration of Computer Science Techniques for the preservation of historical memory. The case study of San Pietro Infine*

Michela Cigola, Assunta Pelliccio,  
*Laboratorio di Documentazione, Analisi, Rilievo dell'Architettura e del Territorio,  
Dipartimento di Meccanica, Strutture, Ambiente e Territorio, Università di Cassino*

### Abstract

La sperimentazione che si presenta in questo articolo è un corollario delle esperienze condotte con le ricerche PRIN 2006 e PRIN 2008, che avevano come focus l'uso e l'approfondimento dei Sistemi Informativi territoriali, che il nostro gruppo ha testato a diverse scale trovando in essi un validissimo supporto all'analisi ed al rilievo. Abbiamo pensato di far dialogare i sistemi GIS con la tecnologia laser scanner, strumenti uno per rappresentare e l'altro per rilevare basandoci sul fatto che entrambi gli approcci operativi, GIS e Scanner Laser trattano elementi topologici [punti] proiettati in determinati Datum cartografici. In sintesi si propone di individuare una procedura in grado di confrontare/leggere il modello 3D-Digital Surface Model (DSM), risultato dell'elaborazione della nuvola di punti georeferenziati acquisiti con la scansione, all'interno di strutture G.I.S. verificando la possibilità di associare ad esso, banche di dati complesse con contenuti che riguardano anche gli elementi del rilievo tradizionale. In questo modo si tenta di informatizzare la conoscenza singolare e sistemica di architetture o nuclei urbani e la rappresentazione con modelli 3D interattivi risultati di un rilievo strumentale. La sperimentazione sarà condotta sul centro urbano di San Pietro Infine, in provincia di Caserta, tessuto urbano di grande interesse, poiché è rimasto immutato dal momento in cui fu distrutto dai bombardamenti alleati durante l'ultima guerra.

*Aim of this article is a corollary of experiences with the research and 2006 PRIN PRIN 2008, who had as focus the use and development of GIS, which our group has tested at different scales and found in them a very valuable support for analysis and survey. We decided to link and connect GIS systems with laser scanner technology, tools, one to represent and the other to survey based on the fact that both have a topologic basis [made of point, lines or polygons. Therefore the research is intended to define a procedure to read as geo-referred 3D Digital Surface Models (DSM), the cloud of points generated by laser scanning, and linking, at the same time, this complex databases with the results of traditional survey techniques. The final goal is represented by the production of a unique informational interactive 3D model, representing with the maximum precision, the architectural and urban environment of concern. The case of study is the city of San Pietro Infine, an urban center of great interest, since it has been the same since it was destroyed by Allied bombing during the war.*

**Keywords:** Architectural survey, GIS, historical memory, Laser Scanner.

Nel settore del rilievo e della documentazione, e più in generale in quello della conoscenza dell'architettura e della città, negli ultimi anni si sono verificati importanti mutamenti legati a nuove tecnologie che hanno consentito lo svolgimento di analisi di vario genere, ovvero la possibilità di confrontare in maniera simultanea e dinamica la molteplicità dei dati, molto eterogenei, degli oggetti architettonici/urbani, indipendentemente dalla finalità del rilievo, e migliorato, quindi, le conoscenze delle caratteristiche dell'oggetto stesso. Tecnologie basate sull'immagine (fotogrammetria o i G.I.S.), su range (laser scanner) o sul rilevamento topologico e metrico (Total station), sono strutturate sulla restituzione o creazione di modelli grafici 3D. Per siti architettonici o urbani particolarmente complessi, come i centri storici italiani, in cui la comprensione del "concatenamento" strutturale e tipologica è fondamentale per la scelta degli interventi più idonei di recupero, è però necessario ricorrere spesso all'uso di differenti tecnologie e alle procedure tradizionali del rilievo.

L'esperienza che viene descritta in questo articolo è sostanzialmente la possibilità di provare ad interfacciare e far dialogare un sistema informativo territoriale, grande strumento di rappresentazione, con gli esiti di un rilievo a scansione laser a cui associare un database complesso, risultato di una procedura tradizionale del rilievo.

