GESTIONE DEGLI SCENARI DI RISCHIO E LA TUTELA DEI BENI CULTURALI: Il PIANO ETNA

A. Giuffrida, A. Lo Tauro

Centro di Eccellenza in Protezione Civile, via Calvario, 27 – 95030 Nicolosi, protezionecivile@comune.nicolosi.ct.it

Riassunto

Il progetto riguarda la realizzazione di un database e l'implementazione di appropriati supporti tecnologici per la gestione degli scenari di rischio e la conservazione e messa in sicurezza dei beni culturali nel campo delle attività di prevenzione del rischio vulcanico. In questo lavoro vengono descritte metodologie per l'implementazione di un GIS specializzato per la produzione di carte tematiche utili per la gestione delle attività di previsione, prevenzione e del pronto intervento in caso di calamità naturali legati al rischio vulcanico. Il progetto si occupa anche della realizzazione di un *project-Gis* per la gestione dei beni culturali mobili ed immobili nel caso di eventi calamitosi con l'implementazione di appropriati supporti tecnologici (laser terrestre e RFID). Gli scenari di evento e di danno rappresentano importanti elementi di supporto alle decisioni per chi gestisce le situazioni di emergenza attraverso adeguati apparati tecnologici. Per questo motivo le tecnologie di radio-trasmissione (come Voip systems e WI-FI) sono state già sperimentate nel "*Piano Etna: rischio vulcanico, versante sud Nicolosi*"[1].

Abstract

The project concerns the realization of a *database* and the implementation of the appropriate technological support for the conservation of cultural heritage specifically oriented to the activities of assessment, prevention and management of natural risks emergencies related to the volcanic risk. In this paper we describe methodologies for the implementation of a specialised GIS, for the production of thematic cartography and territorial data for the management of the risk assessment. The project also concerns the realization of a project-GIS for the management of cultural heritage and the implementation of the appropriate technological support (such as the laser scanner and RFID). The project makes it possible for those who deal with the management of emergency situations to take more efficient decisions thanks to the interconnection of national contact points and the sharing and exchange of information. For this purpose the radio-transmission technologies (such as the Voip systems and WI-FI) have been implemented for the Etna Plan.

1-Introduzione

Nel corso dell' eruzione dell'Etna dell'anno 2001 il Centro Operativo Misto di Nicolosi elaborò dei piani di emergenza "ad hoc", riguardanti due ipotesi di scenario da invasione di colate laviche lungo le direttrici Nicolosi - Mascalucia e Nicolosi - Belpasso, che la Struttura di Protezione Civile di Nicolosi ha mantenuto aggiornati sino all'edizione giugno 2006 del Piano Comunale, come piani di emergenza specifici, solo per la parte territoriale di propria competenza. Successivamente e di concerto con il Dipartimento Regionale Protezione Civile – Servizio Sicilia Orientale – U.O.B. XV Rischio Vulcanico, il centro ha elaborato tutti i possibili scenari di invasione colate laviche del territorio del Comune di Nicolosi, codificati ed implementati all'interno del SIT specializzato per i beni esposti a rischio per la realizzazione in *real time* dello scenario di evento, supportato da adeguate tecnologie di radiotrasmissione, implementando l'utilizzo programmato della Tecnologia Wi-Fi per la diffusione capillare dell'informazione, attraverso gli *hot – spot* installati sul territorio; l'uso del sistema *Voice over Ip* (Voip) per le comunicazioni alternative in emergenza e l'utilizzo del sistema di Radiolocalizzazione satellitare APRS (*Automatic Position Reporting System*) per la

[1] Protezione Civile, Comune di Nicolosi (2006) *Piano Etna: rischio vulcanico versante sud Nicolosi*, edizione giugno 2006, Nicolosi, CD ROM

