

WebGIS integrato per la gestione del rischio idrogeologico con utilizzo di dispositivi mobili e GPS in ambiente Open Source

Giuseppe Tito Aronica (*), Riccardo Di Pietro (**), Domenico La Fauci (**), Nathalie Morey (**)

(*) dip. Ingegneria Civile, Università di Messina, aronica@ingegneria.unime.it

(**) dip. Fisica – Sezione informatica. Università di Messina, nathalie@informatica.unime.it

Abstract

Il rischio idrogeologico è, tra quelli naturali, il più ricorrente e diffuso su tutto il territorio comunale di Messina. Eventi naturali caratterizzati da forti piogge accompagnate anche da fenomeni di frana hanno creato l'isolamento di intere popolazioni. I fattori responsabili sono sicuramente dovuti alle proprietà geomorfologiche del territorio, ma il fenomeno è reso più pericoloso con il deposito abusivo nel letto dei torrenti di rifiuti causando, altresì, l'inquinamento delle coste in prossimità delle foci.

Il lavoro svolto si è concentrato sullo studio di sistemi integrati con tecnologie informatiche avanzate capaci di migliorare l'acquisizione, l'analisi e l'elaborazione dell'informazione e dell'allerta. A tale proposito è stato sviluppato un server WebGIS dedicato al controllo e alla gestione delle zone a rischio di frane e inondazioni ed alla sorveglianza ambientale. Il WebGIS sviluppato integra i risultati di modelli idraulici con la produzione di mappe di pericolosità attraverso diversi scenari di rischio. Il server comunica con dei dispositivi mobili lato client con tecnologia GPS, sui quali è stata anche implementata un'applicazione GIS dedicata.

L'uso di dispositivi mobili con sistema GPS permette di far fronte alla mancanza di informazioni relative a zone poco monitorate, per consentire la consultazione e l'aggiornamento dei dati ambientali e lo scambio d'informazione con il server. Il sistema integra delle telecamere per un migliore controllo del deposito di rifiuti nelle zone monitorate. Le piattaforme di sviluppo, sia server che dispositivi mobili, si basano su soluzioni open source.

Il lavoro affronta il problema di interoperabilità tra sistemi cartografici di varie piattaforme utilizzando modelli di dati standard per lo scambio dell'informazione territoriale. Un ulteriore obiettivo della soluzione proposta consiste nella sua scalabilità per un successivo adattamento a problemi di monitoraggio ambientale ed ad altri fenomeni di rischio.

Introduzione

Il lavoro svolto riguarda lo sviluppo di un'applicazione pilota attraverso la definizione di metodologie e tecnologie avanzate che possono essere intraprese nel monitoraggio ambientale e la gestione dei rischi. A tale scopo è stata implementata una soluzione client/server con la creazione di un server GIS sul quale vengono eseguiti i modelli idraulici e lo sviluppo di un sistema d'informazione territoriale su dispositivo mobile di tipo smartphone o pocket PC. L'interesse nell'utilizzo di strumenti mobili è quello di poter procedere ad un rilievo in modo accurato, tempestivo e completo dei dati territoriali locali sia in situazioni di monitoraggio che in emergenza. Lo studio affronta, in particolare, la problematica dell'implementazione di soluzioni cartografiche GIS su piattaforma mobile, resa difficoltosa per la poca diffusione di tali strumenti di sviluppo nel mercato del software libero.

Lo scopo del progetto è anche quello di costituire una banca di dati territoriali ambientali accessibile via internet a tutti i servizi operativi del comune che trattino di problema di monitoraggio e gestione dei rischi.

Contesto di studio

La scelta del bacino idrografico come base di studio è ricaduta su quello della fiumara S.Stefano di Briga, classificato con un indice P.A.I. (Piano straordinario per l'Assetto Idrogeologico) pari a 4. La scelta non è stata casuale, ma si è basata sulla osservazione delle caratteristiche morfologiche del bacino e dal suo grado di antropizzazione. Il bacino in esame si presta come modello di riferimento dei piccoli bacini mediterranei di caratteri torrentizi in quanto possiede tutte le peculiarità proprie di questi, in particolare, delle portate contenute ma rapidamente variabili, con eventi di piena caratterizzati da portate al colmo elevate e da durate contenute.

