

TYREGIS: UN GIS PER IL RESTAURO E LA VALORIZZAZIONE DEL SITO ARCHEOLOGICO DI TIRO IN LIBANO

Laura Baratin, Elvio Moretti, Sara Bertozzi

Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo", Dipartimento di Scienze di Base e Fondamenti DiSBef.

Campus Scientifico E. Mattei 61029 Urbino (PU)

ABSTRACT

Il TYREGIS permette di visualizzare ed interrogare i dati inseriti per generare mappe ma anche modelli, tendenze, geostatistica, grafici e report. Il software utilizzato, ArcGIS 10 di Esri, è capofila tra le tecnologie dell'information technology come strumento interoperabile di "problem-solving" che permette di integrare conoscenze da sorgenti multiple tramite l'utilizzo di dati geografici connessi a database in un potente ambiente di geovisualizzazione.

Sono state affrontate diverse problematiche, dai metadati, ai sistemi di georeferenziazione, alla conversione di tabelle degli attributi derivate da elaborati in formato dwg di AutoCAD in shapefile, formato che permette di utilizzare ArcCatalog per gestire il dataset geografico, ArcMap per creare ed elaborare mappe, gli strumenti ArcToolbox per il geoprocessing ed ArcScene per la visualizzazione tridimensionale dei dati.

I punti di sviluppo del progetto sono stati la definizione del sistema di georeferenziazione, l'individuazione delle primitive geometriche, la costruzione del database relazionale, la determinazione della cartografia e la creazione di schede collegate tramite hyperlink.

GIS PER L'ARCHEOLOGIA: ASPETTI GENERALI

L'impiego del GIS si è diffuso, ormai da parecchi anni, anche in campo archeologico, poiché strumento in grado di risolvere numerosi problemi che affliggono la gestione e l'analisi dei dati nei siti archeologici. Esistono GIS che gestiscono dati archeologici, relativi a monumenti antichi, reperti, aree esplorate, proprio come un GIS convenzionale gestirebbe lampioni, linee ferroviarie o strade: un esempio, in questo senso, sono le carte archeologiche urbane finalizzate ad elencare e mostrare posizioni e caratteristiche dei depositi archeologici.

Quello che caratterizza questo progetto non è tanto il suo contenuto, cioè i dati che gestisce, bensì la sua capacità di favorire la loro interpretazione. I dati sono stati reperiti appositamente mediante scavo o ricognizione di superficie con la finalità di generare nuove informazioni, integrando così le carenze che sempre affliggono la conoscenza sulla realtà antica, testimoniata solamente da labili tracce. Il GIS gestisce sia le indicazioni sulla posizione, dispersione e dimensione degli oggetti, sia le informazioni di carattere tematico che descrivono la qualità e la quantità degli oggetti rinvenuti. Il sistema rappresenta quindi lo strumento ideale per la gestione dell'intero ciclo di trattamento del dato, si va dalla fase di registrazione a quella di restituzione, passando attraverso quelle di organizzazione ed elaborazione. L'interrogazione delle banche dati, e la loro trasformazione in livelli informativi generabili a discrezione dell'utente, offre la possibilità di organizzare meglio l'informazione consentendo, in fase d'interpretazione, il confronto dei vari tematismi e la restituzione in tempo reale di carte tematiche, di carte di progettazione per nuove ricerche e basi per analisi spaziali.

A prescindere dalla quantità o qualità d'informazioni archiviate, quindi, è il modo in cui si costruisce un archivio che può determinare la qualità del sistema finale. Gli attributi grafici corredati di un numero limitato d'informazioni di natura analitico-sintetica possono, infatti, essere agevolmente gestiti all'interno di piattaforme GIS in forma tabellare. Quando però essi sono troppo numerosi o si presentano in forma complessa (es: dati descrittivi), la gestione tabellare è sostanzialmente inadeguata alle esigenze di una consultazione completa e di un'analisi articolata. È quindi opportuno, in questi casi, ricorrere ai database relazionali, ideali per il tipo di archiviazione e d'interrogazione richieste. I numerosi vantaggi si possono riconoscere nella possibilità di un aggiornamento e di un'acquisizione continua, nella rapidità di consultazione, nella possibilità d'immediati confronti e nello snellimento delle procedure di controllo.