Con queste premesse, abbiamo scelto un caso di studio San Pietro Infine, un piccolo comune posto al confine tra le regioni del Lazio, Campania e Molise, che ben si presta ad essere teatro di queste nostre sperimentazioni.

Nel nome del comune è manifesta la sua posizione confinaria (*in finis*, cioè sul limitare, sul confine) probabilmente della Terra di S. Benedetto; oppure un richiamo al suo essere posta su una curva (*sinus*, cioè curva) quasi un'ansa descritta dalla via Casilina proprio in prossimità del paese.

Fondato tra il VI ed il III sec. a.C., dopo un'epoca Osca e Sannita, viene conquistato dai Romani che pongono il primo nucleo del tessuto urbano, ad impianto ippodameo, probabilmente un *castrum* a guardia di un passaggio strategico della via Casilina. Attorno al nucleo romano nasce e si coagula il borgo medievale. Il tessuto urbano si sviluppa molto poco fino alla Seconda Guerra Mondiale, periodo in cui il comune, situato proprio al centro dei combattimenti tra Alleati e tedeschi, nel 1943 fu distrutto da quindici giorni di bombardamenti diventando un cumulo di macerie, come documentato dal film "La Battaglia di San Pietro" di John Huston (1). I cittadini di San Pietro, in fuga dalle rappresaglie tedesche e senza più un paese in cui nascondersi, furono costretti a trovare rifugio in grotte naturali che vennero da loro ampliate con un durissimo lavoro condotto con qualunque attrezzo riuscissero a reperire.

Nel 1950 iniziò un piano di ricostruzione che, rigettò la logica del "dov'era com'era" e diede ai sanpietresi superstiti un nuovo centro dove vivere, collocato più a valle, vicino ma distinto dalle rovine del vecchio paese che rimarrà per decenni intatto, a testimonianza di quel tragico evento. Oggi il paese si presenta diviso in due parti ben distinte (Figura 1), quella più in alto con le rovine della guerra e il paese nuovo più a valle (2).

Da alcuni anni la Giunta Comunale ha deciso di porre mano al paese distrutto, iniziando una lenta ma costante ed assidua opera di bonifica e restauro delle abitazioni di cui era formato il centro antico. Ogni edificio viene svuotato dei detriti del bombardamento, poi le povere cose della semplice vita interrotta nel 1943 (pentole, stoviglie, mobili, quaderni ecc ecc.) vengono esaminate ad alcune trovano posto nel Museo che fa parte del "Parco della Memoria". Tale Museo, ricavato all'interno di un vecchio frantoio, recuperato solo da qualche anno, rappresenta il punto focale del Parco della Memoria, opera di Carlo Rambaldi, che attraverso un allestimento interattivo consente al visitatore di ripercorrere le fasi della distruzione ed i momenti salienti dei mesi che ne seguirono.

Il nostro gruppo di ricerca ha stipulato una Convenzione di Ricerca con il comune di San Pietro Infine (3) ed abbiamo iniziato a collaborare per l'analisi, la documentazione ed il restauro del centro antico.

Il percorso di conoscenza del sito è iniziato seguendo le procedure che il Gruppo Nazionale Difesa del Territorio, ha messo a punto per il terremoto dell'Umbria: si tratta di una schedatura degli edifici del tessuto urbano che individua l'ubicazione, anche in relazione ad edifici contigui, la geometria, l'impianto strutturale, gli elementi di completamento e in particolare pone l'accento sull'analisi dell'apparecchio murario e del degrado, fondamentale per programmare con esattezza i lavori necessari al recupero o anastilosi. Le analisi effettuate sono state, pertanto, quelle basilari in ogni lavoro di rilievo, ed hanno compreso rilevamenti diretti, campagne fotografiche, raddrizzamenti da fotografie, analisi della muratura e molto altro.

Queste schede sono state inserite all'interno di un DBMS (*Database Management System*) collegato ad un sistema informativo bidimensionale sull'impianto catastale del sito.

Dopo la fase di rilievo diretto, sempre in collaborazione con il Comune, abbiamo iniziato una campagna di rilevamento Laser Scanner, a partire da quella che oggi è la piazza principale del centro antico dove è sito il Museo Rambaldi (Figura 2).

