

L'importanza dei SIT nella tutela del patrimonio ambientale e culturale da rischio idraulico

Francesca Pirlone¹, Ilenia Spadaro²

Facoltà di Ingegneria - Università di Genova, Via all'Opera Pia 15a Genova
Tel. 010-353.2826, Fax. 010-353.2971, e-mail. francesca.pirlone@unige.it, e-mail. ilenia.spadaro@unige.it

Abstract

I Sistemi di Informazione Territoriale rappresentano un utile strumento di tutela e protezione del patrimonio ambientale e culturale. I SIT, consentono infatti di mettere in relazione le informazioni tecnico-scientifiche e quelle di localizzazione, necessarie per predisporre scenari di rischio idraulico. A livello comunitario la recente Direttiva Alluvioni obbliga gli Stati Membri alla realizzazione di strumenti dedicati al rischio idraulico (Piano di rischio alluvioni). Diversa la situazione della tutela del patrimonio culturale e ambientale che non viene normata a livello europeo ma attraverso specifiche normative nei singoli Paesi. Da segnalare infine la mancanza di uno strumento che consideri globalmente la messa in sicurezza del patrimonio storico da rischio idraulico. Nel presente paper viene illustrato un approccio metodologico volto alla creazione di un database associabile agli strumenti GIS, che, per la definizione del rischio idraulico, utilizza indicatori e come esposto considera il patrimonio ambientale e culturale.

“Informative Systems” are a useful tool for conservation and protection of environmental and cultural heritage. The SIT, in fact, allow to relate the scientific and technical information and the localization, necessary to prepare scenarios of flood risks. At Community level the recently Floods Directive binds Member States to achieve dedicated tools to flood risks (flood risk plan). On the other hand the cultural and environmental heritage protection is regulated by legislation specific of each country and not through an European directive. Finally worth noting the lack of a tool that considers the put in safety of the historical heritage from flood risks as a whole. In this paper is described a methodological approach (leading to the creation a database associated with GIS tools) aimed at evaluating the flood risk of the environmental and cultural heritage, through the use of indicators.

Per poter disporre di un quadro conoscitivo volto alla tutela e protezione del patrimonio ambientale e culturale, è necessario predisporre Sistemi di Informazione Territoriale, SIT, al fine di correlare i numerosi dati tecnico-scientifici, che entrano in gioco nelle valutazioni relative al rischio idraulico, con quelli geografico-localizzativi. I GIS, al fine di messa in sicurezza di tale patrimonio da eventi naturali, possono costituire uno strumento molto importante, sia per la fase di prevenzione che per quella di emergenza.

Grazie alle tecnologie attuali, le informazioni specifiche di ogni bene possono essere implementate in appositi database associati a programmi di georeferenziazione territoriale. Questi consentono,

¹ L'autrice ha analizzato il contesto europeo ed italiano in merito a normative e strumenti dedicati al rischio naturale e al patrimonio storico-culturale (direttive esistenti e recepimento in Italia; strumenti urbanistici ed operativi, quali Carta del rischio), proponendo spunti di riflessione. A partire dalla metodologia sviluppata di concerto, è stata approfondita la fase conoscitiva per la relativa applicazione ai casi studio trattati.

² L'autrice ha approfondito lo stato dell'arte dello strumento GIS evidenziando le potenzialità anche rapportate alle tematiche dei rischi naturali e del patrimonio storico-culturale ed ambientale, mettendo in luce nuove opportunità. L'approccio metodologico è stato sviluppato di concerto; nell'ambito dell'applicazione è stato curato in particolare l'elaborazione del database e la successiva implementazione in ambiente GIS.

come noto, l'archiviazione di informazioni sullo status quo e la predisposizione di scenari di danno per eventi calamitosi e conseguenti restituzioni cartografiche.

L'esperienza nel campo dei Geographic Information System permette di ottenere risultati significativi, anche se, in oggi, risulta ancora necessario definire: l'uso delle cartografie disponibili, le linee guida per la georeferenziazione dei beni ambientali e culturali, i criteri di validazione e monitoraggio, nuovi approcci alla georeferenziazione e rilevamento del patrimonio esistente anche attraverso la misura on-site delle coordinate³.