Un altro aspetto fondamentale è l'uso della tridimensionalità nella realizzazione di modelli del territorio o di una stratigrafia: è chiaro, infatti, che quando si cerca di comprendere i comportamenti dell'uomo antico una delle variabili più importanti è quella che riguarda lo spazio nel quale esso ha agito. Dunque, la realizzazione di modelli dello spazio, più realistici possibili, è requisito fondamentale per verificare se le deduzioni effettuate, partendo dai resti archeologici, abbiano una qualche attendibilità.

STRUTTURA DEL GIS E L'ORGANIZZAZIONE DEI CONTENUTI INFORMATIVI

La varietà e la numerosità delle attività necessarie alla realizzazione degli interventi di restauro e valorizzazione per il sito archeologico di Tyre richiede un approccio multidisciplinare. Per questo motivo sono state individuate diverse attività alle quali corrispondono diversi livelli informativi in grado di introdurre gli elementi utili alla concezione d'interventi che s'inseriscano in modo appropriato nel contesto ambientale, nel senso più ampio del termine. Tali informazioni vanno dall'individuazione geografica dello spazio e descrizione geometrica degli oggetti o delle strutture coinvolte, alla definizione dei diversi fattori che intervengono nella caratterizzazione dell'intervento. Nella costruzione di un GIS che gestisca questa eterogeneità d'informazioni è necessario individuare, attraverso una prima analisi, alcuni livelli per omogeneità di contenuto informativo riassunti come segue:

1. individuazione geografica e caratterizzazione delle aree interessate dall'intervento;
2. descrizione geometrica dello spazio e degli oggetti (edifici, percorsi, pietre, ecc.);
3. descrizione qualitativa e quantitativa degli elementi di degrado;
4. ricostruzione dell'evoluzione storica e tipologica dell'area e delle strutture.

La gestione integrata delle informazioni contenute in questi livelli può essere realizzata utilizzando una piattaforma GIS, attraverso la quale:

- i contenuti informativi dei primi due livelli possono essere inglobati negli attributi metrici, grafici e descrittivi che caratterizzano le primitive grafiche utilizzate per la rappresentazione dello spazio o della struttura interessati dall'intervento;
- il terzo e quarto livello contengono informazioni e dati che difficilmente possono essere ricondotti in forma tabellare e quindi, sostanzialmente, attributi complessi per i quali è necessario individuare le modalità di archiviazione nel sistema e la loro gestione.

I quattro livelli contengono infine dati che per il grado di dettaglio considerato, fanno riferimento a diverse rappresentazioni dello spazio che vanno dalla rappresentazione geografica a quella architettonica.

È superfluo sottolineare che per essere introdotte nel sistema tali informazioni devono essere tradotte tutte in formato digitale. La gestione contemporanea di tutte le informazioni comporta la realizzazione di moduli separati, ma integrabili, in grado di elaborare, immagazzinare e visualizzare le diverse tipologie di attributi. Lo schema funzionale del sistema deve quindi permettere il passaggio da una rappresentazione geografica, che contenga informazioni che vanno dallo stato di fatto delle aree in questione, ad una rappresentazione degli oggetti a scala architettonica a cui collegare tutte le informazioni necessarie alla descrizione degli elementi utili alle successive fasi di intervento.

Il GIS prevede la definizione di due moduli: 1) Modulo di rappresentazione territoriale (MRT) e 2) Modulo di rappresentazione architettonico/archeologico (MRA). L'integrazione dei moduli consente di ricostruire tutti i passaggi necessari alla visualizzazione delle informazioni dalla scala territoriale a quella architettonica.

Il Modulo di rappresentazione territoriale è l'elemento fondamentale del sistema. Esso è costituito da primitive grafiche (che possiamo definire cartografiche) essendo composte essenzialmente da cartografia numerica in formato vettoriale. Esse contengono attributi descrittivi, in forma tabellare e attributi complessi in formato ipertesto. Le cartografie presenti all'interno del modulo derivano dai rilievi aerofotogrammetrici predisposti allo scopo e dalla digitalizzazione della cartografia fornita dalla DGA (catasto, mappe storiche, ecc.).

In generale i livelli informativi di tale modulo sono i seguenti:

- livello grafico: i simboli grafici utilizzati permettono di identificare i vari oggetti presenti nelle aree archeologiche (es.edifici, reperti, vegetazione, ecc.)

