

Un GIS per la conservazione, il monitoraggio e l'adeguamento di manufatti in zona sismica riconosciuti come Beni Culturali

Chiara Altomare, Serena Artese, Raffaele Zinno

Università della Calabria - DIMES Dipartimento di Ingegneria Informatica, Modellistica, Elettronica e Sistemistica,
Via P. Bucci cubo 39/C, 87036 Rende, Italy, tel. +39 0984 494076,
e-mail: chiara.altomare@unical.it, serena.artese@unical.it, raffaele.zinno@unical.it

Riassunto

La ricerca vuole contribuire allo sviluppo di un processo metodologico che abbia per finalità la valutazione della vulnerabilità degli edifici in muratura dei centri antichi.

Nel presente lavoro è descritta una metodologia per implementare un GIS, finalizzato alla tutela di manufatti edilizi aventi rilevanza storico-artistica individuati come Beni Culturali.

Partendo dai DBT esistenti, si propone la creazione di un sistema informativo che contenga una serie di strati inerenti all'ambito territoriale ed ai singoli manufatti. Su scala territoriale, si prevede l'implementazione di strati con informazioni riguardanti caratteristiche geotecniche, idro-geologiche, urbanistiche, nonché dati di pericolosità sismica, vulnerabilità ed esposizione. A livello del singolo manufatto edilizio, l'inserimento dei dati è ottenuto da un'attività di schedatura sul campo concernente la rilevanza storico-artistica, la destinazione d'uso, l'ubicazione e gli aspetti strutturali. La catalogazione sarà integrata da indagini fotogrammetriche nel visibile ed all'infrarosso.

Ciò che si vuole ottenere è la mappatura del rischio sismico, ricavata tramite algoritmi che fanno uso di tutti i dati presenti nel DBT e ottenuti dal censimento. Per ogni manufatto sarà possibile, inoltre, mettere a punto una scheda di monitoraggio, con l'indicazione dei punti di criticità da tenere sotto controllo, delle indagini da effettuare periodicamente e degli interventi necessari ai fini della messa in sicurezza e della ripresa strutturale. I dati sullo stato di manutenzione saranno, inoltre, utili per progetti di restauro.

Il progetto pilota riguarda il caso studio del centro antico della città di Cosenza. Il GIS viene inteso, anche, come sistema di supporto alle decisioni delle Pubbliche Amministrazioni e della Protezione Civile, in caso di emergenza.

Abstract

The research aims to contribute to the development of a methodological process that has, as its purpose, the assessment of the vulnerability of masonry buildings of the ancient towns.

In this paper, we describe a methodology to implement a GIS, aimed at the protection of building constructions with historical and artistic significance identified as Cultural Heritage.

Starting from the existing DBTs, it is proposed the creation of an information system that contains a set of layers related to the territorial area and individual artifacts. On a territorial scale, it is expected the implementation of layers with information regarding geotechnical and hydro-geological characteristics, urban aspects, seismic hazard data, vulnerability and exposure. For a single-level building structure, data entry is obtained from a filing process on the field concerning the historical and artistic significance, the utilization, the location and structural aspects. Cataloguing will be integrated by photogrammetric surveys both in visible and infrared.

The final goal is the mapping of seismic risk, derived through algorithms that make use of all the data in the DBT, obtained from the census. For each artifact you can also develop a monitoring

card indicating critical points to be kept under control, surveys to be carried out periodically and necessary interventions for the purposes of safety and structural recovery. The maintenance status data are also useful for restoration projects.

The pilot project covers the case study of the ancient centre of the city of Cosenza. The GIS is intended, too, as decision support system of Public Administrations and Civil Protection in case of emergency.

Introduzione

I centri storici, così come li intendiamo, rientrano nella categoria Bene Culturale, con la loro presenza diffusa; si comprende bene, pertanto, la necessità di creare attorno a questo patrimonio una comune conoscenza di un modello condiviso di sviluppo economico e sociale.

Appurato il loro immenso valore estetico, storico e culturale, è significativo indagare sul potenziale economico di questo patrimonio e intenderlo, quindi, come risorsa, onde annoverare motivazioni anche più concrete alla necessità di tutela di cui spesso si parla.

La questione riguardante la tutela e la conservazione degli edifici storici, intesi come Beni Culturali rappresenta una sfida non risolta, vista la complessità e l'eterogeneità dei saperi coinvolti.