Implementazione del Server WebGis e creazione della Banca di dati ambientali

Per affrontare il problema è sorta l'esigenza di realizzare un sistema di supporto alle decisioni che fosse dotato di un coordinamento in termini di procedure, di linguaggio e di standard operativo condivisi. Nel caso del rischio idrogeologico, si è resa necessaria la progettazione e la realizzazione di un efficiente sistema centrale di supporto, in grado di raccogliere, elaborare e scambiare dati scientifici ambientali, con particolare riferimento ai risultati dei modelli idraulici e di gestire l'allerta e l'emergenza.

La prima fase di sviluppo del sistema ha riguardato la costituzione della base di dati cartografici mediante la raccolta delle informazioni territoriali esistenti. La ricerca dei dati cartacei ed elettronici è stata effettuata sia nell'ambito dell'amministrazione regionale, sia presso gli enti pubblici comunali. Informazioni quali la popolazione, le infrastrutture, la rete idrica, ecc sono state recuperate presso il Dipartimento urbanistico; le aerofotogrammetrie, prodotte dopo gli incendi che hanno colpito il territorio comunale nel 2007, sono state fornite dal Corpo Forestale comunale; i dati relativi alla vegetazione, alla geologia e ai livelli di rischio idrogeologico e pericolosità fanno riferimento alla Regione Sicilia; i dati LIDAR del 2008 sono stati forniti dal nodo SISTR comunale. Un particolare impegno è stato dedicato all'integrità dei dati. Infatti, una grande quantità dell'informazione a disposizione non era omogenea. Inoltre, molti dati vettoriali erano dati CAD difficilmente gestibili su GIS; ad esempio, la rete stradale era rappresentata con delle *features* disconnesse tra di loro, tracciando il profilo della strada con dei segmenti disorganizzati; in più l'informazione semantica relativa era incompleta o inutile. Questi dati sono stati trattati attraverso operazioni di filtraggio, eliminazione delle *features* ridondanti e correzione topologica, al fine di essere in seguito organizzati in temi di formato Shapefile e/o PostGIS.

Grazie alle ortofoto generate dai dati LIDAR, è stata eseguita un'ulteriore operazione di aggiornamento della base di dati costituita; ad esempio, nella rete stradale, per la quale i dati vettoriali in possesso non riflettevano la realtà, mancavano a volte delle strade o alcune erano state asfaltate senza essere aggiornate nel database comunale.

Sono stati di seguito identificati e modellati gli elementi fattori di rischio come le aree di pericolosità, le segnalazioni di danni o ostruzione, ecc.

Operativamente, l'informazione riguardante questi temi è fornita dai sistemi mobile che rilevano il dato *in situ*. Tali sistemi sono descritti più avanti.

Grazie alla mappatura cartografica realizzata, sono stati elaborati gli scenari di rischio. L'elaborazione di tali scenari è stata supportata dall'integrazione dei modelli idraulici come descritto in seguito. I modelli idraulici permettono di identificare le zone a rischio di esondazione in caso di forti piogge.

Il sistema informatico centrale, così costituito, permette di gestire la crisi e, grazie all'informazione fornita in tempo reale dai dispositivi mobile, consente di valutare in modo continuo la situazione con la finalità di una protezione accurata dei beni economici, ambientali e umani. L'applicazione WebGis è stata realizzata mediante l'ambiente software UMN-Mapserver.

A partire dall'informazione costituita ed elaborata, è stata realizzata una ricca banca di dati pertinenti alla zona e al tipo di rischio in studio scaricabili attraverso i protocolli definiti da Web Services.

Un altro ruolo del server ha riguardato il controllo dei depositi di materiali inerti a monte e a valle del torrente, fenomeno fin troppo praticato sul territorio comunale. Infatti, è necessario che una vigilanza sia assicurata per porre rimedio al continuo proliferare di mini-discariche che, messe insieme, rappresentano una vera e propria bomba ecologica per i residenti e più in generale per l'ambiente. Oltre alle segnalazioni effettuate dai dispositivi mobili come descritte in seguito, sono state eseguite delle prove di integrazione di telecamere wireless sul server per garantire una più efficace tutela del territorio. Nel caso in esempio sono state utilizzate delle telecamere AXIS 212 PTZ Network.