- livello metrico: permette di risalire alle dimensioni reali (piane) degli oggetti e alla loro ubicazione nel piano di riferimento associato alla cartografia (coordinate).
- livello topologico: individuazione delle relazioni esistenti tra gli oggetti (appartenenza, inclusione, confluenza).
- livello descrittivo: gli elementi grafici presenti nella cartografia possono essere suddivisi in classi sulla base agli attributi che essi contengono in formato tabellare (es. suddivisione degli elementi archeologici attribuiti ad un singolo complesso).
- livello complesso: esso contiene una serie di informazioni in formato ipertesto che spiegano nei dettagli gli strumenti cartografici e territoriali che interessano l'area in questione e possono essere richiamate a video a partire dall'elemento grafico individuato.

È possibile completare la rappresentazione dello spazio contenuto dal Modulo con la descrizione della morfologia del territorio. Tali informazioni possono essere contenute nel DTM previsto tra i prodotti del progetto. Il complesso delle conoscenze territoriali contenute in tale modulo e il loro continuo aggiornamento, possibile attraverso una configurazione dinamica del sistema, permettono di monitorare gli interventi settoriali e/o locali e dunque di trasformazione delle aree analizzate. Risulta quindi evidente l'importanza di tale modulo in fase di concepimento degli interventi.

Le caratteristiche generali del Modulo di rappresentazione architettonico/archeologico rispecchiano sostanzialmente quelle del modulo precedente. Le primitive grafiche contenute in tale modulo derivano da rilievi a grande scala 1:500 e da rilievi architettonici che raggiungono scale di dettaglio raffiguranti particolari architettonici. In tale modulo sono presenti quindi sia rappresentazioni cartografiche che rappresentazioni propriamente architettoniche (piante, prospetti, ecc..).

La differenza sostanziale tra i moduli consiste quindi nella scala di dettaglio utilizzata per la rappresentazione dello spazio e degli oggetti e nel contenuto di alcuni livelli informativi associati alle primitive grafiche. L'accesso a tale informazioni avviene attraverso l'inquadramento territoriale del manufatto (elemento grafico) nel MRT inoltre, con un cambio di scala permette di accedere alla rappresentazione in scala architettonica degli oggetti. Tale passaggio avviene mediante uno cambio della primitiva grafica utilizzata per la rappresentazione dello spazio e quindi non è assimilabile ad un semplice zoom che effettua una visualizzazione a scala più dettagliata della stessa primitiva. Il contenuto del livello grafico, metrico e topologico della nuova primitiva grafica è sostanzialmente identico a quello precedentemente descritto per il Modulo di rappresentazione del territorio poiché le informazioni che caratterizzano tali livelli sono implicite cioè associate alla geometria degli elementi che compongono la primitiva stessa.

Tali strumenti sono collegati direttamente all'elemento grafico che rappresenta l'oggetto dell'intervento ed è possibile accedervi attraverso un menù principale che viene richiamato a video in formato ipertesto.

Le diverse conoscenze che si possono acquisire da tale livello vanno dai rilievi architettonici, supportati dalla fotogrammetria, alla diagnostica degli edifici, dalla evoluzione tipologica degli edifici alla catalogazione degli oggetti in esso contenuti. Di particolare interesse è inoltre la possibilità di utilizzare le tecniche di modellazione 3D, che oltre alla sua originale funzione di visualizzazione e navigazione virtuale si stanno arricchendo di tecniche di elaborazione e analisi come strumento di notevole supporto alla conservazione e valorizzazione del patrimonio culturale.

Il progetto è stato sviluppato in due fasi separate e successive:

Il lavoro è stato diviso in:

- acquisizione, test e immagazzinamento delle basi della cartografia e dei dati disponibili;
- adeguamento e aggiornamento delle basi informative alle esigenze di performance del sistema.
- In quest'attività sono stati considerati in modo prioritario:
- la struttura dei dati numerici finali: i database sono stati strutturati in un formato che garantisca il supporto a tutte le informazioni previste;
- la produzione dei metadati.
- Questa fase si è presentata estremamente delicata ai fini della creazione del sistema, non essendo possibile prescindere dalle modalità di acquisizione dei dati, dalle strumentazioni adoperate e dai metodi seguiti, ciò vale sia sotto il profilo tecnico che informatico.

Il lavoro è stato sviluppato seguendo l'impostazione proposta dell'architettura del GIS secondo i due moduli MRT e MRA, precedentemente descritti. Il modulo MRT ha raccolto l'estensione degli archivi con particolare riferimento a:

- rappresentazione del territorio alle diverse scale con una georeferenziazione sulle basi cartografiche esistenti;
- sistematizzazione dei tematismi acquisiti e/o di nuova acquisizione;
- integrazione dei DB geografici alle varie scale con DB alfanumerici, testi ed immagini; sviluppo di interrogazioni e di applicativi dedicati alla gestione delle connessioni fra modulo geografico e modulo geometrico.