Per l'Amministrazione comunale sono, inoltre, particolarmente significative, per la memoria storica dei sampietresi, le "grotte della sopravvivenza", che quindi sono state oggetto di un ulteriore ed inusuale rilievo a scansione. Un oggetto totalmente privo di valori monumentali o architettonici, ma di grandissimo valore storico ed emozionale (Figura 3). La vita in queste grotte, ovviamente, non

era facile. Alla mancanza di acqua e cibo si associava il freddo e la mancanza di igiene. La notte ci si ammassava all'interno per il freddo, e la mancanza di spazio obbligava le persone a dormire accovacciati. Ma, nonostante tutto, queste "cavità" permisero a più di 500 persone di salvarsi, e sono oggi la testimonianza più tragica di quel periodo.

Dall'analisi dei rilievi a scansione laser il problema più annoso emerso è quello della segmentazione/classificazione della *mesh* che pur essendo stata preordinata dall'operatore sulla base di un criterio logico, in modo da creare sotto-oggetti primari da classificare o segmentare per uniformità tipologiche, geometriche ecc. essa si presenta come un unico oggetto senza distinzioni fra insiemi di singole entità che abbiano in comune determinate proprietà (fondamentali nello studio di architetture e nello specifico di una realtà così complessa come questa di S. Pietro Infine). Ad oggi non esistono procedure standardizzate e software consolidati per migliorare la classificazione della *mesh*.

I sistemi informativi, invece, a grandi scale di rappresentazione, consentono un adeguato processo di segmentazione dell'organismo architettonico, a partire dall'impianto planimetrico ai singoli componenti strutturali e tipologici: è possibile, infatti, scomporre il modello grafico 3D nella totalità degli elementi che lo compongono ed associare ad essi banche di dati (4) (Figura 4).

Da queste considerazioni emerge con chiarezza che poiché il rilievo a scansione laser e i sistemi informativi trattano gli elementi [punti, linee o poligoni] da un punto di vista topologico e quindi georeferenziati è possibile importare il modello 3D-Digital Surface Model (DSM), risultato dell'elaborazione della nuvola di punti acquisiti con la scansione, all'interno di strutture G.I.S., a cui sono collegati database complessi, creando così modelli non soltanto grafici ma anche metrici e documentari.

Per testare queste possibilità è stata condotta una sperimentazione su due provini di manto stradale in conglomerato bituminoso convenzionale e drenante (5). La scelta è stata dettata da due esigenze: la necessità di oggetti di dimensioni ridotte e geometricamente semplici, in modo da riuscire a gestire adeguatamente la nuvola di punti del rilievo a scansione all'interno di un sistema informativo; l'uso di un materiale particolarmente omogeneo con ridotte discontinuità.

Per il rilievo a scansione laser sono stati usati sia il Leica HDS 3000 (6) che il Minolta VIVID-700 (7), il primo destinato a grandi superfici, il secondo a oggetti archeologici. Sono stati eseguiti differenti rilievi in differenti condizioni ambientali su medesime basi di appoggio.

È noto, inoltre, che gli apparecchi a scansione laser consentono di registrare, oltre alle informazioni geometriche, anche i valori di riflettività dei materiali, coefficiente radiometrico (*Intensity at last pick point*), ovvero la risposta cromatica differente che il laser fornisce per materiali con caratteristiche chimiche e fisiche differenti. Questo determina una variazione cromatica dei punti acquisiti, la quale non corrisponde ai colori reali ma in ogni caso consente di distinguere i diversi materiali di cui è costituito l'oggetto rilevato.

Dall'analisi di un numero elevato di punti, e sono stati ricavati dei *range* di riflettività per ciascun materiale riconosciuto dal confronto al vero dei provini. Il rilievo con il laser scanner permette dunque di associare a ciascun punto rilevato un valore numerico funzione della propria riflettività, tale valore risulta essere compreso in un *range* che varia da materiale a materiale, e rimane simile in condizioni differenti. Compito del rilevatore è dunque associare a ciascun intervallo di valori il materiale corrispondente sulla base dell'osservazione al vero.