progressiva ottimizzazione del sistema di intervento emergenziale, con riporto a video della movimentazione delle forze in campo. L'attenzione alla difesa dei beni culturali dai rischi naturali ha trovato corpo nella legge regionale nr. 14/1998 che ha dato un primo assetto all'organizzazione del servizio di protezione civile in Sicilia. Il Dipartimento dei beni culturali e ambientali e della educazione permanente ha consentito, in sinergia con la sede centrale l'Unità Organizzativa di Protezione Civile, la compilazione delle "Linee guida per la salvaguardia del patrimonio culturale dagli eventi calamitosi", attivando presso ciascuna Soprintendenza le corrispondenti Unità di Protezione civile, con compiti di prevenzione, pianificazione e gestione delle emergenze in ambito provinciale e di coordinamento dei Nuclei Operativi per la Protezione del Patrimonio Culturale da Eventi Calamitosi (NOPPCEC), costituiti da tecnici qualificati ad assolvere le incombenze delle diverse competenze tutorie. L'attività sopradetta ha trovato attuazione nella delibera n. 304/2000 con cui il Governo Regionale, approvando il Regolamento di attuazione delle procedure di allertamento della Sala Operativa Integrata di Protezione Civile della Regione Siciliana (SORIS)[2], ha per la prima volta introdotto la Funzione n. 15 di supporto per i beni culturali; funzione ancora oggi solo siciliana nonostante i diversi danni inferti al patrimonio culturale italiano (quale ad esempio il terremoto umbro-marchigiano del settembre 1997).

2-Il *geo-database*

Il problema di fronteggiare le invasioni di colate laviche delle aree antropizzate, riguarda, nella sua univocità sull'intero territorio nazionale, i versanti dell'Etna, in quanto la tipologia del vulcano, di tipo effusivo, sviluppa eventi eruttivi che possono minacciare gli insediamenti abitativi ed in particolare il patrimonio culturale posto alle sue pendici. Il primo lavoro che è stato fatto, è la costruzione dei diversi tematismi divisi su diversi *layers* da strutturare poi per l'implementazione della banca dati su piattaforma GIS del territorio etneo. L'obiettivo era, infatti, quello di utilizzare la tecnologia GIS per avere una panoramica della distribuzione territoriale dei fattori di rischio per la pianificazione di emergenza, ed in particolare del rischio vulcanico. Per tale ragione sono stati analizzati diversi strati informativi e sperimentato un *geo-database* per analisi dei potenziali scenari di rischio. Per ogni tematismo realizzato per il *case-study*, è stato aggiunto un campo idoneo all'interno del *geo-database* contenente un *hot link* al quale collegare lo *script* che schematizza i principali problemi del piano di emergenza per l'elaborazione di un database specifico che contiene di tutte le informazioni utili ai fini della Protezione Civile. Tale sistema è stato sviluppato in ambiente Windows con *softwares* MapInfo 8.0 SCP, Autodesk, Golden Software ed utilizzando il *software* Surfer 7 per la modellazione 3D del territorio. Le cartografie informatizzate in atto riguardano:

1. Ortofotopiano (Territorio Comunale);
2. Cartografia Vettoriale (Territorio Comunale);
3. Carta area coinvolta;
4. Territorio (Quartieri, Zone Censuarie, Confini Comunali);
5. Armatura Territoriale;
6. Aree di emergenza: Ammassamento forze e risorse (aree gialle);

Insediamenti abitativi (aree blu);

7. Rete Viaria;
8. Servizi a Rete (Rete Elettrica, Idrica, Gas, Serbatoi GPL, Approvvigionamenti Idrici);
9. Carta della pericolosità;
10. Carta dell'esposizione;
11. Carta della vulnerabilità;
12. Carta del rischio;

[2] Regione Siciliana, Assessorato dei Beni Culturali e Ambientali e della Pubblica Istruzione (2003) *Emergenza Etna 2001: Trasferimento e messa in sicurezza del patrimonio culturale mobile*, Collana D'Area, Quaderno I

13. Popolazione (Densità della Popolazione, Zone Allontanamento, popolazione per vie);
14. Carte della Vegetazione;
15. Carte del sistema produttivo e delle attività commerciali.