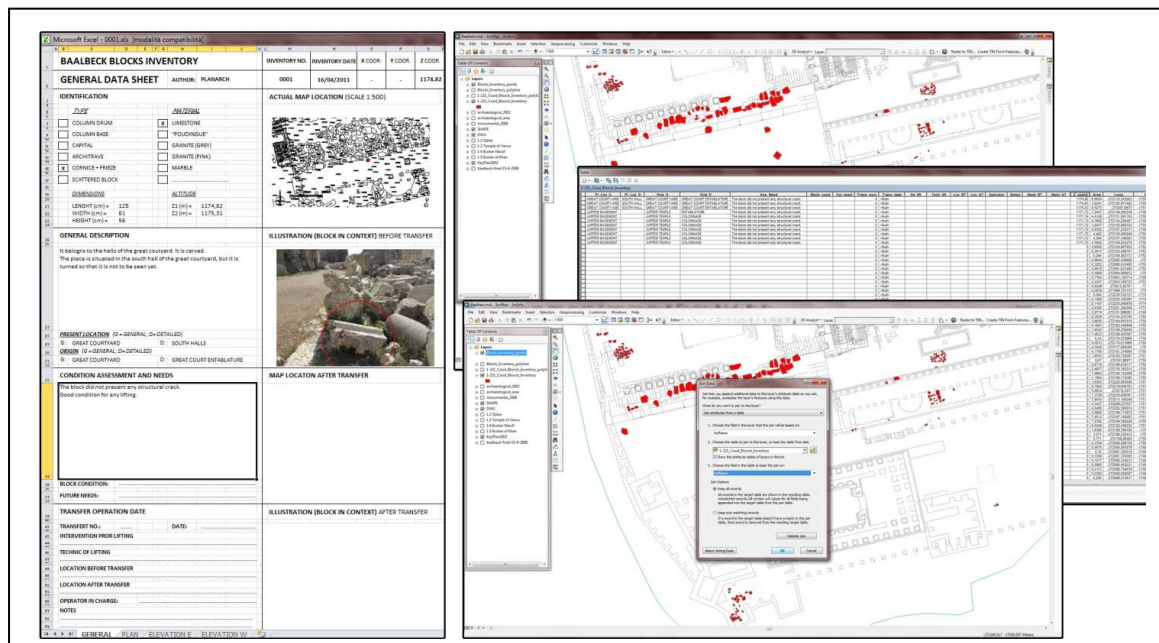
Il modulo MRA ha raccolto l'estensione dell'insieme delle rappresentazioni dei manufatti con particolare riferimento a:

- i risultati della ricerca storica;
- i risultati della ricerca archeologica;
- l'implementazione della descrizione dello stato di conservazione e della struttura dei manufatti;
- i test di modellazione delle interazioni fra rappresentazione geometrica e realtà tridimensionale;
- l'implementazione dello schema di relazioni fra manufatto architettonico/ archeologico ed "attributi complessi";
- i progetti di intervento.

Il software utilizzato è ArcGIS di Esri versione 10 in tutte le sue componenti.

PROGETTO TYRE

Nell'area urbana di Tyre l'area archeologica risulta suddivisa in due zone di interesse principale denominate "City Site" e "Al Bass", fisicamente separate tra loro. Pur essendo quindi stato creato un unico progetto GIS le due zone sono state analizzate e valutate singolarmente sia a livello di layer di rappresentazione geometrica dei dati sia come database collegati, utilizzando tavole di riferimento di base per l'unione tra i due ottenute da file di Autocad utili alla visualizzazione che forniscono informazioni topologiche relative alla adiacenza degli elementi spaziali.