Particolare attenzione dovrebbe essere posta inoltre sulla omogeneità delle informazioni da reperire, almeno a livello nazionale, per poterle rendere confrontabili e quindi utilizzabili in maniera proficua a tutti i livelli istituzionali.

Un aspetto ulteriore da dover approfondire è l'aggiornamento dati, caratteristico dei GIS, indispensabile per valutare la dinamicità dei processi in atto. La variabilità dell'evento atteso, infatti, sottolinea l'esigenza di poter usufruire di uno strumento che contenga e gestisca gli approcci metodologici predisposti, garantendo, al contempo, l'aggiornamento delle informazioni in tempo reale.

Infine, oltre all'implementabilità e all'aggiornabilità, un ulteriore punto di forza dei SIT per la tematica trattata, consiste nell'overlay mapping, la possibilità cioè di sovrapporre sulla stessa immagine cartografica, diverse informazioni ottenendo una lettura incrociata dei fenomeni.

L'attuale e crescente divulgazione dei SIT nell'ambito della Amministrazione Pubblica, mette in luce le potenzialità e l'efficacia di questi sistemi nella gestione di banche dati territoriali, per visualizzare, attraverso la produzione di rappresentazioni cartografiche tematiche, i fenomeni analizzati e conoscerli nella dimensione territoriale-temporale più idonea. In merito a quest'ultimo aspetto non si deve infatti dimenticare che l'intensità del rischio varia nel tempo e deve essere rapportata allo stato di conservazione di ogni singolo bene oltre alle caratteristiche territoriali ed ambientali in cui lo stesso bene è collocato.

A livello europeo non esiste un approccio uniforme per quanto riguarda gli strumenti da utilizzare in risposta agli eventi calamitosi naturali e, la tematica della protezione dei beni culturali, è spesso considerata alla stregua di una questione ambientale. Per quest'ultimo aspetto i singoli Stati Membri presentano esperienze differenti sia in termini di strumenti che di strutture dedicati alla conservazione, riqualificazione e protezione del patrimonio culturale. In tale ambito l'Italia vanta indubbiamente una consistente struttura istituzionale per la tutela dei beni culturali. Tuttavia, in oggi, non esistono leggi specifiche relative alla salvaguardia dei beni storico-culturali nei confronti dei rischi naturali; esistono normative per tali beni o altre che considerano gli eventi naturali in senso lato.

Viste le emergenze verificatesi nel passato in Europa, soprattutto in termini di rischi idraulici, la Comunità Europea ha emanato due importanti provvedimenti, la Direttiva 2000/60/CE⁴, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque, e la Direttiva 2007/60/CE⁵, relativa alla valutazione e gestione del rischio di alluvione.

³ Ciò è possibile attraverso reti di rilievo sia in "modalità real-time che in post-processamento cinematica", usando i servizi di posizionamento GPS esistenti a scala regionale.

⁴ Tra gli obiettivi si ricordano:

- non deterioramento dello stato di tutti i corpi idrici superficiali e sotterranei e protezione, miglioramento e ripristino dei medesimi;
- raggiungimento dello stato "buono" entro il 2015, che consiste per le acque superficiali in "buono stato ecologico e chimico" e per le sotterranee "buono stato chimico e quantitativo";
- progressiva riduzione dell'inquinamento da sostanze pericolose e arresto/graduale eliminazione di emissioni, scarichi e perdite di sostanze pericolose;
- raggiungimento degli standard ed obiettivi fissati per le aree protette dalla Normativa Comunitaria.

Lo strumento introdotto è il Piano di gestione delle acque. La predisposizione di tali piani ha avuto un iter accelerato al fine di rispettare le scadenze comunitarie (22 dicembre 2009, termine prorogato al 22 febbraio 2010). Le Autorità di bacino di rilievo nazionale hanno adottato i Piani e fatto da capofila con compiti di coordinamento.