I sistemi informativi, invece, leggono, per ogni punto  $P(x;y;z)$ , il valore cromatico del RGB (Modello Red, Green, Blue) e li segmentano per *layers* consentendo un'organizzazione ordinata dei diversi materiali a cui corrispondono diverse colorazioni. Questa caratteristica dei sistemi informativi, a nostro avviso, è di grande ausilio nel miglioramento del processo di segmentazione della fase *post processing* della tecnica laser scanning.

L'importazione, infatti, dei rilievi all'interno del sistema informativo ha individuato i differenti materiali e li ha segmentati per *layer* come risulta delle immagini. Per testare la corrispondenza dei diversi materiali è stata anche eseguita un'analisi a vista con la sovrapposizione di una foto ortorettificata del provino e l'esito del rilievo, che ha dato esito positivo (Figura 5).

Questa operazione consente quindi di avere un rilievo metricamente corretto (*laser scanning*) con

una adeguata segmentazione della *mesh* (importazione nel GIS) e l'associazione di un database complesso.

La fase successiva riguarderà l'individuazione di un algoritmo che consenta una riduzione dei punti della nuvola per migliorare la gestione del risultato del rilievo all'interno del sistema informativo.

S. Pietro Infine rappresenta per noi un importante laboratorio per sviluppare sinergie tra differenti tecnologie ma soprattutto ci consente una significativa esperienza connessa alla documentazione ed alla conservazione del patrimonio architettonico e urbano: un'esperienza unica dettata dalla visita di queste rovine che lasciano un segno indelebile.

Ci piace chiudere questo intervento con le parole che si possono leggere sul sito del "Parco della Memoria", creato e gestito dagli eredi di coloro che vissero quei giorni: "*Per fortuna la pace ha vinto e a noi spetta ora il compito di insegnare l'amore per la pace testimoniando l'orrore della guerra*" (6).

## Note

1 - *John Huston era uno dei grandi registi arruolati perchè anche Hollywood desse il suo contributo. Assieme a lui lavoravano per le forze armate americane John Ford, Frank Capra, William Wyler. Huston era il più giovane, aveva raggiunto la fama col film "Il falcone maltese". Doveva girare la liberazione di Roma. Bloccati sulla linea Gustav, i generali americani gli chiesero di girare qualcosa che spiegasse al pubblico a casa perchè l'avanzata si era fermata.*

2 - *Le rovine di San Pietro furono scelte nel 1959 da Mario Monicelli come scenografia del film "La grande Guerra", con Alberto Sordi e Vittorio Gassman*

3 - *Convenzione quadro stipulata nel maggio 2011 "Integrazione di tecniche informatiche, per il rilievo e la rappresentazione del patrimonio architettonico-urbano nel centro antico di S. Pietro Infine". Responsabile per il Dipartimento di Ingegneria Civile e Meccanica: Arch. Assunta Pelliccio, responsabile per il Comune di San Pietro Infine: arch. Paolo Luigi Vacca.*

4 - *Per ulteriori dettagli confronta Pelliccio A, "Sistemi informativi per la gestione e valorizzazione del patrimonio urbano. Dal SIT al SIA, rappresentazione per i centri storici" in Sistemi Informativi integrati per la Tutela, la Conservazione e la Valorizzazione del Patrimonio architettonico e urbano. Ricerca MIUR PRIN COFIN 2006 Coordinatore scientifico nazionale Mario Centofanti, a cura di S. Brusaporci, Roma Gangemi Editore 2010; pp. 218-232. ISBN 978-88-492-1860-2*

5 - *I provini sono stati forniti dal prof. Mauro D'Apuzzo, docente di Strade presso l'Università di Cassino.*

6 - *Le caratteristiche tecniche del Leica HDS 3000 sono le seguenti: massimo angolo di scansione: 360°x270°; Dimensione dello spot: ≤6mm a 50m; Precisione di posizionamento: 6mm a 50m; Spaziatura minima tra i punti: 2mm; Tasso di campionatura: 1800p/sec; Portata ottima: 1m-100m; Principio di funzionamento: tempo di volo. La strumentazione è stata fornita dal Dipartimento R.A.D.A.A.R. dell'Università La Sapienza di Roma.*