Negli ultimi anni, l'introduzione e la sperimentazione di supporti informativi territoriali e di GIS, proietta lo studio e l'analisi dei centri storici verso un approccio interattivo e dinamico, coerentemente con i mutamenti degli organismi edilizi e le conoscenze in continua evoluzione che convergono in questo campo.

Partendo dal presupposto che non è possibile tutelare ciò che non si conosce, l'azione di tutela si concentra su di un insieme di operazioni coerenti quali schedare, inventariare, censire e creare una banca dati interattiva, accompagnata da un'analisi storico-estetica di base. Una campagna di schedatura e di catalogazione, quindi, è strettamente connessa con i principi di protezione del patrimonio architettonico e culturale.

Contenuti della ricerca

La formulazione di un modello di perdita del terremoto per una data regione non è solo di interesse per la previsione dell'impatto economico dei futuri terremoti, ma può anche essere di vitale importanza per la mitigazione del rischio.

Una definizione puntuale di "rischio" è fornita dalla Protezione Civile: "Il concetto di rischio è legato non solo alla capacità di calcolare la probabilità che un evento pericoloso accada, ma anche alla capacità di definire il danno provocato. Rischio e pericolo non sono la stessa cosa: il pericolo è rappresentato dall'evento calamitoso che può colpire una certa area (la causa), il rischio è rappresentato dalle sue possibili conseguenze, cioè dal danno che ci si può attendere (l'effetto)."

Il rischio è traducibile nella formula:

$$R = P \times V \times E \quad [1]$$

P, la Pericolosità, è la probabilità che un fenomeno di una determinata intensità si verifichi in un certo periodo di tempo, in una data area.

V, la Vulnerabilità di un elemento (persone, edifici, infrastrutture, attività economiche), è la propensione a subire danneggiamenti in conseguenza delle sollecitazioni indotte da un evento di una certa intensità.

E, l'Esposizione o il valore esposto, è il numero di unità (o "valore") di ognuno degli elementi a rischio presenti in una data area, come le vite umane o gli insediamenti.

Il processo conoscitivo, che si intende utilizzare per valutare il rischio sismico connesso agli edifici storici in zona sismica è quello proposto dalle Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale allineate alle nuove Norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008).

Nello specifico, questo approccio indaga l'edificio storico nella sua matericità, seguendo un processo finalizzato a valutarne la vulnerabilità, verificarne la sicurezza e predisporre interventi per la messa in sicurezza degli edifici, incamerando informazioni suddivise in moduli, come si evince dallo schema logico riportato in Figura 1:

- MODULO A – Anagrafico Identificativo,
- MODULO B – Fattori di sensibilità,
- MODULO C – Morfologia degli Elementi,
- MODULO D – Stato di Conservazione,
- MODULO E – Rilievo geometrico,
- MODULO F – Interventi pregressi,
- MODULO G – Indagini Storiche,
- MODULO H – Indagini Diagnostiche.

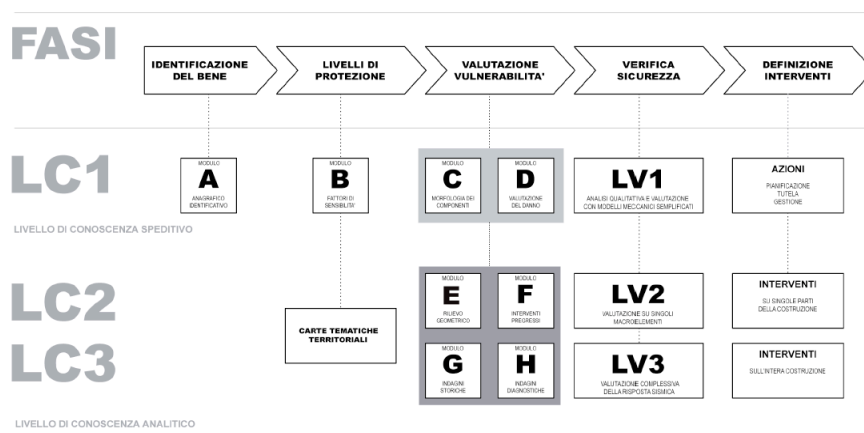


Figura 1. Allegato A, Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale allineate alle nuove Norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008).