In parallelo sono stati integrati i modelli idraulici come descritto nel paragrafo.

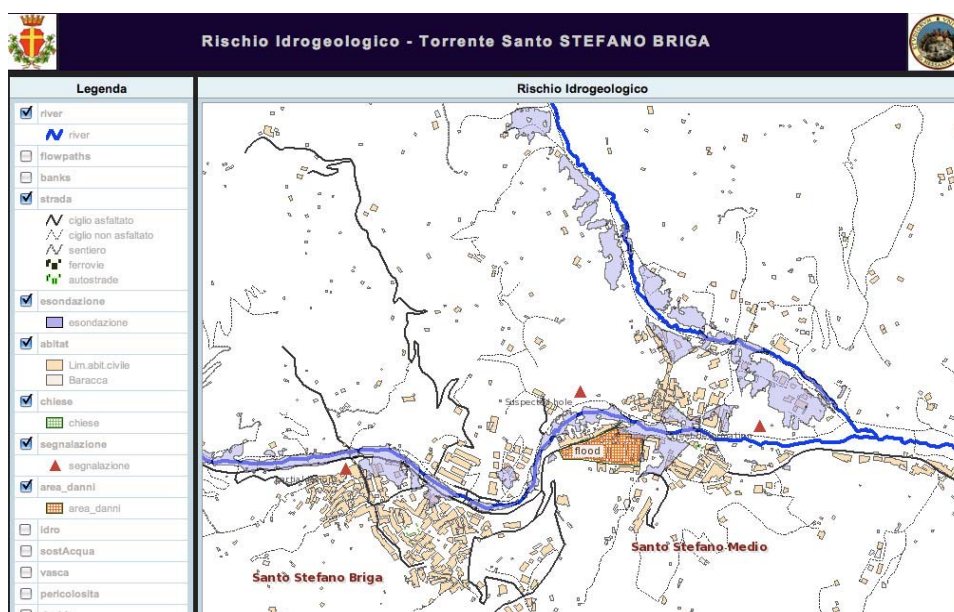


Fig.1: Visualizzazione della mappa cartografica con i punti critici (triangoli, aree in arancio) segnalati dal dispositivo mobile che acquisisce l'informazione in locale.

Applicazione di modelli idraulici

Nell'ambito del rischio idrogeologico, l'uso di modelli idraulici ha una funzione rilevante nella determinazione di aree allagabili e nell'elaborazione degli scenari di rischio. La scelta del modello è stata quella di HEC-RAS, modello ampiamente diffuso a livello regionale per la determinazione delle zone soggette ad esondazione. HEC-RAS analizza le reti di canali naturali ed artificiali, calcolando i profili idrici in moto permanente e/o motovario lungo le aste considerate. Il sistema di calcolo in modo permanente è concepito per applicazioni nella sistemazione dei corsi d'acqua e delle pianure alluvionali e per gli studi finalizzati alla determinazione delle aree allagabili con diversi tempi di ritorno in caso di esondazioni dai corsi d'acqua. Nel caso di studio, il modello idraulico utilizza un modello digitale delle quote del terreno (DEM) ad alta risoluzione (2 m) generato a partire dal rilievo topografico effettuato con la tecnica laser-scanning (*LiDAR*). Grazie anche alle ortofoto prodotte da questa tecnica con una risoluzione al suolo di 15 cm in orizzontale e 25 cm in verticale, si è proseguito alla digitalizzazione dell'informazione spaziale necessaria. Sono stati inseriti i dati considerati nei calcoli idraulici quali i flussi d'acqua, i banchi laterali, le sezioni trasversali e gli elementi d'ostruzione come ponti, tombini, briglie e strutture in genere, lungo i corsi d'acqua. Il modello è stato calibrato in funzione delle caratteristiche del torrente, e

successivamente eseguito. Il risultato è un *layer* in formato *Shapefile* che rappresenta le aree soggette ad esondazione. Esso è stato inserito nel WebGIS.