7 - *Le caratteristiche tecniche del Minolta VIVID-700 sono le seguenti: Area di scansione: 7x7cm-110x110cm; Tempo di scansione: 0.6sec; Portata ottima: 0.6m-2.5m; Accuratezza relativa: 0.11mm a 60cm; Accuratezza assoluta: 2-3%; Principio di funzionamento: triangolazione. La strumentazione è stata fornita dal Dipartimento R.A.D.A.A.R. dell'Università La Sapienza di Roma.*

8 - *Sito "Parco della Memoria di San Pietro Infine" <http://www.parcodellamemoriastorica.com/web/>*

## Bibliografia

Baltsavias M., *Recording, (2006). Modeling and Visualization of Cultural Heritage: Proceedings of the International Workshop, Ascona, Switzerland, May 22-27, 2005, Taylor & Francis.*

Bianchini C., (2004). *Modelli interattivi esplorabili in rete: nuove applicazioni del 3D Web Browsing al settore dei Beni Culturali. in Disegnare idee immagini, rivista del Dipartimento RADAAR n° 28, Gangemi, Roma.*

Cigola M., Pelliccio A., (2005). *Análisis, documentación y recuperación de centros históricos con sistemas de información geográfica (g.i.s.), in Actas XVII Congreso Internacional de INGEGRAF. De la tradición al futuro. Departamento de Ingeniería Gráfica., Universidad de Sevilla., Sevilla.*

Cigola M., Pelliccio A, Vallerotonda M., (2009). *Sistemi Informativi per il patrimonio urbano. Riflessioni ed applicazioni, in "DisegnareCon" rivista digitale dell'Università di Bologna, n. 2.*

Docci M., Gaiani M., Migliari R., (2001). *Una nuova cultura per il rilevamento*. in *Disegnare idee immagini, rivista del Dipartimento di Rappresentazione e Rilievo* n°23, Gangemi, Roma, pp. 37-46.

Docci M., (2005). *L'uso della Riflettanza: un nuovo capitolo per il restauro delle superfici*, in *Metodologie Innovative Integrate per il Rilevamento dell'Architettura edell'Ambiente*. Roma Gangemi.

Farella E., Brunelli D., Benini L., Riccò B., Bonfigli M.E., (2005). *Pervasive Computing for Interactive Virtual Heritage*, in "IEEE Multimedia", Jul-Sep 2005

Gaiani M., (2001). *Traduzioni dal reale al virtuale in architettura - Un metodo integrato di acquisizione dati e costruzione di modelli digitali tridimensionali*, in R. Migliari(a cura di), *Frontiere del rilievo: dalla matita allo scanner 3D*, Gangemi, Roma.

Gaiani M., Gamberini, E., Tonelli G., (2007). *Realtà Virtuale come strumento di lavoro per il restauro Architettonico e Archeologico: il 3D Virtual GIS "La Via Appia antica"*, in atti convegno *Ut Natura Ars*, Imola University Press, pp. 107-114.

Migliari R., (1997). *Il Modello Digitale Continuo*, in *Disegnare idee immagini, rivista del Dipartimento di Rappresentazione e Rilievo* n° 15 (Gangemi, Roma 1997).

Serravalli A., (2007). *Gis. Teorie e applicazioni*, Milano. ISBN 8875861625, 9788875861629

Wheatly D., (1993). *Going over old ground: GIS, archaeological theory and the act of perception*, in T. Madsen, I. Scollar (eds.), *Computing the past: Computer applications and quantitative methods in archaeology*, CAA 92, Aarhus: Aarhus University Press, pp. 133-138.