Elementi qualificanti del SIT, alcuni dei quali di prima introduzione nella pianificazione di emergenza del Rischio Vulcanico, hanno riguardato la realizzazione di carte tematiche per la valutazione del rischio, con lo studio della pericolosità, della vulnerabilità e dell'esposizione, delle aree interessate agli scenari di invasione delle colate laviche compresa la elaborazione di apposite carte di rischio finalizzate anche alla tutela dei beni culturali e la individuazione e progettazione di aree per insediamenti abitativi (denominate aree blu), secondo le norme del Decreto del Capo Dipartimento Protezione Civile n. 1243 del 4 marzo 2005, utili per una rapida reintroduzione nel territorio colpito della popolazione evacuata. Altro elemento introduttivo di grande importanza è il collegamento funzionale della piattaforma SIT implementata con il sistema WEB - GIS di Protezione Civile della Provincia Regionale di Catania per l'elaborazione di tutti i dati delle aree di emergenza e dell'armatura territoriale di Nicolosi, che in tal modo risultano consultabili mediante *password* di accesso al sistema in tempo reale, per una e più incisiva ed efficace azione di gestione delle emergenze.

Fig 1 – Carta tematica per l'individuazione delle zone di allontanamento

Fig 2 – Carta tematica rappresentativa della pericolosità indotta

3- La messa in sicurezza dei beni culturali mobili

Per la messa in sicurezza dei beni culturali mobili si stanno compiendo alcune sperimentazioni utilizzando le tecnologie *Radio Frequency Identification* (RFID) per la identificazione automatica dei beni già censiti. Il sistema si basa sul leggere a distanza informazioni contenute in un *tag* RFID usando dei lettori RFID. Il tag RFID è generalmente costituito da un *microchip* che contiene dati (tra cui un numero univoco universale scritto nel silicio) e una antenna che permette di ricevere e di trasmettere radiofrequenza ad un *tranreceiver* RFID[3]. Negli ultimi anni la procedura di riconoscimento automatico (Auto ID) ha suscitato molto interesse e si sta sviluppando in ogni settore industriale, da quello di acquisto e distribuzione di servizi logistici a quello industriale, manifatturiero, metalmeccanico. Applicando i *tag* sui beni culturali mobili è possibile rilevare a distanza ed all'interno delle strutture ricettive le informazioni in esso contenute (tipo di bene, descrizione, numero inventario, ecc.).

[3] Esistono diversi standard ISO di tag RFID: 125/134 khz, 13.56 Mhz (negli standard ISO 1443 /ISO 15693), 868/915 Mhz (ISO 18000),• >2.4 GHz (Ultrawide band).

4-La messa in sicurezza dei beni culturali immobili[4]

Le metodologie tradizionali per il trasferimento e messa in sicurezza dei beni culturali, basate principalmente su ispezioni e rilevamenti *in situ* con tecnologie tradizionali, risultano essere sempre più inadeguate sia dal punto di vista economico che ai fini della celere individuazione dei dissesti strutturali e delle strategie da adottare in situazione di emergenza. Le tecnologie geomatiche possono risultare preziosi strumenti durante le fasi di messa in sicurezza di elementi antropici (patrimonio edilizio privato e monumentale) e naturali. Le tecnologie laser terrestre, in particolare, consentono di elaborare informazioni sulla geometria e morfologia degli organismi architettonici in tempi molto rapidi elaborando misure e dati preziosi in materia di protezione civile. Gli strumenti laser scanner permettono infatti di rilevare una gran quantità di punti 3D e la successiva generazione di un modello tridimensionale descritto per punti attraverso un modello a superfici triangolate (*mesh*). I dati integrati di questa strumentazione sono infatti in grado di fornire, ad alta produttività, parametri geometrici e descrittivi necessari per il rilievo di strutture architettoniche, elementi essenziali per pianificare qualsiasi intervento di messa in sicurezza di beni culturali considerando il quadro generale degli scenari di danno. Lo strumento risulta essere una valida soluzione per la stima in tempi rapidi degli interventi di somma urgenza da pianificare in caso di eventi calamitosi, anche in ambiente extra-urbano, o in quelle aree non facilmente raggiungibili dai mezzi tradizionali. Il laser terrestre infatti montato su *Mobile Mapping System* (MMS), consente l'esecuzione di rilievi da veicolo in movimento di strade[5] e di apparati architettonici, che, in una successiva fase di sperimentazione, possono essere studiati "ad hoc per essere attrezzati su veicoli particolari in grado di raggiungere anche quelle aree penalizzate da eruzioni e sismi" (Manzoni, 2006). I MMS possono anche offrire un prezioso contributo nell'implementazione di nuove ed innovative procedure di georeferenziazione del repertorio fotografico e nella creazione delle schede fotografiche in ambiente GIS, utili non soltanto per la messa in sicurezza dei beni culturali ma anche per la costituzione delle Carte del Rischio del patrimonio culturale.

