

Metodologia GIS per il rilevamento dei Geositi

Sara Bertozzi, Elvio Moretti

Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo" Dipartimento di Scienze di Base e Fondamenti:
Matematica, Informatica, Fisica, Chimica, Epistemologia e Storia della Scienza Campus Scientifico Sogesta
61029 Urbino (PU), Phone +39 0722304277, Fax +390722304220
e-mail: sara.bertozzi@uniurb.it, elvio.moretti@uniurb.it

Abstract

We would like to propose a new methodological approach that can be used in different geological and geomorphological contexts to analyze Geosites through the realization of vectorial maps and the construction of relational database. General finalities of the project are to represent the territory in all its different aspects in a way the most possible close to reality. Landscape analysis happens through a process of census and integration among elements that characterize it enhancing scientific and environmental meanings with use of a particular form produced by ISPRA turning it into a relational database connected with a specific GIS cartography. This standardized methodology is based on Minimal Land Unit, that define in a unique way the Geosite with its areal characteristics, as units of 1 Km². With use of a square grid every goods can be placed in one or more square of the grid. Every Geosite can be identify both spatially through the square Km where it is and in its descriptive features through the relational database associated. Area analysis could be deepen with some thematic maps, and especially land use with Biohab, a methodology for survey, surveillance and monitoring of habitats that is standardized at European level, based on the classification of Raunkiaer plant life form. Really important is the use of a global georeferencing system, WGS84, integrated with UTM, a projected system that allow areal elaborations too. Geosite study is completed by tridimensional elaborations and marking out some paths based on precise travelling times with use of particular Arcgis tools, always taking into account interoperability concept and an easy access for geotouristic purpose through an interaction with open source site as Google Earth, Arcgis Explorer and use of Qrcode. Finally there is a valuation of some specific study case that allow the application of this methods in heterogeneous situations, as Temporal Geosites, marine areas and archeological areas.

Riassunto

Si intende proporre un nuovo approccio metodologico applicabile in diversi contesti geologici e geomorfologici, per una valutazione dei geositi attraverso la realizzazione di carte vettoriali e la costruzione di database relazionali. Le finalità più generali sono quelle di rappresentare un territorio nei suoi molteplici aspetti e darne una percezione il più possibile vicino alla realtà. L'analisi del paesaggio avviene attraverso un processo di censimento ed integrazione degli elementi che lo caratterizzano valorizzandone il significato scientifico e di rappresentatività ambientale tramite l'utilizzo della scheda proposta dall'ISPRA ma trasformata in un database relazionale collegato ad una specifica cartografia GIS. La metodologia standardizzata prevede delle Aree Minime Campionabili, che definiscano in modo univoco il geosito con le sue caratteristiche areali, definite in unità di 1 km², utilizzando una rete chilometrica in cui ogni bene sarà collocato in uno o più quadrati della maglia. Ogni geosito viene così identificato sia spazialmente attraverso il km² in cui ricade, sia nelle sue caratteristiche descrittive attraverso il database relazionale associato. Si approfondisce poi l'analisi dell'area in considerazione tramite una serie di cartografie tematiche, in particolare quella dell'uso del suolo attraverso l'utilizzo del Biohab, una metodologia di

rilevamento, sorveglianza e monitoraggio del paesaggio standardizzato a livello europeo, basata sulla classificazione delle forme di vita delle piante di Raunkiaer. Fondamentale è l'utilizzo di un sistema di georeferenziazione a scala globale WGS84 integrato ad un sistema di proiezione UTM che consente anche elaborazioni areali. L'analisi dei Geositi viene completata da elaborazioni tridimensionali e dalla definizione di tracciati identificati secondo dei precisi tempi di percorrenza utilizzando specifici tools di Arcgis di ESRI, tenendo sempre in considerazione il concetto di interoperabilità ed il facile accesso a scopo geoturistico attraverso l'interazione con siti open source quali Google Earth, Arcgis Explorer e l'utilizzo del Qrcode. Si valutano infine casi di studio particolari che consentano l'applicazione del metodo in situazioni eterogenee, quali i Geositi Temporal, aree prevalentemente marine o aree archeologiche.

Introduzione

Non sempre la conoscenza del patrimonio geologico nazionale è completa ed adeguata, anche se negli ultimi decenni sicuramente è cresciuta parallelamente alla strategia intrapresa dalle autorità nazionali, responsabili dell'attuazione delle politiche di conservazione della natura, attraverso la nuova istituzione di parchi, riserve naturali, reti ecologiche ecc. Molto spesso però, anche a livello internazionale, è stata lamentata una assenza di strategia comune per arrivare a dare corso ad un inventario sistematico del patrimonio geologico (Dingwall 2000; Brilha 2002) e tanto meno a delle norme di gestione adeguate per evitare molto spesso la distruzione definitiva di geositi di rilevanza scientifica, spesso di spessore internazionale.

Riconoscere il *"Geoheritage"* come patrimonio culturale comporta per il territorio possedere una risorsa in più su cui costruire lo sviluppo locale senza esercitare pressioni ed impatti con i relativi problemi legati ad inquinamento e degrado. Spesso la conoscenza del patrimonio ambientale può essere utilizzato per istituire parchi, aree protette e riserve che tendono ad accrescere ulteriormente il valore ambientale, ad esempio, sfruttando il geoturismo che è un modo differente per aiutare la transizione attraverso la sfide economiche portate dalla globalizzazione.