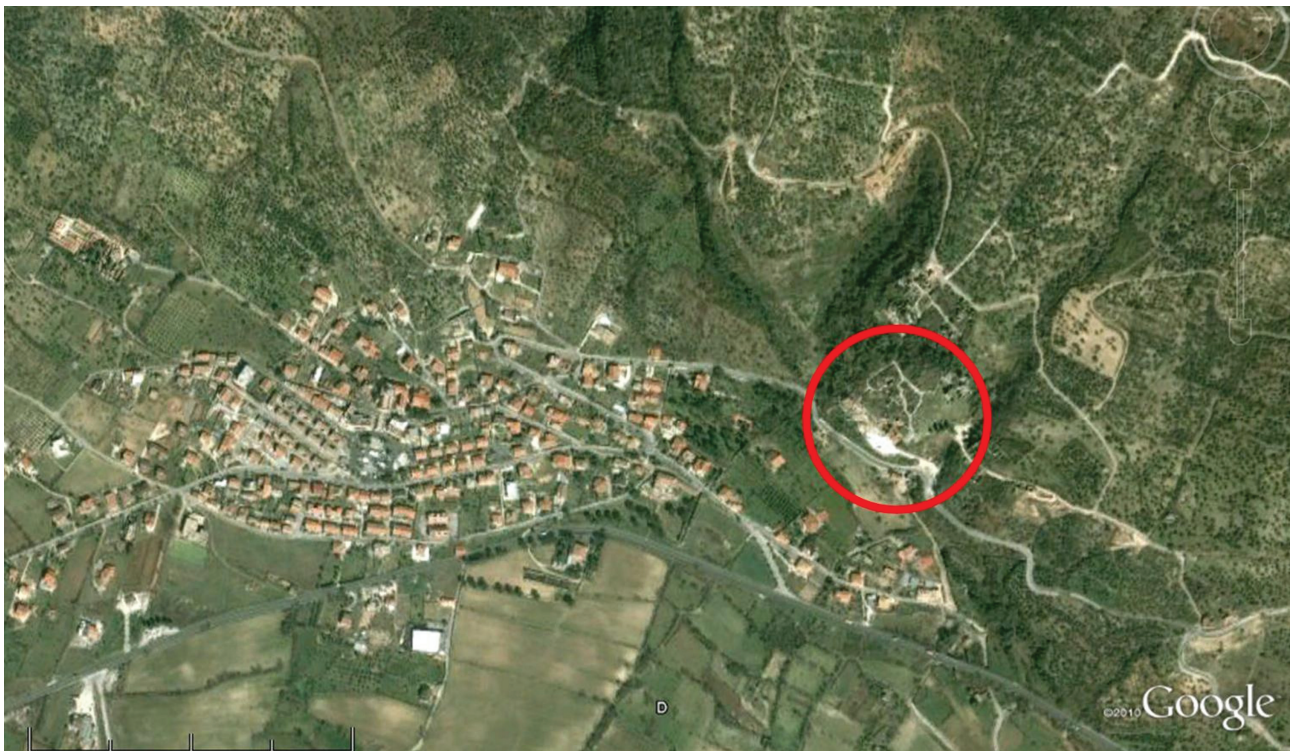


Figura 1. S. Pietro Infine, il paese nuovo a valle e nella parte evidenziata la localizzazione del centro antico. Google earth 2010.

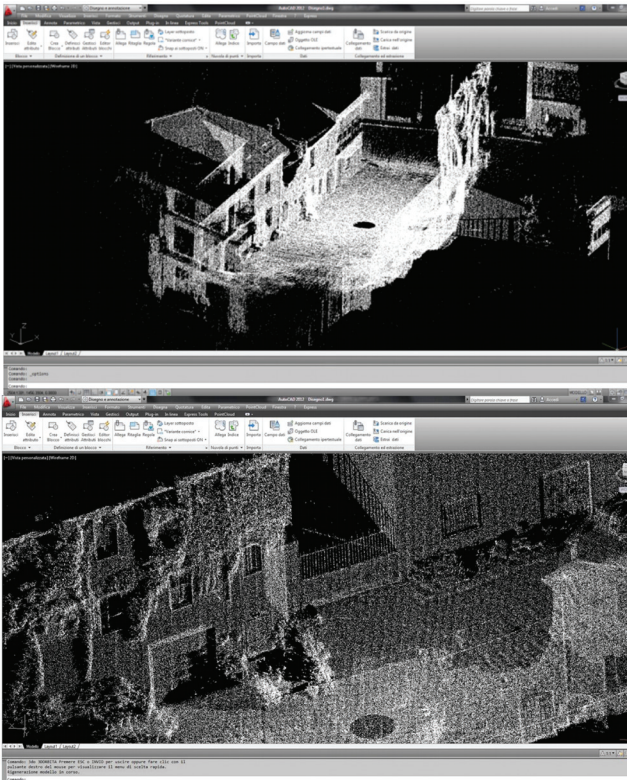


Figura 2. S. Pietro Infine, Rilievo a scansione laser della piazza principale dove è sito il Museo della Memoria. Rilievo eseguito con Leica HDS.