Il rilievo di partiti architettonici affiancata a quella di rilievi strutturali realizzati mediante tecnologie laser scanner, fornisce un ulteriore dato per la validazione dei modelli di valutazione e di progettazione di interventi di somma urgenza, valutazioni dei danni e la relativa elaborazione di esecutivi di cantiere (opere di puntellamento e di arginatura, centine, ponteggi strutturali, transenne, ecc.) da trasmettere in tempi celeri alle specifiche squadre di tecnici specializzati, istituzionali e del volontariato del Centro di Protezione Civile di Nicolosi, grazie anche all'ausilio dei molteplici mezzi radiotrasmessivi di cui è dotato il Centro. In particolare, con l'uso di una rete digitale sarà possibile implementare anche le nuove tecnologie di localizzazione con sistemi GPS, in modo da ampliare l'operatività della sala radio, soprattutto in previsione di eventuali eventi calamitosi che possano interessare l'area della Sicilia Orientale. Si stanno inoltre implementando metodologie di individuazione e classificazione di strade e sentieri appartenenti al *network* delle infrastrutture verdi mediante tecniche di telerilevamento in funzione anche dell'individuazione di tratti dissestati o danneggiati dagli eventi calamitosi, studiati *ad hoc* per il riconoscimento, la valutazione

[4] Questo paragrafo farà parte del prossimo aggiornamento del "*Piano Etna: rischio vulcanico, versante sud Nicolosi*", secondo il progetto elaborato dall'Arch. Agata Lo Tauro.

[5] Nei rilievi di strade si considera in particolare il *network* delle tipologie di *greenways* ed infrastrutture verdi relative alle direttrici rispondenti gli specifici *standard* per la pianificazione particolareggiata, per la realizzazione e la manutenzione di percorsi escursionistici e turistici di interesse regionale (legge 86/1983) oltre che di connessione infrastrutturale. Un quadro complessivo dell'argomento è riportato in Naturopa, Council of Europe, 87/1998, Le reti ecologiche in Europa. Tra i vari contributi si segnala Jongman R.H.G., *Le reti ecologiche: a quale scopo? Elementi naturali indispensabili.* E anche Negrini G., 1997, *La rete ecologica Europea*, in: Peano A., Parchi naturali in Europa, Urbanistica Dossier, 7, INU, Roma. Una parte delle pubblicazioni prodotte in Italia sulle reti ecologiche è elencata nel sito WEB http://www.planeco.org. La gestione del territorio, sia esso mirato al soddisfacimento della richiesta turistica e/o alla valorizzazione dei suoi beni, non può comunque prescindere dalla tutela e dalla messa in sicurezza del suo patrimonio tangibile ed intangibile, e pertanto punto di partenza per qualsiasi strumento di programmazione.