⁵ Le principali finalità sono:

La prima Direttiva istituisce un quadro per la protezione delle acque superficiali interne, delle acque di transizione, di quelle costiere e sotterranee e stabilisce che il territorio venga gestito in termini di distretti idrografici con relativi “Piani di gestione”. La seconda introduce una specifica disciplina in materia alla gestione del rischio di alluvione, prevedendo tre momenti: valutazione preliminare del rischio potenziale (entro il 22-12-2011), mappe della pericolosità e del rischio da alluvione (entro il 22-12-2013), Piani di gestione del rischio alluvione (entro il 22-12-2015).

Pertanto la Direttiva Alluvioni obbliga gli Stati Membri alla predisposizione di piani dedicati al rischio idraulico per poter disporre di strumenti urbanistici simili nei diversi Paesi in un’ottica europea, che vada a considerare la perimetrazione fenomenologica dell’evento considerato e non quella puramente amministrativa.

Diversa è invece la situazione della tutela del patrimonio culturale e ambientale che non viene normata a livello di Direttiva europea ma attraverso specifici Codici o normative differenti nei singoli Paesi. Inoltre sempre a livello comunitario, non esiste uno strumento che consideri contemporaneamente la messa in sicurezza del patrimonio storico da rischio idraulico, e quindi entrambi gli aspetti prima citati (valutazione del rischio e tutela del patrimonio culturale-ambientale).

Una ipotesi potrebbe essere quella che la Direttiva alluvioni preveda, all’interno delle mappe di rischio⁶, un inventario dei beni culturali, incluso il paesaggio archeologico e culturale. In tale senso, i beni, potrebbero essere considerati assieme alla pianificazione territoriale, alla gestione del territorio e alla conservazione dell’ambiente.

Presupposti tutti basilari per la predisposizione di una “Carta del Rischio Europea per il patrimonio culturale-ambientale”, Sistema Informativo Territoriale unico e omogeneo per l’intero territorio, che potrebbe rappresentare una prima tappa per avviare una corretta azione di gestione, recupero e salvaguardia per l’intero patrimonio storico-culturale.

A livello italiano sono state recepite entrambe le direttive Acque e Alluvioni, attraverso il D.Lgs n.152 del 2006 (Codice dell’Ambiente) e il D.Lgs n. 49 del 2010, ed in oggi diversi sono i relativi piani realizzati che considerano il rischio idraulico: dalla mappatura delle zone esposte agli interventi da porre in essere per la messa in sicurezza.

In merito alla salvaguardia dei beni, è vigente il Codice dei beni culturali e del paesaggio (D.Lgs n.42 del 2004); esso introduce la definizione di una specifica schedatura a livello nazionale del patrimonio pubblico con più di cinquant’anni, prevedendone inoltre la georeferenziazione in sinergia con gli obiettivi della Carta del Rischio presente in Italia. Quest’ultima, redatta a partire da singole esperienze e da eventi calamitosi verificatesi in Italia (in particolare sismici), consente di definire l’intensità del rischio di perdita cui è soggetto ogni bene (monumentale e storico-artistico) e di conoscerne la localizzazione mediante mappature tematiche aggiornabili. Infatti, la Carta del Rischio del Patrimonio Culturale, oltre all’aspetto conoscitivo, analizza tre diverse categorie di rischio: statico, ambientale-aria e quello determinato da fattori antropici. Nel merito tale Carta sarebbe bene che contenesse specifici scenari supportati dallo strumento GIS al fine di fornire corrette simulazioni per i rischi naturali.

-
- istituzione di “un quadro per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni, volto a ridurre le conseguenze negative per la salute umana, l’ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche connesse con le alluvioni”;
 - introduzione di una specifica disciplina in materia di gestione del rischio di alluvione in considerazione del fatto che la direttiva quadro in materia di acqua (2006/60/CE) non ha incluso tra gli obiettivi principali il rischio di alluvione.

Lo strumento previsto è il Piano di gestione del rischio di alluvione che si inserisce nel Piano di gestione del distretto idrografico introdotto dalla precedente Direttiva quadro sulle acque del 2000.

⁶ La direttiva INSPIRE “Infrastrutture per l’informazione territoriale nella Comunità” (2006) prevede che gli SM migliorino la gestione dei servizi di mappatura territoriali secondo principi comuni. Tra le mappe da realizzarsi c’è quella riguardante i siti protetti e i rischi potenziali, nell’ambito del quale sarebbe opportuno considerare anche il patrimonio storico-culturale.