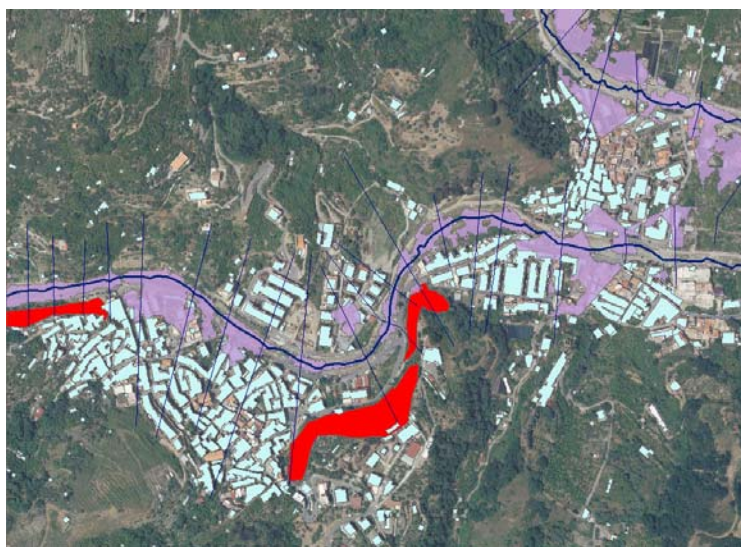


Fig.2 Aeree allagabili (in magenta) generate dal modello idraulico lungo il fiume. Sono visibili le sezioni digitalizzate da ortofoto ad alta risoluzione

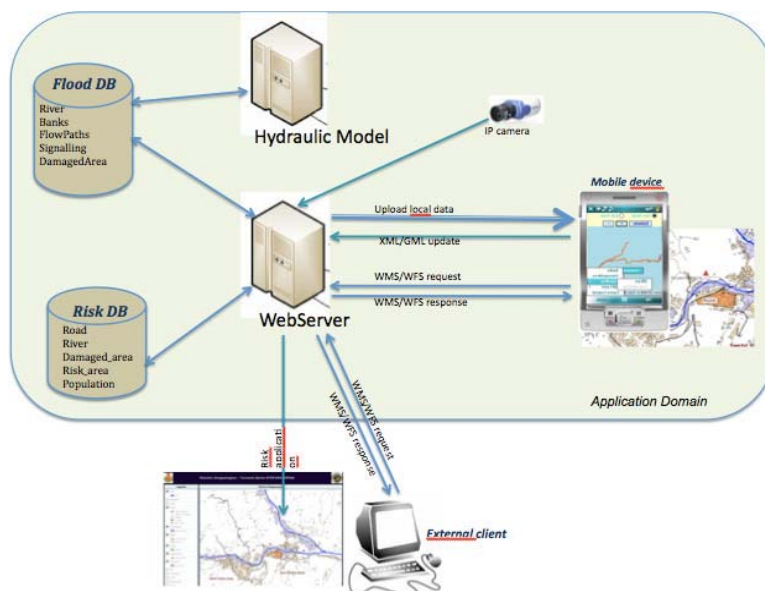


Fig.3 Architettura hardware del sistema generale

Sistemi mobile-GPS

Nel rischio idrogeologico, i modelli idraulici sono utilizzati in fase di prevenzione nella preparazione degli scenari di rischio. Durante la crisi, è cruciale raccogliere l'informazione direttamente sul luogo dell'evento per essere gestita in tempo reale. Il sistema in studio utilizza un dispositivo mobile sul quale è stato sviluppato un sistema d'informazione territoriale client in grado di prelevare il dato locale, georeferirlo, assegnare l'informazione semantica relativa e mandarlo verso il server.

L'uso di dispositivi mobili con sistema GPS e altra tecnologia satellitare permette di far fronte alla mancanza d'informazioni concernenti zone poco o nulla monitorate e consente l'aggiornamento dei dati ambientali in situ. Quest'aspetto rappresenta una parte importante dello studio. Infatti, ad oggi esistono tanti strumenti di sviluppo open source dedicati a soluzioni GIS per piattaforma desktop ma ben poche sono le offerte per piattaforma mobile sul mercato del software libero. Per le esigenze della nostra applicazione si è scelto di utilizzare SharpMap per mobile. Questa libreria cartografica offre una gamma ridotta di funzionalità per tali dispositivi ma ha il vantaggio di essere flessibile. Un altro punto critico di questi dispositivi riguarda proprio le loro caratteristiche. Infatti, le applicazioni sviluppate su mobile devono far fronte a problemi di limitazioni fisiche importanti quali bassa capacità di elaborazione, memoria limitata e schermo di ridotte dimensioni.