dell'estensione dei danni e la pianificazione degli interventi di somma urgenza. Tramite queste tecnologie è inoltre possibile produrre un SIT specializzato contenente anche rappresentazioni 3D per la valutazione preliminare degli interventi di ripristino che possono fungere da *project-GIS* da integrare ai *database* dalla Soprintendenza dei BB.CC.AA. e degli organi di tutela competenti attualmente in fase di sperimentazione, al fine di rispondere ai dettami del D.Lgs. n. 82 del /07/03/05[6]. Il progetto prevede infatti l'implementazione di un sistema informativo tridimensionale in tempo reale sulle aree campione ricadenti nel comune di Nicolosi con l'ausilio di scanner terrestre ed accurati indagini dei siti in esame da integrare con elaborazioni di cartografie 3D. In particolare sono stati eseguiti dei test sui tempi di scansione con verifica dei dati elaborati dal laser terrestre e successive elaborazioni con differenti *softwares computer aided design* esportati in RTF per la costruzione della cartografia vettoriale di riferimento. Per il rilevamento *laser scanning* sono state già eseguite delle sperimentazioni utilizzando il sistema GM 200 MENSI' caratterizzato da un campo di misura di 360° sul piano orizzontale e di 180° su quello verticale con diversi intervalli di acquisizione predefiniti[7], con una accuratezza sotto ai 0,2 mm ed un *range* di 100 sino a 200 metri. Il rilevamento ha posto problematiche connesse alla impostazione logistica del rilievo ed ha richiesto un'attenta fase di progettazione che ha anche riguardato problematiche relative al pretrattamento e alla rappresentazione dei dati. Il laser scanner è risultato essere molto più rapido nel realizzare modelli tridimensionali estesi di elementi complessi rispetto le tecniche tradizionali e/o fotogrammetriche che richiederebbero invece lunghi tempi di elaborazione. L'archivio e gli standard catalografici[8] per la gestione delle informazioni utilizzati nel *project-GIS* vengono applicati non senza varianti in funzione di tutti i dati analizzati (*remote sensing*, fotografie verticali, indagini geofisiche, diagnostica, etc.) per verificare ed adattare le analisi condotte agli ingranaggi dell'emergenza e all'intero apparato chiamato a gestire il rischio vulcanico. Le tecnologie RFID sopra descritte consentendo di implementare ed innovare le tecnologie di *listing* (nelle tre tipologie di inventario, precatalogo e catalogo) dei beni culturali attualmente a disposizione e di amministrare lo spostamento e la messa in sicurezza dei beni con estrema facilità ed efficacia anche in ambiente GIS. Tutte queste tecnologie possono fornire un ulteriore chiave di lettura per la implementazione dei Piani di Gestione nel rispetto degli atti costitutivi degli organi competenti[9]. L'organizzazione del S.I.T. viene progettato in funzione della quadro di riferimento programmatico e di articolazione di interventi quali la definizione della Carta del Rischio del Patrimonio Culturale ed Ambientale della Regione Siciliana inserita nel Programma Operativo Regionale P.O.R., finanziati con i fondi strutturali comunitari di "Agenda 2000". La cartografica vettoriale così implementata ed elaborata per la redazione del Piano Etna risulta essere un prezioso *framework* per la realizzazione dei temi di base del SIT per la messa in sicurezza dei beni immobili.

5-Tecnologie di telecomunicazione

Le tecnologie di telecomunicazioni comprendono tutte le più innovative tecnologie per garantire le comunicazioni e le movimentazioni del sistema di Protezione Civile, in fonia, in Wi-Fi, in Voip ed in digitale per la ottimizzazione delle radio telecomunicazioni emergenziali. La Sala Radio del Centro Telecomunicazioni è stata strutturata sulla base delle linee guida emanate dal Dipartimento Regionale Protezione Civile – Servizio Sicilia Orientale. Presso la sala radio si trovano due impianti

[6] "Il Codice dell'Amministrazione Digitale" ha come fine garantire l'interconnessione e l'interoperabilità di tutti i Sistemi Informatici delle Pubbliche Amministrazioni stabilendo le regole fondamentali per la trasmissione delle informazioni e dati digitali attraverso il Sistema Pubblico di Connettività (S.P.C.).

[7] Le distanze di utilizzo sono suddivise secondo diversi intervalli (da O a 8-32-80 m) con una precisione nominale di ±2 mm.

[8] Il sistema di costruzione di *records* e *files* per il database ha preso come modello i tracciati schedografici del Sistema Carta del Rischio (www.centrorestauro.sicilia.it/CartaDelRischio/Indice_CartaRischio.htm).

[9] Si ricorda che l'obiettivo dell' *United Nations* E*ducational, Scientific and Cultural Organization* è stato così definito: *"contribuire alla pace e la sicurezza promuovendo la collaborazione tra le nazioni attraverso l'educazione, la scienza e la cultura.."(Atto Costitutivo dell'UNESCO).* Tra le aree tematiche si privilegiano in particolare l' I.C.T. (Information Communication Technology) e l' istruzione in situazioni di emergenza, crisi e ricostruzione.