E' in tale contesto che ben si inserisce l'approccio metodologico sviluppato relativo alla protezione/salvaguardia e messa in sicurezza dei beni culturali ed ambientali nei confronti degli eventi calamitosi di origine naturale. Trattasi di metodologia volta ad una tutela "attiva" che considera non solo il singolo bene ma anche tessuti urbani a pregio storico-culturale-paesaggistico, quali i centri storici.

Due sono essenzialmente le tipologie di informazioni necessarie per procedere nelle analisi di dettaglio e quindi alla conoscenza delle caratterizzazioni proprie di ogni bene: situazione dell'attuale assetto urbano ed edilizio nelle sue differenti ripartizioni (modalità d'uso, stato di consistenza, livello di efficienza, stato e cause di degrado, interventi di ripristino in atto o previsti,...); informazioni relative alle emergenze storico-culturali ed architettoniche e le conseguenti condizioni e modalità di tutela cui esse sono sottoposte dalla vigente normativa. In particolare, riguardo a quest'ultimo aspetto, si è inteso suggerire modalità informative e rappresentative, per consentire successive elaborazioni volte a supportare azioni programmatiche di tutela e salvaguardia. La rappresentazione di dette elaborazioni attraverso i SIT permette inoltre di poter valutare ed analizzare differenti possibili scenari.

L'approccio metodologico parte dalla nota definizione di rischio (inteso come danno temuto) funzione di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione. Analizzando in particolare il rischio idraulico, per ognuna delle grandezze prima citate, sono stati individuati parametri ed indicatori caratterizzanti. Tali indicatori, associati a pesi individuati con metodi probabilistici, consentono di giungere ad una valutazione del rischio a diverse scale di riferimento: dal livello territoriale a quello puntuale del singolo edificio.

L'approccio così definito per la valutazione del rischio risulta importante per stabilire le priorità di intervento. Tale metodo permette di valutare sia le grandezze singolarmente che complessivamente in termini di rischio totale. Le elaborazioni, associate alle potenzialità dello strumento GIS, potranno costituire un DDS utile per le Amministrazioni e le Strutture di protezione civile per l'individuazione degli interventi da realizzarsi in ambito urbano sia nella fase pianificatoria che di emergenza, per la messa in sicurezza nei confronti del rischio idraulico. In particolare le analisi e i risultati forniti dalla fase di valutazione forniranno indicazioni utili per: la scelta a livello territoriale del manufatto che necessita prioritariamente della messa in sicurezza e, una volta individuato il cespite, di priorità di tipologia di intervento da effettuarsi sullo stesso (attraverso la valutazione dei pesi associati ai singoli indicatori che caratterizzano le grandezze introdotte per definire il rischio).

Nel seguito, a titolo esemplificativo, si riportano alcune elaborazioni effettuate nel territorio genovese. A riguardo sono state prese in considerazione due aree urbane differenti sia per la tipologie di rischio idraulico a cui sono potenzialmente soggette che per gli aspetti costruttivi e territoriali rappresentativi. Si tratta del centro storico⁷, di notevole valore storico-culturale, soggetto a rischio allagamento legato all'inefficienza del sistema fognario e della Val Bisagno⁸, area fortemente urbanizzata esposta invece a rischio inondazione causato dall'omonimo torrente. Sono state scelte queste due realtà per poter disporre di un maggior numero di casistiche possibili al fine di generalizzare l'approccio volto a definire indicatori utili nella valutazione del rischio idraulico che, come noto, può presentarsi secondo tipologie differenti (allagamento, ruscellamento, inondazione).

⁷ Il centro storico di Genova è stato recentemente riconosciuto Patrimonio dell'Unesco, per le sue tipiche caratteristiche di notevole pregio storico-architettonico e l'ampia estensione superficiale. L'area non è attraversata da corsi d'acqua di rilevante entità ma da rivi minori tombinati (con canalizzazioni realizzate in tempi diversi e modalità eterogenee) inglobati nel sistema di drenaggio urbano; le insufficienze di tale sistema causano il rischio di allagamento.