Il costante ed aumentato interesse verso questi temi porta inevitabilmente ad allargare l'orizzonte e si tende sempre con maggiore frequenza a sostituire il concetto di "geosito" che potevamo definire come: *"Aree più o meno delimitate che offrono insieme di oggetti geologici o geomorfologici dotati di un interesse scientifico e alcuni valori aggiuntivi paesaggistici e/o ambientali suscettibili di sostegno per fini educativi o di un loro uso geoturistico"* con quello di "geosito" proposto in questo lavoro che potremmo definire come: *"Porzione geografica definita di un territorio gestita nei suoi aspetti spaziali e nei suoi contenuti culturali attraverso un Sistema Informativo Territoriale"*. Come si può notare questa definizione non disconosce quanto contenuto in quella precedente ma tende soltanto a dare al prefisso "geo" una connotazione essenzialmente geografica e non geologica oppure geomorfologica e questo è dovuto al fatto che si individua il GIS come l'unico strumento capace di gestire complessi archivi cartografici e contemporaneamente altrettanto estese basi di dati relazionali.

Il Geographic Information System (GIS)

Un sistema informativo geografico (GIS) integra hardware, software e dati per acquisire, gestire, analizzare e visualizzare tutti i tipi di informazioni di tipo geografico. Il GIS quindi ci permette di visualizzare ed interrogare i dati inseriti in molti modi per generare soprattutto mappe ma anche modelli, tendenze, geostatistica, grafici e report. In definitiva lo scopo principale di chi si appresta ad utilizzare questo strumento per elaborare un progetto è quello di ricavare un vantaggio tra la fase piuttosto complessa di "input" dei dati e quella di "output" delle informazioni. Con dato si intende ciò che si immagazzina nel database, ovvero la registrazione della descrizione di una qualsiasi caratteristica della realtà che necessita tuttavia di un'interpretazione per produrre conoscenza, mentre l'informazione è quello che si richiama dal database, ovvero il risultato dell'interpretazione dei dati, e comporta la produzione di variazione nel patrimonio conoscitivo del soggetto. Nell'ultimo decennio anche sulla base dei grandissimi progressi fatti dal software

L'utilizzo dei GIS ha cominciato ad essere percepito da molti come uno degli strumenti più potenti tra tutte le tecnologie dell'informazione e come strumento interoperabile ed internazionale ha permesso di integrare le conoscenze da sorgenti multiple e di creare un ambiente trasversale di collaborazione tra operatori e discipline differenti. Il GIS unisce in un potente ambiente di visualizzazione la struttura analitica e la modellazione dei dati che hanno le proprie radici nelle scienze geografiche e quindi applicabili con una certa facilità a discipline delle Scienze della Terra. Nel settore dei beni culturali in genere invece, ma archeologici-architettonici in particolare, l'impiego del GIS è stato dettato soprattutto dalla necessità di archiviare, processare e analizzare le qualità spaziali di grosse quantità di dati e presentare i risultati in modo veloce ed efficiente ma non è ancora diventato parte integrante della ricerca sui beni culturali, scontando un po' il conflitto che si è venuto a creare con i software legati alla computer grafica come i CAD. Indipendentemente dal settore di applicazione, il GIS, come strumento di "problem-solving", non può prescindere dai dati geografici. Esso poggia le sue potenzialità su di un database contenente dataset che rappresentano l'informazione geografica e consente la gestione di elementi vettoriali (feature), immagini raster, attributi, topologie, network senza trascurare naturalmente la geovisualizzazione. Molto spesso, una volta messa a punto una metodologia di inserimento ed elaborazione dati validata questa si compone di un insieme di strumenti operativi che, a partire dal dataset geografico, consente di applicare delle funzioni analitiche e archiviare i risultati in nuovi dataset. Queste operazioni sono direttamente collegate al software utilizzato, nel nostro caso è stato scelto ArcGIS di ESRI che permette di utilizzare ArcCatalog per gestire al meglio il dataset geografico, ArcMap per creare ed elaborare mappe, ArcToolbox che costituisce una formidabile collezione di strumenti per il geoprocessing ed ArcScene per la visualizzazione tridimensionale dei dati. Comunque, al di là della software house prescelta, questi differenti approcci costituiscono i fondamenti per un GIS funzionale e sono presenti, con modalità d'uso diverse, in tutte le applicazioni a carattere geografico.

Il modello dei dati

Il GIS è quindi lo strumento di partenza fondamentale nell'ottica della creazione di un inventario completo dei geositi a livello nazionale ed internazionale, attraverso la determinazione di una metodologia standardizzata per il rilevamento e la successiva informatizzazione di tutte le informazioni riguardanti il bene stesso. L'approccio è trasversale, la prospettiva è quindi quella di un'analisi completa di una particolare porzione di territorio caratterizzata dalla presenza di un bene culturale in senso lato, integrando le caratteristiche scientifiche di un luogo di interesse, in particolare quelle geologiche e geomorfologiche con quelle di contesto, in quanto supporto di particolari ambienti biologici e di valenza storico-architettonica (Panizza M. e Piacente S., 1999). Tramite GIS si riesce quindi a creare una cartografia complessa ed interrogabile consentendo un'ampia implementazione del procedimento definito dall'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) per il censimento dei principali geositi italiani che prevede la semplice compilazione di una scheda cartacea indicante una serie di informazioni identificative, geografiche e descrittive del geosito, con attenzione alla loro fruibilità, allo stato di conservazione e alla loro tutela. Partendo da queste schede si sviluppa tutto un sistema cartografico informatizzato complesso e relazionato che consente di effettuare interrogazioni, analisi ed elaborazioni dati per un utilizzo sia a livello professionale che turistico. Il concetto primario è standardizzazione, definire quindi delle regole e dei procedimenti base che permettano di uniformare la grande mole di informazioni riguardanti i siti individuando una struttura portante di questa metodologia ed espandendosi poi a costruirla nel dettaglio considerando le diverse casistiche possibili.