L'applicazione client in oggetto, sviluppata su piattaforma windows mobile 6.0, tiene conto di queste costrizioni nell'implementazione delle funzioni e la gestione dei dati (formati, qualità e dimensione). Essa possiede le principali funzionalità di un GIS, come la visualizzazione dei dati spaziali, l'editing, la navigazione sulla mappa cartografica, il posizionamento GPS. Nella sua utilizzazione, solo i dati strettamente necessari della zona in studio sono scaricati dal server in formato GML attraverso i protocolli standard definiti dell'OGC: WMS per i dati in formato raster e WGS per quelli vettoriali. Nel caso di studio sono stati considerati gli elementi fluviali (torrente, flusso dell'acqua, banchi, ponti), le infrastrutture (strade, ferrovie), le abitazioni, le zone a rischio esondazione e le segnalazioni di discarica e danni.

Il dispositivo mobile, grazie all'interfacciamento con un sistema GPS, permette di rilevare l'informazione territoriale in caso di mancanza di dati geografici nella zona monitorata e di correggere quelli erroneamente geo-riferiti. Si è resa necessaria la trasformazione del dato acquisito tramite il sistema GPS dal sistema di riferimento WGS-84 a quello di Gauss-Boaga. Al livello operativo, il dispositivo viene utilizzato in situazione di monitoraggio per:

- l'aggiornamento dei dati territoriali relativi al percorso del torrente che varia nel tempo. In seguito, saranno rielaborati, sul server, i modelli idraulici che definiscono le zone a rischio di esondazione come prima descritto,
- la segnalazione della presenza di una discarica abusiva,
- l'identificazione delle zone a rischio.

In situazione di emergenza, quando inizia un evento meteorologico, è fondamentale poter avere disponibile al più presto l'informazione che permette di gestire la situazione, descrivere i fenomeni e delinearne anche l'evoluzione futura. Il dispositivo in tale situazione è utile per:

la localizzazione dell'evento,

l'identificazione degli edifici danneggiati,

la segnalazione delle aree a rischio.

I dati censiti sono mandati via *web* sul server in un formato standard GML. Il server legge i dati trasmessi, li interpreta e aggiorna la situazione cartografica. L'informazione viene archiviata per essere analizzata post-crisi.

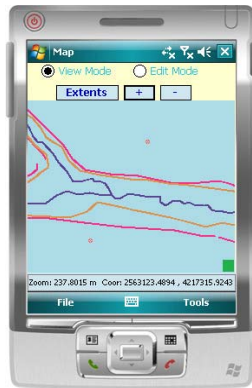


Fig4: Interfaccia del dispositivo mobile. Sono visibili alcuni layers (asse del torrente, flussi d'acqua, banchi e punti di segnalazione di un danno o ostruzione). Il quadro verde indica il corretto funzionamento della connessione GPS)

Conclusioni

La soluzione pilota realizzata evidenzia la riuscita di un sistema che integra varie soluzioni software provenienti da varie piattaforme hardware al fine di gestire al meglio, il rischio idrogeologico. Anche se i dispositivi mobile soffrono ancora oggi di una scarsa qualità e disponibilità di librerie cartografiche open source dedicate, essi si mostrano strumenti indispensabili nel monitoraggio ambientale e più particolarmente nella gestione di crisi. Una particolare attenzione è stata fornita sulla scelta del formato di interscambio d'informazione tra dispositivi. In entrambi i casi, client verso server e viceversa, sono trasmessi dati nello standard GML. Il sistema realizzato è scalabile e può essere riutilizzato per altri generi di rischi. L'applicazione fornisce una banca di dati pertinenti sul rischio idrogeologico relativo al torrente Santo Stefano che potrà essere arricchita con lo studio di altre zone e l'applicazione ad altri domini di rischio.