⁸ L'area in esame può essere suddivisa in alta e bassa Val Bisagno. L'analisi si è soffermata in particolare sulla parte bassa della valle, comprendente i quartieri di Marassi, San Fruttuoso e Staglieno, caratterizzata dall'essere fortemente urbanizzata e pesantemente cementificata soprattutto durante l'espansione edilizia avvenuta tra gli anni '50 e '70 del secolo scorso. Numerosi sono i ponti e i cavalcavia (anche autostradali) e le parti coperte che sovrastano il Bisagno. Da segnalare è la copertura del tratto terminale avvenuto negli anni '30, causa delle principali criticità di rischio esondazione a cui sono associati effetti di rigurgito a monte.



Figura 1 – Localizzazione casi studio.



Figura 2 – Centro storico.





Figura 3 – Val Bisagno.

Entrando nel merito dell'applicazione due sono state le fasi che l'approccio metodologico ha considerato: una prima di tipo conoscitivo a livello territoriale e la seconda di valutazione-definizione del livello di rischio dei singoli manufatti, individuati come significativi per valore storico-culturale ed esposizione nei confronti dei fenomeni idraulici.



Gli aspetti che sono stati esaminati nella fase conoscitiva sono quelli relativi alle caratteristiche dell'insediamento (dati sulla popolazione, storici legati agli eventi alluvionali passati, mappe o notizie,...) e del reticolo idrografico con le relative criticità condizionanti la vulnerabilità a fenomeni di alluvionamento. Nel merito si riportano in Fig.4 un estratto compilato per l'area studio Val Bisagno e, in Fig.5, estratti delle due realtà campione prese in oggetto dai quali emergono i diversi indicatori caratteristici di ciascuna situazione. Tali database costituiscono la base informativa di partenza di SIT associabili a programmi GIS capaci di rendere più operativa l'interrogazione delle informazioni e di mappare possibili scenari.

15	Localizzazione stazioni pluviometriche esistenti (da Carta dei sottobacini)	Davagna, Vignanego, Prato, GE-Idrografico, Ponte Carrega			
16	Evento alluvionale più significativo	Intensità di pioggia	Quota	Portata di piena (foce)	Danni
17	07-08/10/1970	500 mm/24h sulla costa e 948mm/24h nell'interno	circa 1 metro	950 m ³ /s	si ↓
18	Mappe o notizie				
19	Inserimento territoriale area insediativa	Cliccare per visualizzare la carta dell'Inserimento territoriale area insediativa			
20	Tipologie aggregative prevalenti	Aggregazione semplice di elementi omogenei preordinati ↓			
21	Destinazioni d'uso prevalenti piani terra	Aggregazione semplice di elementi omogenei preordinati. ↑			
22	Destinazioni d'uso prevalenti	Aggregazione semplice di elementi lineari più o meno omogenei. ↓			
23	Edifici vincolati	Aggregazione di elementi lineari continui disomogenei. ↓			
24	Sistemi strutturali prevalenti	Aggregazione complessa di elementi omogenei continui. ↓			
25		Aggregazione complessa di elementi disomogenei discontinui. ↓			
26		Aggregazione complessa di elementi omogenei, o parzialmente omogenei, intorno a un fulcro (eme ↓			
27		Aggregazione lineare di elementi omogenei, o parzialmente omogenei, in base a scansioni preordn ↓			
26		prevalentemente in calcestruzzo armato			
27		Tipologia		Percentuale	
28	Pavimentazioni stradali prevalenti	Asfalto ↓		100	
29					
30	Condizioni di degrado	Umidità di risalita ↓	Muffe ↓	Distacco dell'intonaco ↓	Lesioni superficiali ↓
31	Cause di umidità prevalente	Poco diffuso ↓ Poco ↓ Poco diffuso ↓ Poco diffuso ↓			
		Risalita ↓			

Figura 4 – Fase conoscitiva dell'area – Estratto database con collegamenti ipertestuali e menù a tendina appositamente predisposti per il caso studio Val Bisagno.