I punti chiave per la standardizzazione della metodologia GIS sono stati:

- Definizione del sistema di georeferenziazione da utilizzare a livello internazionale;
- Individuazione delle primitive geometriche utilizzabili per delineare ogni Geosito arrivando a stabilire delle *Aree Minime Campionabili*;

- Costruzione del database necessario per raccogliere tutte le informazioni contenute nella scheda ISPRA e altre di possibile interesse organizzando un database relazionale in grado di gestire grandi quantità di dati;
- Determinazione della cartografia necessaria per la descrizione approfondita del Geosito individuando quella di base nell'uso del suolo ed in particolare in quella Biohab;
- Creazione di schede standard, realizzate con software professionali di impaginazione che possano essere ripetibili e collegabili sia al sistema GIS attraverso un hyperlink ma disponibili anche su Web e scaricabili attraverso il QR code per usi geoturistici.

Per riuscire a definire un sistema utilizzabile a scala globale si rende indispensabile l'utilizzo di un sistema di georeferenziazione convenzionalmente utilizzato in qualunque parte del mondo. L'unico ad avere queste caratteristiche è 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. Il vantaggio nell'utilizzo di questo sistema è dato dalla sua perfetta compatibilità con i sistemi UTM. Questi ultimi consistono in proiezioni su piano e consentono quindi l'utilizzo di un sistema metrico di misura che permette di sviluppare della analisi areali, al contrario del WGS84 che utilizza invece il sistema in gradi decimali. 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. Ognuno degli shapefile creati in UTM potrà poi essere importato senza trasformazioni in un unico progetto in WGS84.

Per poter inserire i geositi all'interno di un progetto GIS occorre definire una primitiva geometrica che li possa univocamente identificare. La scelta può ricadere solo tra punti, linee e poligoni. Attraverso queste primitive occorre realizzare un modello dei dati che sia in grado di delineare con precisione ogni oggetto presente nel mondo fisico ma che si riesca ad adattare a tutte le diverse combinazioni che effettivamente occorrono nella realtà. Si è scelto di rappresentare ogni Geosito come un poligono individuando delle *Aree Minime Campionabili* di 1 km², una unità minima di territorio che può comprendere il geosito al suo interno o in multipli di esso, ma che consente una standardizzazione nel rilevamento e nell'attribuzione dati. L'utilizzo di punti o linee avrebbe infatti sicuramente facilitato il posizionamento del sito ma avrebbe fatto perdere importanti informazioni areali. Utilizzando poligoni si rende necessario individuare una forma e delle dimensioni standard che consentano di mantenere la coerenza topologica e di definire una distribuzione omogenea dei diversi geositi sul territorio. Bisogna sempre tenere presente che in un progetto GIS una primitiva geometrica rappresenta un oggetto nella sua interezza, che in un layer ci sono solo oggetti omogenei, che togliendo, oppure aggiungendo, un oggetto in un layer il resto deve restare coerente. Definendo quindi un confine areale di un geosito viene stabilita la sua posizione sulla superficie terrestre e la sua dimensione ma tutte le informazioni collegate a quel sito devono essere organizzate in una tabella degli attributi. Una ampia visione sul problema del modello dei dati e sulla loro organizzazione spaziale si veda Wadembere & Ogao (2008).

La scheda cartacea dell'ISPRA è stata così trasformata in un database e più nello specifico in un database relazionale. Le diverse sezioni componenti la scheda sono state trasformate in altrettante tabelle degli attributi collegate tra loro tramite un campo chiave, attraverso il comando *Relate*. Selezionando così un record connesso ad certo geosito in una tabella sarà possibile spostarsi nelle altre tabelle collegate identificando tutte le informazioni inerenti lo stesso record.

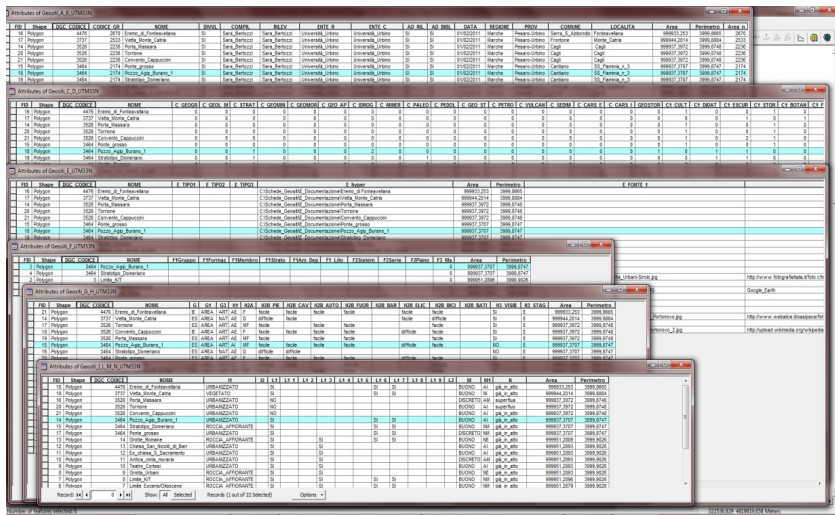


Figura 1 – Record selezionato nel database relazionale.