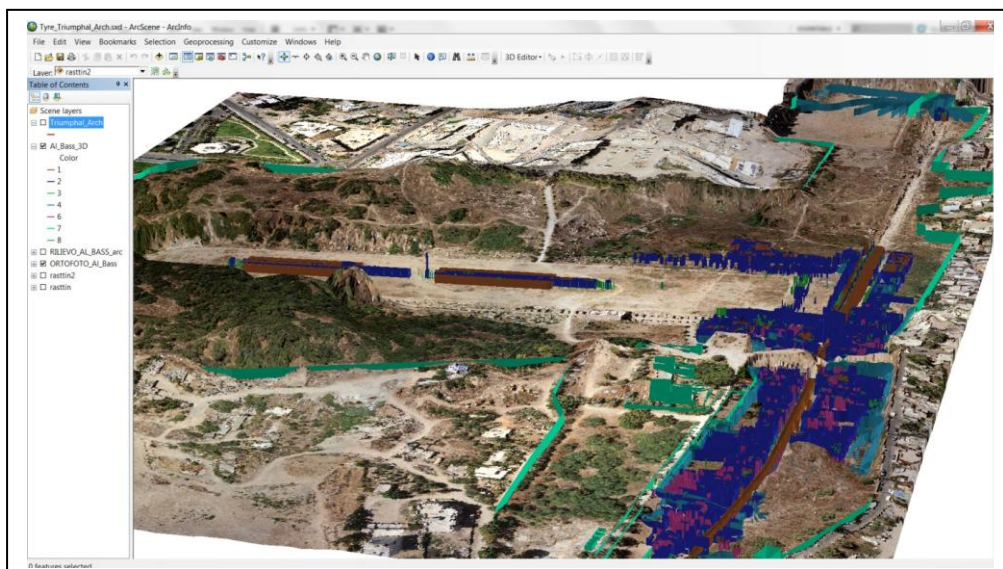


Come sistema di riferimento dei dati si è deciso di utilizzare il WGS84, un modello matematico della Terra da un punto di vista geometrico, geodetico e gravitazionale, costruito sulla base delle misure e delle conoscenze scientifiche e tecnologiche disponibili al 1984, che ha però lo svantaggio di utilizzare come unità di misura i gradi decimali, basandosi su un sistema di coordinate geografiche, non consentendo analisi areali sulle componenti del progetto. Altro svantaggio intrinseco in questo sistema è la possibilità di distorsioni, secondo la posizione in cui si va a operare, che aumenta proporzionalmente allontanandosi dall'equatore. Si superano questi

problemi utilizzando l'Universale Trasversa di Mercatore (UTM) compatibile con l'ellissoide WGS84. Il sistema UTM suddivide la superficie terrestre in 60 fusi di 6° di ampiezza in longitudine a partire dall'antimeridiano di Greenwich, e in 20 fasce di 8° ciascuna in latitudine. Le intersezioni tra fusi e fasce individuano le zone. Identificando la zona di interesse in qualunque parte del mondo si potrà utilizzare un progetto GIS georeferenziato in UTM indicando la zona corrispondente, evitando così le distorsioni normalmente presenti con il WGS84. Il sito di Tyre rientra nella zona 36N.

L'importazione di formati .dwg ha quindi seguito un iter di georeferenziazione, analisi e ampliamento delle tabelle degli attributi, differenziazione e trasformazione delle primitive geometriche e definizioni topologiche accurate. La tavola di principale interesse per entrambi i siti sono quelle di rappresentazione grafica di estremo dettaglio delle componenti archeologiche che giungono fino alla restituzione delle singole pietre sparse, a cui sono associate una serie di informazioni relative al monumento di appartenenza, al periodo storico ma anche alle condizioni del degrado delle pietre e agli interventi di conservazione e restauro effettuati e previsti. Il fine di queste operazioni non è stato tanto quello di generare degli elementi spaziali e stabilirne delle relazioni topologiche, ma piuttosto quello di arrivare ad avere un layer interrogabile utilizzando linguaggio SQL per conoscere gli eventuali problemi di conservazione oppure gli interventi di restauro da effettuare. Il database risulta quindi essere un elemento di primaria importanza e il suo sviluppo è avvenuto attraverso un'organizzazione tabellare di tipo relazionale, grazie a funzioni di Join e Relate. Essenziale in questa fase è stata la trasformazione tra primitive geometriche, essendo, nei file in dwg, le informazioni contenute soprattutto nelle polyline è stato necessario trasformarle in poligoni. Questi ultimi, infatti, forniscono informazioni areali anche a livello di estremo dettaglio, come può essere la singola pietra. Tale esagerata accuratezza è una cosa abbastanza insolita in un progetto GIS quando viene utilizzato per gestioni territoriali. L'elaborazione di questi dati consente di affermare che il GIS si dimostra di grande utilità anche quando come in questo caso vengono forzati i capi del suo utilizzo.