CARATTERISTICHE DELL'AU CONDIZIONANTI LA VULNERABILITA' A FENOMENI DI ALLUVIONAMENTO	
Caratteristiche principali del sistema fognario	Misto 
	Lineare 
Tratti stradali convoglianti le acque di ruscellamento in occasione di eventi meteorici intensi	Cliccare per visualizzare la carta dei tratti stradali convoglianti acque ruscellamento
Presenza manufatti in alveo	Cliccare per visualizzare la carta "manufatti in alveo"

a) Val Bisagno

CARATTERISTICHE DEL CS CONDIZIONANTI LA VULNERABILITA' A FENOMENI DI ALLUVIONAMENTO	
Caratteristiche principali del sistema fognario (mediterranea delle acque)	Misto 
	Articolato 
Tratti stradali convoglianti le acque di ruscellamento in occasione di eventi meteorici intensi	Via Luccoli, Via di Soziglia, Via degli Orefici, Via Banchi.
Settori della rete fognaria potenzialmente soggette a rigurgito in occasione di eventi meteorici intensi	1) Zona di immissione del Rio San Gerolamo nel Rio Carbonara; 2) Tratto di valle di via delle Fontane; 3) Sezione ristretta all'altezza di Piazza Soziglia; 4) Sezione ristretta lungo Via degli Orefici; 5) Restringimento tra Via Banchi e Piazza Banchi; 6) Presenza del sottopasso di Caricamento
Sezioni anche tombinate del reticolo idrografico minore soggette ad ostruzioni e rigurgiti	

b) Centro storico

Figura 5 – Confronto tra i due casi campione.

Nella seconda fase si è proceduto alla individuazione e determinazione quali-quantitativa degli indicatori, opportunamente “pesati” in base al caso specifico, per la definizione del livello di rischio idraulico. Ciò è stato sperimentato sull’area del centro storico di maggiore criticità (in relazione al numero degli eventi catastrofici avvenuti e alla densità dei beni culturali presenti), ossia l’asse Piazza Fontane Marose – Via Luccoli – Via Orefici – Piazza Banchi – Caricamento e in Bassa Val Bisagno.

Nel seguito si riportano estratti e considerazioni metodologiche relative all’applicazione nel centro storico di Genova.

In merito alla valutazione della grandezza vulnerabilità, gli indicatori scelti e opportunamente pesati hanno preso in considerazione le caratteristiche dell’edificio (presenza di parti di edificio localizzati al piano terra o semi-interrati/interrati sensibili agli agenti chimici, presenza dei piani interrati/semi-interrati,..), ponendo particolare attenzione all’analisi del piano terra più sensibile ai fenomeni idraulici. Viste le caratteristiche tipiche del centro storico genovese, i cui piano terra hanno destinazione d’uso eminentemente di tipo commerciale, tra gli indicatori si ricordano: varchi caratterizzati da resistenza alle azioni delle acque di alluvionamento, percentuale di parete vetrata, tipologia di rivestimento interno/esterno, presenza di umidità di risalita e di dispositivi per la mitigazione della vulnerabilità dell’edificio,...

A titolo esemplificativo, in Fig. 6, si riporta un estratto del foglio di calcolo relativo alla valutazione della vulnerabilità di un edificio di pregio presente nel tessuto storico genovese.

VULNERABILITA'		
CARATTERISTICHE EDIFICIO		V parziale
Presenza di parti di edificio localizzati al piano terra o semi-interrati/interrati sensibili agli agenti chimici (pareti		
Sì		1
Presenza dei piani interrati/semi-interrati		
Sì		1
ANALISI DEL PIANO TERRA		V parziale
Varchi caratterizzati da resistenza alle azioni delle acque di alluvionamento		
Sì (Saracinesca, portoni massicci)		0
Protezione aperture per il piano interrato		No 0
Sopraelevazioni soglie d'accesso		Sì -0,1
Sistemi di laminazione acque superficiali		No 0
Intercapedini		No 0
VULNERABILITA' MOLTO ALTA		0,901

Figura 6 – Estratto relativo alla grandezza vulnerabilità.

Per quanto riguarda l'esposizione, per tenere in considerazione le diverse tipologie di bene, e quindi il differente valore intrinseco, sono state introdotte tre "categorie" da assegnare a ciascun edificio⁹. Per definire tale classificazione si è fatto riferimento al PUC "Piano Urbanistico Comunale" elaborato del Comune di Genova (Fig.7).