In questa maniera si possono gestire grosse moli di informazioni senza creare tabelle esageratamente lunghe e difficilmente gestibili. Ogni sito viene quindi fin qui definito dalla sua posizione geografica, dalle sue dimensioni e dalle informazioni contenute nel database relazionale collegato. Da questo punto parte un sistema di approfondimento sulle sue caratteristiche nell’ottica di una integrazione quanto più completa di tutti gli elementi che caratterizzano quel determinato territorio utilizzando cartografie tematiche vettoriali o raster di base che evidenzino i vari aspetti descrittivi del paesaggio, da carte geologiche-geomorfologiche, faunistiche, botaniche a carte identificative di limiti territoriali o di zone di protezione. Si cerca in particolare di individuare le caratteristiche identificative dell’area in connessione agli interessi del sito.

La cartografia di base che si è deciso di utilizzare come punto di partenza per l’analisi di ogni geosito è l’uso del suolo **Biohab**. La procedura Biohab nasce nel 2005 dalla necessità di individuare una metodologia di rilevamento, sorveglianza e monitoraggio degli habitat che consentisse un’analisi della biodiversità nel suo contesto eterogeneo. Attraverso il “Biohab Concerted Action Framework Programme of the EU” (2002 - 2005) viene sviluppato un manuale per il rilevamento e monitoraggio degli habitat (Bunce et al., 2005) in cui sono indicate rigide regole per il rilevamento e la classificazione su campo. Si sviluppa quindi il concetto di GHC, General Habitat Categories, portando ad una reintroduzione del concetto di forme di vita delle piante sviluppato nei primi anni del 1900 dal botanico danese C. Raunkiaer (1907, tradotto in inglese in Raunkiaer, 1934) che si basa sulle modalità di adattamento degli organismi vegetali alla stagione avversa e, più precisamente, sulle caratteristiche anatomiche e fisiologiche acquisite dalle piante allo scopo di proteggere le gemme o i semi. In base a tali caratteristiche e, soprattutto alla posizione delle gemme svernanti, cioè destinate a superare l’inverno, Raunkiaer suddivide le piante in gruppi ecologici identificando 30 forme biologiche, raggruppabili in cinque categorie. Il campionamento, secondo questa procedura, deve avvenire in aree standard di 1 km², esattamente in concordanza con il sistema qui utilizzato, consentendo un livello di dettaglio estremamente elevato che si sposa perfettamente con lo scopo di approfondimento e integrazione previsto dalla presente metodologia. Ogni forma che compone l’eterogenea composizione di un paesaggio viene definita da una categoria GHC attraverso un poligono, basandosi su precise regole di riconoscimento basate, per ciò che riguarda la composizione vegetale, sulle diverse forme di vita di Raunkiaer presenti. Gli elementi spaziali possono essere rilevati come areali (MME, Minimum Mappable Element) se presentano un’area di almeno 400 m² e dimensioni minime di 5 x 80 m, lineari, con una lunghezza

minima di 30 m (MML, Minimum Mappable Length) e puntuali, per tutti gli elementi che non soddisfino i precedenti criteri. Oltre alle differenze date dalle diverse forme di vita presenti che permettono di identificare un certo GHC, sono previste delle qualifiche aggiuntive, globali o ambientali, definite da combinazioni di umidità del suolo, stato dei nutrienti, acidità ed altre caratteristiche degli habitat, qualifiche relative al sito ed ai metodi di gestione arrivando fino a informazioni più dettagliate riguardo alla forme di vita e alle specie dominanti, le classificazioni pan-Europee, classificazioni locali e associazioni fitosociologiche (Bunce et al., 2005). Questa tipologia di cartografia tematica risulta quindi estremamente dettagliata e informativa, consentendo, già di per sé, di fornire un quadro d'insieme del territorio in esame piuttosto esaustivo che può essere comunque integrato da tutta una serie di ulteriori cartografie di approfondimento in relazione ai campi di interesse del sito. Ogni cartografia viene elaborata tridimensionalmente attraverso l'estensione 3dAnalyst di Arcgis che consente una visualizzazione tridimensionale restituendo un'immagine della conformazione e della morfologia reale del territorio. Le svariate opzioni ed estensioni di un software all'avanguardia come ArcGIS consentono diverse possibilità applicative di implementazione della metodologia. Grazie all'estensione Tracking Analyst vengono definiti dei percorsi che consentono la fruizione dei vari punti di interesse del/i geosito/i presente/i nell'area, definiti in base ai tempi di permanenza calcolati per ogni fermata prevista sviluppando una visualizzazione dinamica del percorso in sé. E' possibile rilevare questi punti direttamente sul campo utilizzando un sistema GIS mobile dotato di GPS assegnando un parametro temporale ad ogni punto. Grazie a questi passaggi si riesce a sviluppare un progetto che raggruppa al suo interno una grande quantità di informazioni approfondite riguardanti il geosito in esame ma risulta importante anche raggrupparne le principali in un formato che possa diventare cartaceo e che sia di immediata fruizione da parte di un geoturista. Sono state quindi ideate delle schede sviluppate attraverso un software di impaginazione e scrittura professionale, Adobe Indesign. Si è creato un modello di scheda che può essere utilizzato come base per ogni geosito composta da due pagine affiancate in cui compare un bollino colorato nella parte alta della pagina che dà già visivamente un'indicazione del campo di interesse primario del sito, verde per quello scientifico e rosso per quello contestuale. Sono riportati poi nello specifico quali sono gli interessi primari e secondari presenti fornendo nelle due pagine tutte le principali informazioni utili unite a foto, schemi, carte tematiche 3D, foto aeree, ubicazione geografica e tutto ciò che può caratterizzare il bene in questione.

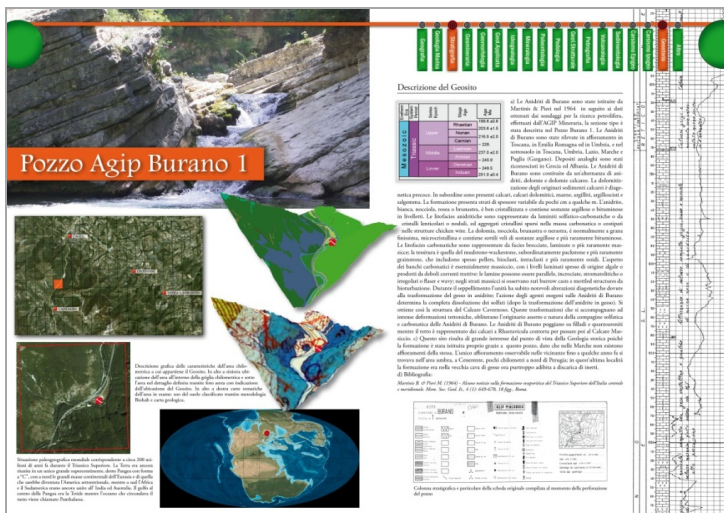


Figura 2 – Esempio di scheda pre-impaginata di un Geosito.

Queste schede sono accessibili rapidamente dal progetto attraverso un hyperlink, un collegamento esterno, che consente di “saltare” direttamente alla scheda in formato pdf dal quadrato corrispondente al Geosito. La stessa scheda può essere utile in formato cartaceo come fruizione anche da parte di un ente che volesse stamparne un certo numero per creare ad esempio una guida, essendo già impaginate. Infine la fruizione della scheda può essere di immediato utilizzo per un turista che arrivi nel sito in cui è ubicato il bene di interesse attraverso un codice Qr-Code. Si tratta un codice a barre bidimensionale a matrice, composto da moduli neri disposti all'interno di uno schema di forma quadrata. Viene impiegato per memorizzare informazioni generalmente destinate ad essere lette tramite un telefono cellulare o uno smartphone. In un solo crittogramma sono contenuti 7.089 caratteri numerici e 4.296 alfanumerici. Basta quindi che sia presente un semplice foglio, delle dimensioni massime di un A4, riportante il Qrcode collegato al sito di interesse sul posto. Tramite un qualunque smartphone su cui sia stato scaricato gratuitamente un programma di lettura di Qrcode si può visualizzare il codice che collega direttamente alla scheda del sito o a un portale web in cui siano presenti le informazioni che si vogliono proporre al geoturista. Generare un codice Qr è inoltre estremamente semplice utilizzando uno dei tanti siti che permettono di farlo gratuitamente ed in modo molto facile ed intuitivo.

In questo modo si può cominciare ad interagire praticamente col progetto anche non essendo un addetto ai lavori. Il concetto di interoperabilità diventa di primaria importanza per creare un sinergia tra diversi sistemi nell'ottica di creare un'interazione ed un interscambio da parte del pubblico. L'utilizzo di un GIS può creare infatti delle difficoltà di utilizzo da parte di un pubblico non specializzato e anche lo sviluppo di Webgis è ancora in fase di consolidamento. La creazione di shapefile è normalmente un processo lungo e difficilmente vengono rilasciati gratuitamente oltre al fatto che spesso i software GIS più avanzati sono a pagamento. Per ovviare a questi problemi e consentire la fruizione degli shapefile da parte di un utilizzatore esterno si può ricorrere ad Arcgis Explorer, un client gratuito di Arcgis Server di ESRI evoluto e semplice da utilizzare, che permette agli utenti di visualizzare ed esplorare i dati geografici 2D e 3D. E' possibile caricare e visualizzare shapefile facendoli interagire con foto aeree e mappe integrando dati di immagini locali con servizi di geoprocessing per l'analisi spaziale. Nel caso non si vogliono fornire gli shapefile è comunque possibile divulgarne il contenuto trasformandoli in file KML. Il KML (*Keyhole Markup Language*), è un formato file e una grammatica XML per la creazione di modelli e la memorizzazione di caratteristiche geografiche quali punti, linee, immagini, poligoni e modelli da visualizzare in Google Earth, Google Maps e altre applicazioni. Il KML può essere utilizzato per la condivisione di luoghi e informazioni con altri utenti di queste applicazioni. Il file KML può essere creato facilmente tramite uno degli strumenti di Arcgis ed essere poi importato in Google Earth che funge da browser per questi tipi di file. il linguaggio KML ha una struttura basata su tag con nomi e attributi che consentono di definire caratteristiche di visualizzazione specifiche. In questo modo possono essere identificate le informazioni contenute nello shapefile senza che queste possano essere modificate e consentendo una integrazione con foto aeree ad alta definizione e con una serie di informazioni fornite da Google quali attrezzature turistiche, foto di località specifiche, alberghi, ristoranti e tutto ciò che può risultare utile per la fruizione del geosito da parte del pubblico fruitore. I file kml possono essere inseriti ed utilizzati anche tramite Arcgis Explorer.