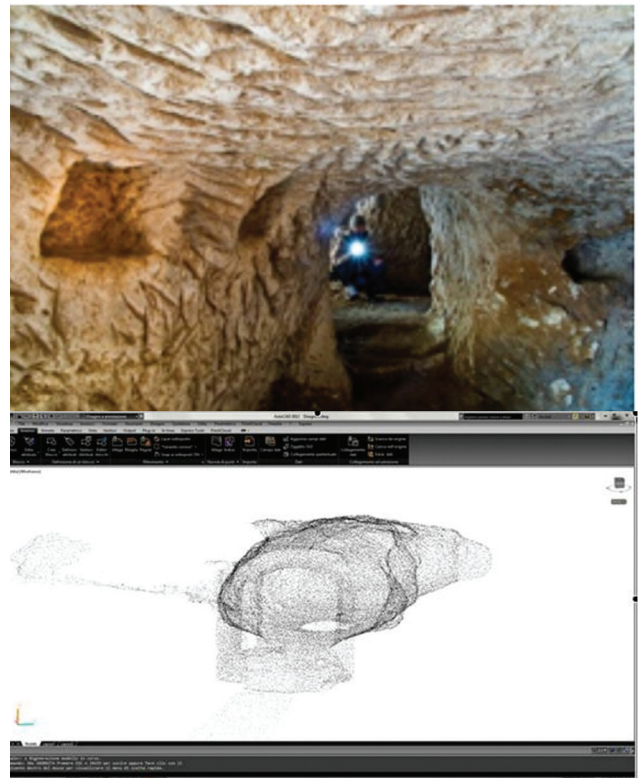


Figura 3. S. Pietro Infine, Una delle «Grotte della sopravvivenza».

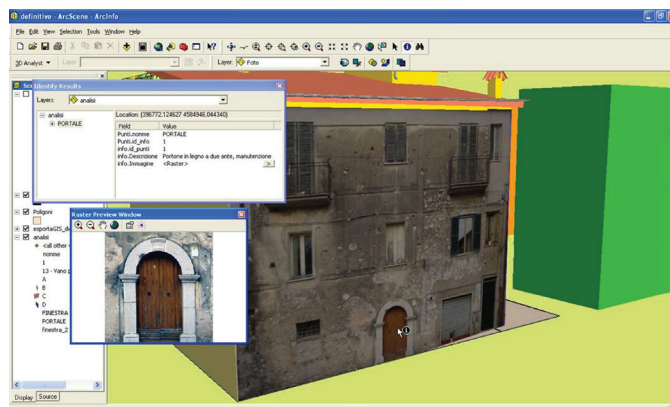


Figura 4. Processo di segmentazione degli organismi edilizi realizzato all'interno di un Sistema Informativo.

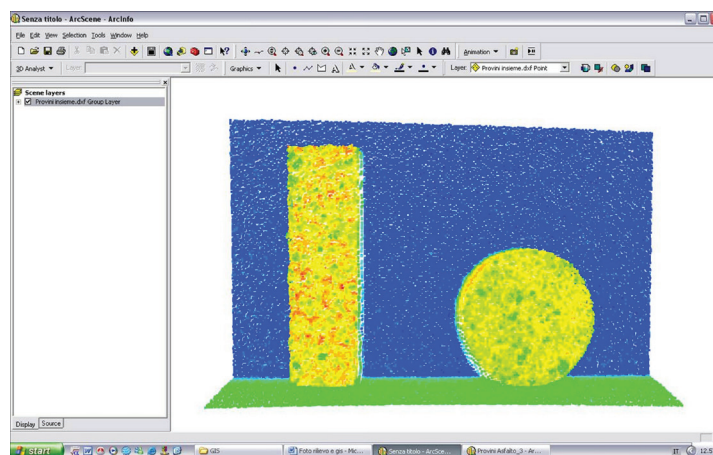


Figura 5. Importazione del rilievo a scansione laser all'interno di un sistema informativo e segmentazione per layer in funzione del RGB.