di antenna omnidirezionale operanti su frequenze 43 MHz e 27 MHz, quest'ultima è asservita esclusivamente a stazione digitale, in grado di operare tramite modem apposito, collegato ad un computer, per consentire lo scambio, con altre stazioni similari, di messaggi, immagini e *files*. Il protocollo utilizzato per tali comunicazioni digitali è l'AX25 con velocità di 1200 bps, ed ogni stazione base può funzionare come *digipeater*. La rete digitale d'emergenza strutturata dalla FIR-CB/SER è organizzata su 6 nodi principali ed un numero considerevole di stazioni base, posizionati in un'area vasta della fascia orientale della Sicilia. Recentemente è entrato in funzione il sistema di nodo digitale di Etna Sud Contrada Cantoniera, installato presso i container del Centro Servizi di Emergenza.Tale rete è in continua espansione ed è prevista l'attivazione di altre stazioni base, anche in sedi strategiche per il coordinamento delle operazioni di emergenza. La stazione base in 43 MHz consente il traffico in fonia e da varie prove effettuate la copertura radio del territorio comunale di Nicolosi risulta essere del 95%. Le attuali apparecchiature radio operanti in 43 MHz non utilizzano ponti radio, per cui le comunicazioni avvengono in diretta (punto – punto) e proprio per tale motivo la rete in fonia risulta molto elastica e capace di adattarsi ai molteplici scenari calamitosi che potrebbero presentarsi. Sono inoltre installate antenne VHF/UHF (Banda Civile) in grado di consentire l'uso delle apparecchiature radio del Dipartimento Protezione Civile, per un più razionale coordinamento delle forze in campo e tutte le apparecchiature trovano idonea collocazione in una consolle operativa di ultima generazione, fornita di batterie in tampone a scambio automatico. A completare le dotazioni della Sala Radio, è stato installato un sistema digitale di ricezione TV satellitare ed un impianto TV terrestre. Nel Centro Telecomunicazioni si provvederà all'attivazione del sistema APRS (*Automatic Position Reporting System*), con dislocazione delle squadre operative dotate di apparecchiature idonee (apparati radio, modem e GPS), per il riporto a video della movimentazione del sistema di intervento. Inoltre, attraverso procedure di convenzione, verrà attivato il sistema, Voice over ip (Voip) per il ripristino immediato della comunicazione ai vari livelli. Ove occorrente sarà possibile l'uso della tecnologia standard 802.11ib (wi-fi) per la trasmissione di file e immagini tramite posta elettronica e per il collegamento stabile alla rete internet.

6-Conclusioni e ringraziamenti

Il "Piano Etna: rischio vulcanico versante sud Nicolosi" è il risultato di un lavoro sinergico e della collaborazione tra differenti enti locali e centri di ricerca tra cui il Dipartimento di Protezione Civile, il Dipartimento Regionale Protezione Civile – Servizio Sicilia Orientale, la Provincia Regionale di Catania, l'Università degli Studi di Trieste – CER Telegeomatica, l'Università di Catania – C.O.F., l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – Sezione di Catania e della Soprintendenza BB.CC.AA. di Catania – N.O.P.P.C.E.C., ed intende, nella sua esemplificazione specifica, rappresentare elemento di riferimento per una pianificazione di emergenza del Rischio Vulcanico che riguardi tutti i versanti dell'Etna e che, attraverso le opportune azioni di coordinamento delle Istituzioni connesse, assuma successivamente la valenza di pianificazione nazionale. Si intende ringraziare anche il prof. Giorgio Manzoni (Università degli Studi di Trieste) per l'apporto scientifico dedicato alla "Telegeomatica applicata al rischio vulcanico".

Bibliografia

Giuffrida A. Lo Tauro A. (2006) "Technologies and community mechanism for civil protection assistance and cultural heritage conservation" in *CORRP 2006 & Geomultimedia06, Sustainable Solution for the Information society* – 11th International Conference on Urban Planning and Spatial Development for the Information Society, Vienna Feb. 13-16 2006, pp. 249-253

Giuffrida A. Lo Tauro A. (2006) "Geographic information system for the management of the volcanic risk: the Etna Plan*" in Econgeo2006 - 5th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems*, Session 5, Geological Risk Assessment and Security Policies, June 13th to 16th 2006. CD ROM

Lo Tauro A. (1996) "La conoscenza del territorio mediante tecnologie laser terrestre" in *Atti del Convegno Nazionale SIFET 2006*, Castellaneta 14 -16 giugno, 2006, CD ROM

Manzoni, G. 2006, Telegeomatica applicata al rischio vulcanico. In *Atti del Convegno "Il piano Etna, rischio vulcanico versante sud", Nicolosi, 12 giugno 2006*