Quello che ne emerge è un apparato schedografico che non può essere tradotto in un'unica scheda di rilevamento, per cui si rende necessario l'utilizzo di uno strumento dinamico e con possibilità di accrescimento di dati quale il GIS.

Questo sistema prevede diversi livelli di conoscenza del manufatto storico, da quello speditivo indispensabile in caso di emergenza o per analisi territoriali su larga scala, a quello analitico, *step* imprescindibile per interventi di restauro e unico mezzo di prevenzione per la salvaguardia delle fabbriche storiche.

Metodologia

Partendo dal DBT (*Data Base Topografico*) della Regione Calabria, si prevede la creazione di un GIS che contenga una serie di strati inerenti all'ambito territoriale ed ai singoli manufatti.

Su scala territoriale si adopera come base il DBT con una serie di *layers* riguardanti la viabilità, l'idrografia, il rischio idrogeologico, la carta geologica, i siti archeologici vincolati, i siti naturali e le aree protette. Tali *layer* sono facilmente costruibili in quanto contengono informazioni presenti nelle banche dati geografiche regionali. Altri *layers*, inerenti ai sottoservizi ed ai siti di rilevanza storico-artistica, saranno generati dall'elaborazione di rilievi fatti in loco nonché di ricerche storiche. Un ulteriore *layer* riguarderà le caratteristiche sismiche del territorio, ottenute da microzonazione sismica.

Per quanto concerne le informazioni sugli edifici, queste saranno inserite, per ogni singolo manufatto prescelto, in un modello ottenuto tramite BIM (*Building Information Modeling*). Tali informazioni si otterranno per mezzo di una campagna di rilevamento che sarà eseguita anche attraverso l'elaborazione di una scheda che tiene conto delle direttive contenute nel D.M. 14 gennaio 2008. Otterremo, quindi, dati quali: la localizzazione geografica, le caratteristiche geometriche, le proprietà dei materiali di costruzione e di finitura, le proprietà degli elementi tecnici, i dati destinazione d'uso e di affollamento, le caratteristiche urbanistiche (lotto, distanze da altri edifici, da strade, da centri di raccolta, accessibilità, vie di fuga, ecc.), le operazioni di manutenzione straordinaria eseguite e la rilevanza storico-artistica del bene. Dalla lettura dei dati si potranno dare indicazioni dei punti di criticità da tenere sotto controllo, sulla necessità di operazioni di manutenzione e monitoraggio e sulla loro tipologia.

Al fine di quantificare il rischio si adopererà un algoritmo che tenga conto dei dati territoriali e dell'edificio. In figura 2 è rappresentato il diagramma di flusso relativo al calcolo del rischio.

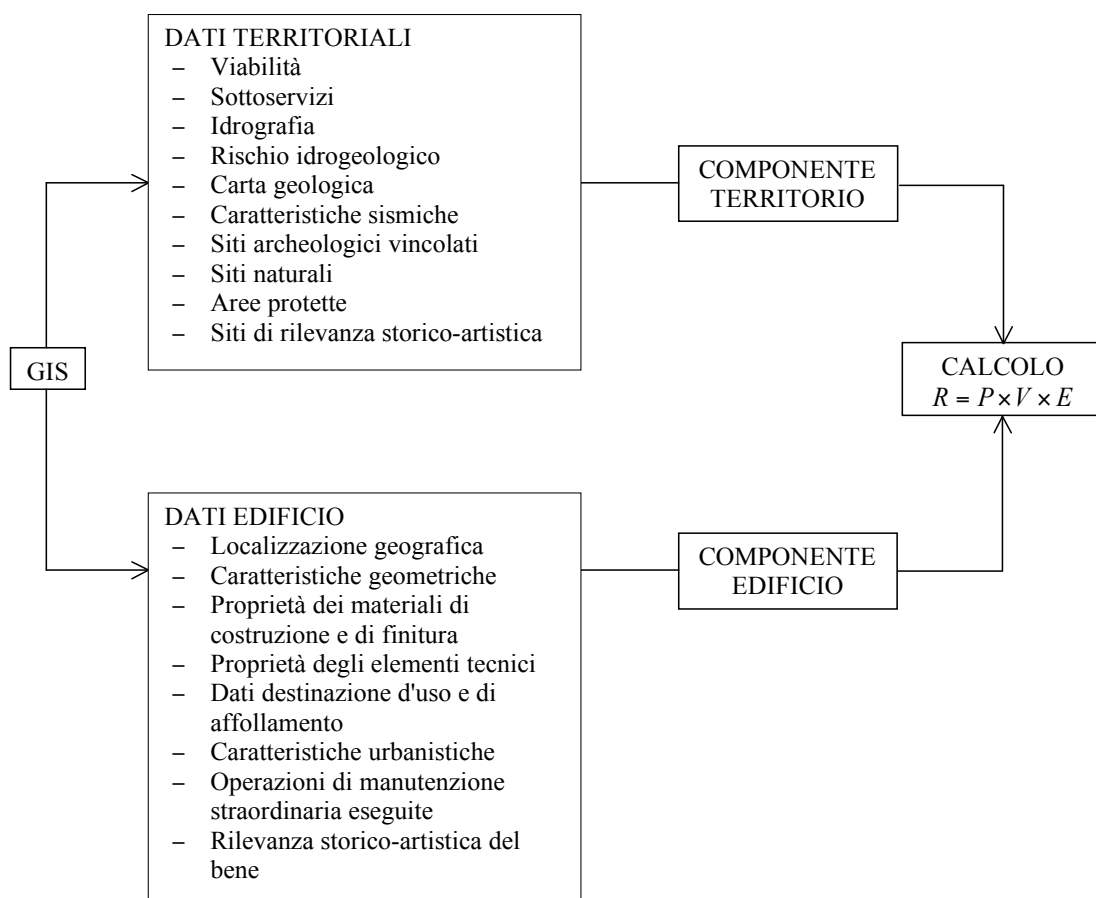


Figura 2. Diagramma di flusso relativo al calcolo del rischio.

Le componenti di rischio territoriale e dell'edificio sono ottenute considerando i contributi delle informazioni di ogni singolo *layer*. L'iesimo *layer* fornirà un contributo dato da:

$$R_i = P_i \times V_i \times E_i \quad [2]$$

La somma dei vari contributi dei dati territoriali fornisce la componente territoriale. Identica procedura viene seguita per la componente dell'edificio.

La combinazione delle due componenti fornisce il valore del rischio complessivo del manufatto considerato.

Attività in corso

Il progetto pilota riguarda il caso studio del centro antico della città di Cosenza. La figura 3 mostra un DEM (*Digital Elevation Model*) dello stesso.

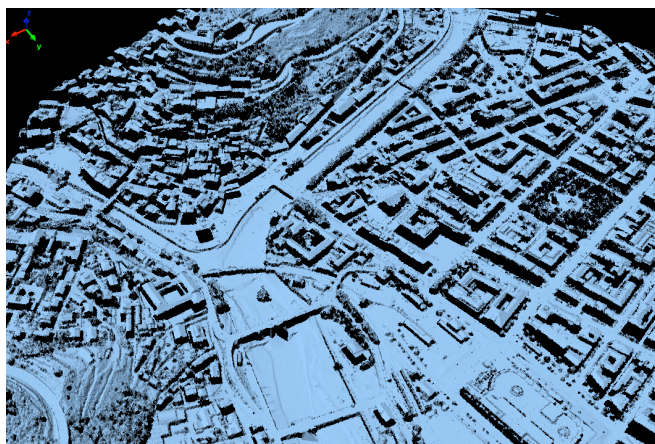


Figura 3. DEM del centro storico di Cosenza.

La più recente normativa antisismica suddivide il territorio nazionale in quattro zone. Cosenza ricade nella prima zona, ovvero la più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti (figura 4).

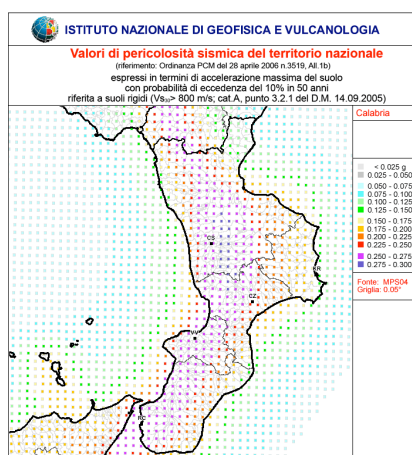


Figura 4. Valori di pericolosità sismica della Calabria.

Come attività iniziale si sta procedendo alla schedatura di palazzo “Cavalcanti”, sito in Corso Telesio, la cui ubicazione è evidenziata in figura 5.

Dell'edificio (figura 6), rimane incerta la data di costruzione. Le prime fonti documentarie risalgono al XVI secolo, con cui si fa coincidere la datazione, il Palazzo figura nella Carta del Camerota (1595), sotto il nome di "Casa delli Parisi", la complessità planimetrica attuale è indice di aggregazione di più corpi di fabbrica, che oggi prende il nome di Palazzo Cavalcanti-Parisi.



Figura 5. Ubicazione palazzo Cavalcanti.



Figura 6. Palazzo Cavalcanti.

Per stilare la scheda dell'edificio si è proceduto inizialmente ad una ricerca storica, eseguita presso la Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici delle province di Cosenza, Catanzaro e Crotone e l'Archivio di Stato di Cosenza. Successivamente sono stati effettuati rilievi sul palazzo al fine di definire lo stato di degrado (figura 7) ed il quadro fessurativo. In figura 8 sono riportate le misure di una lesione.



Figura 7. Stato di degrado del prospetto principale.



Figura 8. Dimensioni di una lesione in cm su fotoraddrizzamento.

Un'indagine particolare è stata eseguita per verificare la verticalità del prospetto principale. A tale scopo, in attesa di poter disporre di un *laser scanner*, si è fatto uso di una stazione totale robotizzata *Leica 1200+*, per mezzo della quale è stata rilevata un'area di prospetto, caratterizzata da un presumibile rigonfiamento, delle dimensioni di 2,10 x 6,70 metri con una maglia quadrata avente un passo medio di 8 centimetri. Sono stati battuti, in automatico, circa 2000 punti da due stazioni per coprire i sottosquadri. La nuvola di punti ottenuta, è stata elaborata tramite il *software Rapidform®*. È stato evidenziato un rigonfiamento che raggiunge il valore massimo di circa 8 centimetri, come mostrato in figura 9.



Figura 9. Rigonfiamento in facciata.

Queste indagini, da effettuare periodicamente, serviranno ad indicare gli interventi necessari ai fini della messa in sicurezza e della ripresa strutturale.

Sono state ricavate le informazioni da inserire nei *layers*: localizzazione geografica, caratteristiche geometriche, proprietà dei materiali di costruzione e di finitura, caratteristiche urbanistiche, rilevanza storico-artistica del bene. Restano attualmente da definire le restanti caratteristiche di tipo strutturale e relative all'affollamento.

Per quanto riguarda i dati territoriali bisogna ancora reperire i dati dei sottoservizi, da rilevare anche mediante georadar, nonché quelli derivanti dalla microzonazione sismica tuttora in corso.

Conclusioni e futuri sviluppi

È stata proposta una metodologia per la mappatura del rischio sismico di edifici riconosciuti come beni culturali, che fa uso di un GIS dedicato. Il GIS potrà essere utilizzato anche come sistema di supporto alle decisioni delle Pubbliche Amministrazioni e della Protezione Civile, in caso di emergenza.

Sono state descritte le prime operazioni effettuate per l'acquisizione dei dati necessari, relative ad un edificio sito nel centro antico di Cosenza.

Si prevede l'esecuzione di rilievi con l'utilizzo di laser scanner e di fotogrammetria digitale.

La microzonazione sismica, prevista per prossimo futuro, fornirà dati di fondamentale importanza per la definizione del rischio.

Bibliografia

Saygi, G., Agugiaro, G., Hamamcioğlu-Turan, M., Remondino, F., (2013). Evaluation of GIS and BIM roles for the information management of historical buildings. XXIV International CIPA Symposium.

Smith, D. K., & Tardif, M. (2012). Building information modeling: a strategic implementation guide for architects, engineers, constructors, and real estate asset managers. John Wiley & Sons.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. Wiley. com.

Azhar, S., Hein, M., & Sketo, B. (2008, April). Building information modeling (BIM): Benefits, risks and challenges. In Proceedings of the 44th ASC National Conference.

Chías, P., Abad, T., Echeverría, E., Da Casa, F., & Celis, F. (2006). A GIS in Cultural Heritage based upon multifformat databases and hypermedial personalized queries. ISPRS Archives, 36(5), 222-226.

Alexander, Ch., (1965). A city is not tree. Architectural Forum, 122 (1), pp. 58-61 and (2) pp. 58-62.