Casi specifici

Una volta definita l'architettura del progetto GIS, la struttura portante della metodologia per la codificazione dei dati e le caratteristiche chiave per il rilevamento e l'informatizzazione dei nostri geositi si è passati a valutare singole casistiche nel dettaglio. Analizzando i geositi in senso ampio, considerati quindi nel loro interesse culturale, spaziando da un contributo principalmente scientifico, che sia geologico, geomorfologico o ecologico arrivando a focalizzare l'attenzione su valutazioni storico-architettoniche, che sono valide nella quasi totalità dei casi, si rende necessario andare ad individuare regole, che pur specifiche, si possano applicare in tutti quelle situazioni che potremmo definire particolari. Per esemplificare meglio questo concetto di “particolarità” del

geosito sono stati quindi valutati alcuni case history che allo stato attuale delle ricerche possiamo raggruppare in tre differenti categorie:

- **Geositi temporali:** siti che assumono una particolare rilevanza, o che possono essere accessibili per la fruizione, solo in un periodo dell'anno ben determinato;
- **Aree Marine:** Geositi che ricadono prevalentemente o totalmente in zone marine o costiere per cui vengono analizzate tipologie di cartografie tematiche differenti dal BioHab;
- **Aree Archeologiche:** caratterizzate da complessi archeologici importanti su cui è necessario concentrare maggiormente l'attenzione utilizzando rilevamenti GIS più accurati e modellizzazioni tridimensionali, senza trascurare la conservazione o il restauro.

Come aree esemplificative di **Geositi temporali** sono state scelte 3 tipologie differenti che si basano proprio sulla caratteristica di fruibilità e di interesse da parte di un geoturista in particolari momenti dell'anno: la Festa degli Aquiloni a Urbino a inizio settembre, le fosse di Cartoceto con la festa di apertura a fine novembre e l'inanellamento dei fenicotteri a Comacchio a luglio.

Urbino: 56° Festa dell'Aquilone: “... Or siam fermi; abbiamo in faccia Urbino ventoso: ognuno manda da una balza una cometa per il ciel turchino. ...” Basterebbe forse questo riferimento alla poesia di Giovanni Pascoli “L’Aquilone”, scritta dal poeta per ricordare il tempo passato ad Urbino come scolaro del Collegio degli Scolopi, per legare Urbino, oltre che al Rinascimento, anche al “vento”, che quindi diventa, parallelamente alle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del colle su cui è ubicata la città, un elemento peculiare che la contraddistingue. Codificare quindi che un prato sulle pendici dei Monti delle Cesane dove si svolge la “Festa dell’Aquilone”, di cui quest’anno si celebra la 56° edizione, sia da considerare un geosito, significa anche che questo evento diventi una occasione per riflettere sull’importanza dell’ambiente e della sua conservazione in tutti i suoi aspetti, che siano più o meno evidenti, soprattutto in questi periodi in cui si discute molto di energia da fonti rinnovabili e si assiste ad un proliferare a volte incontrollato di impianti eolici talora posizionati con scarsa attenzione per la tutela del paesaggio. La festa ha il suo momento culminante nella Gara tra le Contrade che si sfidano nel tentativo di far salire l’Aquilone più in alto. Ad Urbino quella di costruire aquiloni è una vera tradizione, ancor oggi fatta nella classica maniera che utilizza carta oleata, canne di fosso, colla di farina e tanta fantasia. Si possono così ammirare centinaia di comete in volo, proprio di fronte a quel famoso Urbino ventoso, che evidenziano con il loro volo il ruolo del vento come agente geomorfologico anche se i processi che da esso derivano non sono particolarmente evidenti nel contesto appenninico. La scheda del geosito viene arricchita con la carta tratta dall’Atlante Eolico d’Italia che mostra come non tutte le zone dell’Appennino sono ugualmente interessate dalla stessa intensità del fenomeno ventoso, che risulta particolarmente concentrato soltanto sulle cime più elevate della dorsale appenninica.

Cartoceto: la festa per l'apertura della fossa avviene l'ultima domenica di Novembre. Le forme di formaggio di fossa maturano per due o tre mesi all'aria aperta poi, in agosto, vengono avvolte in teli bianchi, messe in una sacca di cotone, nel numero di venti, venticinque per volta, e riposte in fosse scavate nei banconi arenacei della Formazione di san Donato che fa parte della Sequenza Messiniana. Questa è suddividibile in due cicli sedimentari separati da una superficie di discontinuità medio-messiniana e depositatesi sotto regimi tettonici differenti. La sequenza sedimentaria inferiore, caratterizzata da una variabilità di facies e di spessori, comprende Tripoli, Calcarea di Base, Marne bituminose e Gessi e termina con la torbiditica Formazione Marnoso-Arenacea di S. Donato che nelle aree di bacino può raggiungere spessori fino a 500-600 metri. La sequenza sedimentaria superiore è rappresentata dalla Formazione a Colombacci che si chiude con cinque orizzonti calcarei detti colombacci. Le Fosse sono storiche e sono state anticamente scavate appunto negli strati arenacei del San Donato che localmente possono raggiungere spessori di parecchi metri. Solitamente hanno una forma a fiasco, sono profonde circa 3 metri per 2 di diametro e al loro interno la temperatura è stabile e si aggira intorno ai 20° C con un grado di umidità dell' 80-90 %. Prima di essere riempite, le fosse vengono pulite bruciando paglia e sterpi e

poi rivestite di paglia e canne per favorire la sgocciolatura del siero ed evitare il contatto dei formaggi con le pareti della fossa. Dopo aver stivato i sacchi dei formaggi nelle fosse, vengono posti dei coperchi di legno e, come vuole la tradizione, le forme di formaggio vengono chiuse nelle grotte per 90 giorni ad agosto e vi rimangono fino al 25 novembre, giorno di Santa Caterina. Le fosse che permettono la stagionatura di un prodotto ormai diventato di eccellenza in Italia come il formaggio di fossa mostrano un perfetto connubio tra la tradizione e la cultura gastronomica e un determinato contesto geologico indispensabile per la sua specificità. L'apertura delle fosse diventa poi anche occasione di richiamo per il turista dal momento che le comunità locali, in occasione di questa fiera, organizzano numerose manifestazioni collaterali: spettacoli teatrali, musicali e ricreativi, convegni riguardanti l'alimentazione o di carattere storico-culturale, stand di prodotti tipici provenienti da diverse zone d'Italia, e naturalmente degustazioni del formaggio.

Colonia dei fenicotteri di Comacchio. Il Parco Delta del Po è stato istituito nel 1988. Dal 2000 ospita la colonia stanziale di fenicotteri più numerosa d'Italia dopo quella della zona umida di Molentargius in Sardegna. Sono molte le particolarità ambientali e paesaggistiche che contraddistinguono e differenziano i vari ambiti territoriali del parco anche se il denominatore comune è l'acqua che, con vari gradi di salinità, caratterizza tutti gli ambienti naturali. Proprio a partire dall'acqua si sono sviluppate nei secoli tutte le attività dell'uomo legate alla pesca, all'agricoltura, alla tradizione, alla cultura, all'arte. Ma il geosito è di straordinaria importanza anche per la eccezionale presenza di uccelli, con oltre 300 specie fra nidificanti, svernanti o di passo e tra questi, appunto, la presenza di una colonia di che viene stimata di ben 14.000 esemplari. Dal momento del suo insediamento la colonia è stata attentamente monitorata, una frazione dei giovani nati localmente è stata inanellata in ciascuna stagione riproduttiva. Il marcaggio di ogni soggetto è avvenuto sia con tradizionali anelli metallici, sia con anelli in plastica di colore azzurro, che possono essere agevolmente letti fin da 400 m di distanza su individui viventi. Questa operazione si svolge seguendo un rigido protocollo a cui partecipano mediamente un centinaio di collaboratori volontari. Al marcaggio fanno seguito una serie di uscite finalizzate al monitoraggio degli anelli, svolte sia in colonia che in altre zone riproduttive (Francia, Spagna, Marocco, Tunisia, Turchia ecc.) grazie al network afferente al progetto sui fenicotteri del Mediterraneo. Il grande database originatosi dalla informatizzazione di questi dati permette di ricostruire, attraverso il GIS, gli spostamenti dei singoli esemplari muniti di anello. La colonia di Comacchio è visibile anche semplicemente camminando o percorrendo in bici alcuni argini però, per chi volesse osservarli più da vicino, esiste l'opportunità di effettuare una escursione in barca con orari e giorni stabiliti in precedenza per non disturbare gli animali soprattutto nel periodo della nidificazione. Per chi volesse partecipare alla campagna di inanellamento come volontario è invece necessario registrarsi con anticipo su di un apposito sito. Per un geosito come quello delle saline di Comacchio o per altri siti con caratteri peculiari è necessario predisporre, sia a livello di layer nel progetto GIS, sia per le schede illustrative ad esso collegate, oltre alle cartografie classiche come l'uso del suolo biohab, la geologia, le carte topografiche e le immagini satellitari, anche particolari informazioni riguardanti gli eventi che al geosito sono collegati come usanze, feste, eventi che possono essere vissuti da un eventuale visitatore solo in un certo periodo dell'anno oppure solo in un particolare giorno.

I geositi sommersi o che ricadono invece prevalentemente in Aree marine devono essere considerati con criteri differenti da quelli presenti su terra ferma. In questo caso infatti l'uso del suolo risulta di scarso interesse essendoci in gran parte acqua. Sono state studiate alcune aree ricadenti nella zona antistante il **Monte Conero** in cui sono presenti geositi di particolare importanza quali lo Scoglio del Trave, la formazione delle Due Sorelle, la Grotta degli Schiavi, quella dei Libri e la Grotta Urbani. In questi casi è stata utilizzata una cartografia specifica fornita dal Consiglio Nazionale delle Ricerche e l'Istituto di Ricerche sulla Pesca Marittima (CNR-IRPEM-ANCONA), la Mappa delle Biocenosi Bentoniche e la Mappa Morfologica Marina. Entrambe le carte erano in formato cartaceo e sono state quindi scansionate, importate come raster nel progetto, georeferenziate e vettorializzate. L'analisi della distribuzione dei popolamenti animali e vegetali bentonici, che

vivono cioè in contatto con i fondali, riveste un ruolo prioritario nello studio delle aree costiere. Lo studio di queste comunità si dimostra particolarmente utile nelle indagini sulla qualità dell'ambiente essendo spesso utilizzate come "indicatori biologici" (Ardizzone G.D., Belluscio A. e Fabi G., 2003). Nel caso di una fruizione turistica può essere di particolare interesse valutare la conformazione geomorfologica del fondale e la presenza di una particolare fauna e flora bentonica soprattutto rivolgendosi ad attività di immersioni subacquee, oltre che ad escursioni in barca.

Per analizzare come potevano essere inserite nel progetto GIS le Aree archeologiche di grande importanza, che hanno di sicuro anche una valenza ambientale e paesaggistica ma che presentano un interesse primario di tipo storico ed archeologico, si è presa in esame l'area archeologica di **Baalbeck in Libano**. Su questa area per altri progetti di ricerca che riguardano essenzialmente il restauro e la conservazione del sito si possedevano numerosi dati e si stava procedendo ad elaborare un apposito progetto GIS. Si è approfittato di questa occasione per applicare la metodologia di rilevamento proposta in questo lavoro per valutare come essa risponda alle necessità di chi è chiamato a descrivere un'area molto complessa dal punto di vista archeologico. Il problema principale è quello del rapporto di scala tra un contesto globale di area vasta e quello di grande dettaglio di chi deve intervenire su di un singolo manufatto o anche su una sola parte di esso. Come si può osservare in Fig. 3 in un km² in cui insistono moltissimi elementi di grande interesse (Propylaea, Tempio di Giove, Tempio di Venere, Corte Esagonale, Great Court, Bustan Nassif, Arab Tower, Mameluc Tower) oltre alla carta dell'uso del suolo tramite BioHab è necessario dare molte informazioni supplementari, per cui anche il database relazionale deve essere ampliato per contenere molti dati relativi allo stato di conservazione ed agli interventi di recupero e restauro oltre a tutta la documentazione storica. Resta naturalmente a discrezione del compilatore e del rilevatore del sito fino a che punto approfondire le ricerche in casi come questo in cui una sola maglia del network sui geositi può essere trasformata in un progetto a sè stante.

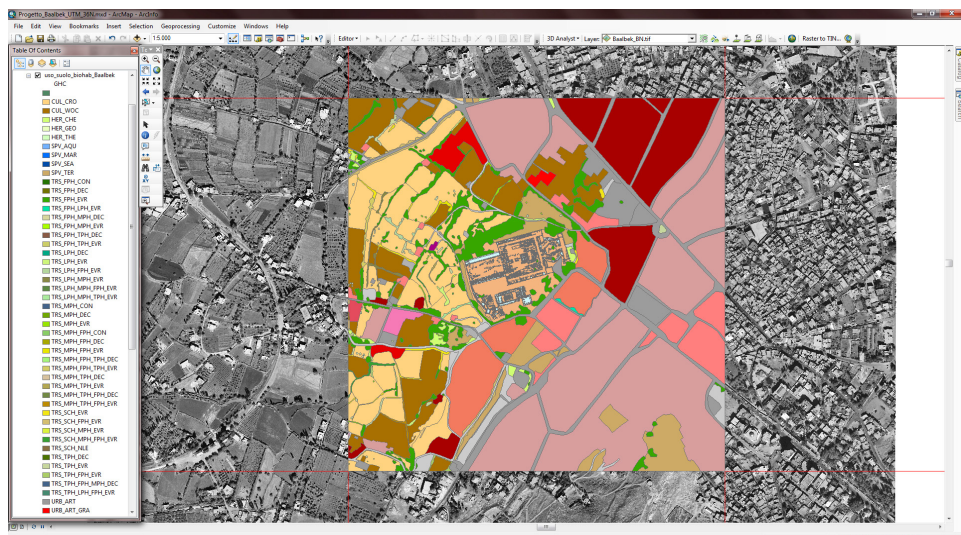


Figura 3 – Visualizzazione dell'area di km² in cui è compreso il complesso archeologico di Baalbeck.

Bibliografia

- Ardizzone G.D., Belluscio A. e Fabi G. (2003), “Cartografia delle biocenosi bentoniche del tratto di mare antistante il Monte Conero”. In: Fabi G., Marini M., Palladino S. (eds.) (2003), *L'Area marina antistante il Promontorio del Monte Conero Quaderni dell'Istituto Ricerche Pesca Marittima.*, Ancona, Nuova Serie, 1: 111-114
- Brilha J (2002), “Geoconservation and protected areas”. *Environ Conserv* 29(3): 273–276
- Bunce R.G.H., PhD, Metzger M.J., Brandt J., De Blust G., Elena-Rossello R., Groom G.B., Halada L., Hofer G., Howard D.C., Jongman R.H.G., Kovár P., Múcher C.A., Padoa-Schioppa E., Paelinckx D., Palo A., Perez Soba M., Ramos I., Roche P., Skånes H., Wrbka T. (2006). *A Standardised Procedure for Surveillance and Monitoring European Habitats*, pp. 35
- Bunce R.G.H., Groom G.B., Jongman R.H.G., Padoa-Schioppa E. (2005). *Handbook for Surveillance and Monitoring of European Habitats*, pp. 107
- Dingwall P. (2000), “Legislación y convenios internacionales: la integración del Patrimonio Geológico en las políticas de conservación del medio natural”. In: Baretino D, Wimbledon WAP, Gallego YE (eds) *Patrimonio Geológico: Conservación y Gestión*. ITGE, Madrid, Spain, pp 15–29
- Panizza M. (1999) - Relationships Between Environment and Man in Terms of Landslide Induced Risk. In: R. Casale & C. Margottini (eds.), *Floods and Landslides: Integrated Risk Assessment*. Springer-Verlag, Berlin, 191-195.
- Panizza M. (2001) – Problemi attuali di rischio e impatto ambientali in alta montagna. In: R. Bernardi, G. Diolaiuti & C. Smiraglia (eds.), *Uomo e ambiente d'alta montagna. Dalla conflittualità all'integrazione*. Mem. Soc. Geog. Italiana, 66, 53-68
- Raunkiaer C. (1934), *The life forms of plants and statistical plant geography, being the collected papers of C. Raunkiaer*, Clarendon, Oxford, pp. 632
- Wadembere I. & Ogao P. J. (2008), “Towards a Geometrical Spatial Integration Model for GIS” *International Journal of Computing and ICT Research*, Vol. 2, No. 2, December 2008