Una indiscutibile risorsa sono state sicuramente le ottime ortofoto a disposizione che hanno consentito un facile controllo tra gli elementi vettoriali riportati nella cartografia e la situazione reale sul terreno, oltre alla possibilità di disporre di DEM e TIN particolarmente accurati che hanno consentito di sviluppare una importante fase di elaborazioni 3D dei dati attraverso il software ArcScene collegato ad ArcMap. Dove non presente il TIN è stato utilizzato un layer di punti disposti su una griglia regolare per elaborare un modello digitale del terreno, arrivando a disporre contemporaneamente di un modello digitale del terreno in formato vettoriale (TIN) e di un raster da esso derivato (DEM). I due (TIN e DEM) si differenziano perché il primo utilizza un sistema di triangoli per rappresentare le quote mentre il secondo utilizza i pixel quadrati che compongono l'immagine. Questo livello consente anche molteplici operazioni utilizzando i vari strumenti presenti nel Tool 3D Analyst. Il progetto con il Software ArcScene collegato ad ArcGIS consente di visualizzare l'informazione geometrica codificata tridimensionalmente (3D Features) direttamente nello spazio 3D. Shapefile bidimensionali che tuttavia contengono un campo tabellare che descrive le loro proprietà altimetriche (Elevation) possono essere visualizzati tridimensionalmente facendo riferimento al valore contenuto nel campo.



Altro elemento di notevole valore sono state le carte storiche e le relative griglie presenti in formato raster, quindi come immagini, che sono state georeferenziate e vettorializzate grazie a strumenti di fondamentale importanza quali il “georeferencing” per la georeferenziazione o il “Create Fishnet” presente all’interno del “Data Management Tools” per la creazione automatizzata di griglie vettoriali a partire da uno spigolo di riferimento.

Purtroppo quando si utilizzano mappe storiche la loro georeferenziazione non può essere troppo precisa non solo per quello che riguarda la posizione degli oggetti riportati sulla mappa, ma piuttosto i problemi sorgono perché quasi mai hanno un sistema di riferimento geodetico definito e quindi è impossibile posizionarli in modo corretto utilizzando uno strumento come il GIS.

Di notevole rilevanza è stato in questo progetto anche l’approccio ai metadati. I metadati sono un insieme strutturato di informazioni digitali relative ad una determinata base di dati e preparato da chi ha creato i dati stessi. I metadati vanno a costituire una documentazione di fondamentale importanza nel caso di trasferimento di dati e come archivio interno di determinazione della provenienza e della catena di processamento di un dataset. Arcgis 10 consente un rapido inserimento dei metadati avendo dei modelli d’inserimento ed editing conformi ai principali standard a livello internazionale. Nello sviluppo di un progetto GIS di rilevanza extra nazionale risulta essenziale l’utilizzo di una direttiva riconosciuta a livello Europeo quale la Direttiva Inspire (INfrastructure for SPatialInfoRmation in Europe). Questa nasce con l’intento di creare, grazie a norme comuni di attuazione integrate da misure comunitarie, una struttura comune per rendere l’informazione territoriale dei vari stati compatibile e utilizzabile in un contesto transfrontaliero, in modo da superare i problemi riguardo alla disponibilità, alla qualità, all’organizzazione e all’accessibilità dei dati. ArcGIS 10 prevede già al suo interno un modello da impostare per l’inserimento di metainformazioni collegate ad ogni layer di riferimento secondo le principali direttive esistenti tramite una interfaccia di dialogo che permette di interagire direttamente con ArcCatalog

BIBLIOGRAFIA

Bertozzi S. E Moretti E., 2010. Approccio metodologico per il rilevamento e l’informatizzazione dei geositi. In: Atti del 4° Congresso Nazionale di Geologia e Turismo. Sala Polivalente, v.le Aldo Moro 50, Bologna, 21/22 /23 ottobre 2010. Bologna, 21/22/23/10/2010.

Bertozzi S. E Moretti E., 2010. Geographic Information System Instrument for Cultural Heritage Conservation and Valorisation. In: Instruments and Methodologies for Cultural Heritage Conservation and Valorisation. L. Baratin Editor. In stampa.

Bertozzi S. E Moretti E., 2011. Approccio metodologico per il rilevamento e l’informatizzazione dei Geositi. In: Atti del Convegno Annuale della Associazione Italiana di Cartografia; 150 Anni di Cartografia in Italia. Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena, Corso Vittorio Emanuele II, 59. Modena 11-12-13 Maggio 2011.

Riferimenti autori:

- Laura Baratin: laura.baratin@uniurb.it
- Elvio Moretti : elvio.moretti@uniurb.it
- Sara Bertozzi: sara.bertozzi@uniurb.it