Categorie di esposizione	
Categoria 1	Altri edifici
Categoria 2	Edifici vincolati per il loro valore architettonico e palazzi medioevali
Categoria 3	Palazzi dei Rolli e chiese aventi grandi pregi architettonici e inestimabile patrimonio artistico

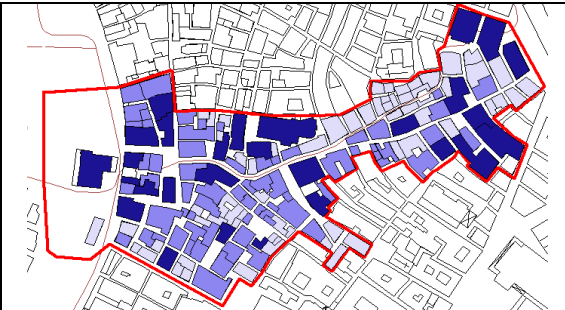


Figura 7 – Definizione delle tre "Categorie" e relativa mappatura GIS.

Tali Categorie sono state associate a diversi pesi per valutare il livello di esposizione relativo al danno temuto storico-architettonico; inoltre si è preso in considerazione anche il possibile danno economico che l'evento potrebbe causare all'attività presente all'interno di tali cespiti (Fig.8).

⁹ Come si può notare non è stato assegnato il livello di esposto 0, considerando come assunto che qualsiasi manufatto appartenente a tale contesto costituisca un bene di valore.

51	ESPOSIZIONE: patrimonio storico-culturale		
52	Tipologia di bene		
53	Categoria III		1
54	Categoria I		errato, interrato)
55	Categoria II		1
56	Beni immobili	Si	1
57			
58	ESPOSIZIONE P.S. MOLTO ALTA		1,000
59			E3
60			
62	ESPOSIZIONE: danno economico sul patrimonio storico-culturale		
63	Destinazioni d'uso - Piano terra		
64	Commerciale produttivo		0,9
65	Interesse logistico/strategico (caserme, ospedali, municipi,...)		
66	Interesse socio-culturale (scuola, biblioteca, impianti sportivi,...)		0
67	Commercialeproduttivo		
68	Residenziale		
68	Magazzino/cantina/garage		
68	Ufficio		
69	ESPOSIZIONE D.E. ALTA		0,633
70			E2
71			

Figura 8 – Estratto relativo alla grandezza esposizione.

Dalla combinazione matematica delle tre grandezze (pericolosità, vulnerabilità ed esposizione) è stato possibile individuare, per i manufatti indagati, quattro diverse classi di rischio idraulico (Fig.9).

<i>Edifici campione:</i>		
1	Via della Mercanzia 2 - Palazzo San Giorgio	
2	Via al Ponte Reale 2 - Palazzo Di Negro	
3	Piazza Banchi 1 - Palazzo Serra	
4	Via Orefici 6	
5	Piazza Vigne 4	
6	Piazza Campetto 5	
7	Piazza delle Oche 1	
8	Via Luccoli 16 - Palazzo Fornari	
9	Via Luccoli 21 - Palazzo Pastorino	
10	Via Luccoli 23 - Palazzo Bottino - Spinola	
11	Via Garibaldi 4 - Palazzo Pallavicino - Carrega - Cataldi	

Figura 9 – Livelli di rischio idraulico (da R1 basso a R4 molto elevato) degli edifici campione.

Un possibile sviluppo, in fase di approntamento, della metodologia illustrata è quello di considerare la valutazione del rischio non solo per l'intero manufatto ma riferita alle singole parti che lo costituiscono, quali ad esempio prospetti, piani,... Quest'ultimi infatti possono essere caratterizzati da diverse tecnologie costruttive, stato di degrado e, evidentemente, in base alla loro posizione altimetrica rispetto al manufatto (piano interrato, primo, secondo,...), a rischio decrescente lungo l'altezza (aspetto tipico del rischio idraulico dove i piani più bassi sono maggiormente esposti).

Dalle risultanze ottenute, è emerso come gli edifici presenti nel centro storico sono spesso la risultante di successive sovrapposizioni avvenute in diverse epoche storiche, con svariate opere di rifusione, innalzamento, ... costituendo in oggi esempi complessi di più stratificazioni storico-culturali. Inoltre un altro aspetto evidenziato è il ruolo che la morfologia del territorio in cui è inserito il manufatto riveste nei confronti del rischio idraulico; l'acclività ha portato, infatti, ad avere edifici con prospetti a diverso livello di rischio. Un edificio potrà dunque presentare prospetti affacciati su zone pianeggianti (soggette a possibili allagamenti), altri su zone in pendenza (sottoposti a possibili eventi di ruscellamento e di materiali trasportati) e infine con facciate

collocate in zone ad una quota più elevata rispetto alle aree soggette ad allagamenti (a minor rischio).

Quanto esposto può rappresentare il punto di partenza per una diversa elaborazione grafica relativa ai rischi naturali. Quest'ultima dovrebbe analizzare, e quindi mappare, per le diverse parti dell'edificio, facciate e piani, l'effettivo stato di consistenza (epoca di costruzione, degrado, manutenzione, umidità, ecc.) e il livello di rischio, oltre che le singole grandezze che lo caratterizzano.

La disponibilità di nuova strumentazione di rilievo e la potenza dei Sistemi Informativi, in oggi presenti, associato alle considerazioni metodologiche sopra esposte, aprono la strada allo sviluppo di un nuovo metodo di rappresentazione grafica del rischio.

Riferimenti bibliografici

- Borruso G., Bertazzoni S., Favretto A. Murgante B., Torre C. (2011) *Geographic Information Analysis for Sustainable Development and Economic Planning: New Technologies*, IGI Global, US
- Burrough P.A. (1986) *Principles of geographical information systems for land resource assessment*, Clarendon Press, Oxford, U.K
- Carrara A., Guzzetti F., Cardinali M., Reichenbach P., Antonini G., Galli M., Ardizzone F., Fossati D., Laffi R., Mazzoccola D., Sciesa E., Crosta G., Frattini P. (2000) *Geographic information technology to assess landslide hazard in regional environmental planning*, Monaco, Germania
- Cumbo F., Pirlone F., Spadaro I., Ugolini P. "Gis applicable software modules for risk assessment (innovation)", *Deliverable D1.6*, VI Programma Quadro Progetto CHEF "Cultural Heritage Protection against Flood"
- Densham P.J. (1991) "Spatial decision support systems", in Maguire D.J., Goodchild, M.F. and Rhind D.W., *Geographical Information Systems: principles and applications* Wiley, New York, 403-412
- Malczewsk J. (1991) *GIS and Multicriteria Decision Analysis*, USA
- Menoni S. (1997) *Pianificazione e incertezza. Elementi per la valutazione e la gestione dei rischi territoriali*, Franco Angeli, Milano
- Menoni S. (2006) "Introducing a transdisciplinary approach in studies regarding risk assessment and management in education programs for environmental engineers and planners", *International Journal of Sustainability in Higher Education*, vol. 7:3
- Orlando M. (2008), *Il ruolo dei sistemi informativi territoriali nel processo di recupero dei centri storici*, Franco Angeli Editore, Milano
- Pirlone F., Spadaro I., (in corso di stampa) "DSS finalizzato alla governance del territorio: messa in sicurezza e salvaguardia del patrimonio storico-culturale", in Atti del Convegno INPUT '10 Conferenza Nazionale in Informatica e Pianificazione Urbana e Territoriale – Potenza
- Pirlone F., Spadaro I., Ugolini P. (2010), "La gestione dei rischi naturali in un'ottica sostenibile del territorio", in Ugolini P., *Approccio alla sostenibilità nella governance del territorio*, Franco Angeli Editore, Milano, 168-178
- Spadaro I. (2011), Tesi di Dottorato *Approccio metodologico per la messa in sicurezza di aree urbane da evento calamitoso di tipo idraulico. Il caso genovese*, Tutor Ugolini P., Coordinatore del Dottorato Busi R., Brescia
- Sprague R. H., Carlson E.D. (1982), *Building effective decision support systems*. Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall