

Il rischio idrogeologico e le tecnologie innovative per la prevenzione e il monitoraggio degli eventi: il sistema di allerta MODS

Angelantonio Calabrese (*), Carmine Massarelli (*), Vito Felice Uricchio (*),
Dino Piccolo (**), Erminio Efsio Riezzo (**), Mario Zippitelli (**), Michela Del Prete (**),
Nicola Dongiovanni (***), Stefania Napoletano (***), Apollonia Netti (***),
Edoardo Ciliberti (****), Angelo Giove (****) and Daniele Festa (****)

(*) National Research Council, Water Research Institute, Bari, Italy

(**) Sysman Progetti & Servizi, Bari, Italy

(***) SIT Servizi di Informazione Territoriale S.r.l. - Noci (BA)

(****) Ingloba360 s.r.l., Matera, Italy

Riassunto

Il rischio idrogeologico è uno dei più importanti problemi del nostro Paese, per gli innumerevoli danni materiali e la perdita di vite umane. Il progetto “*Smart Multichannel Open Standard Data System Platform for Natural Risk Assessment-MODS*” nato dalla collaborazione di una rete di 3 aziende del settore ICT (Sysman Progetti & Servizi, SIT Servizi di Informazione territoriale e Ingloba360), del CNR-IRSA, dell’Assessorato alle Risorse Agroalimentari della Regione Puglia, dell’Associazione dei Consorzi di Difesa della Puglia e della Protezione Civile, intende fornire delle risposte concrete per la gestione del rischio in situazione di emergenza. È stato creato un sistema innovativo, denominato MODS, di veglia e di allerta per il monitoraggio del rischio idrogeologico. Il sistema utilizza parametri ed algoritmi per la definizione delle soglie territoriali; la creazione di un DWH-S (Scientific Data Ware House), un database di grandi dimensioni in grado di memorizzare un elevato numero di dati eterogenei provenienti da fonti diverse, in MODS provenienti dalle reti di monitoraggio in remoto di ASSOCODIPUGLIA e della Protezione Civile, oltre ai dati provenienti dagli strumenti mobili interattivi. Lo sviluppo del DWH-S segue l’architettura guida del SOARESTful con interfaccia webservice per la connessione da diversi tipi di canale, creando tra le diverse agenzie gli interscambi di dati e la loro aggregazione; lo sviluppo di una soluzione di Smart Monitoring WebGIS finalizzata al Supporto alle Decisioni e alla fruizione di dati e mappe geo referenziate ed interattive per l’analisi del territorio e degli eventi oggetto di monitoraggio; la gestione in modo interoperabile di una quantità enorme di dati basati su un data warehouse con un sottosistema di Recording Weather Alert and Relevant Events–ReWARE, permettendo l’analisi in real time delle situazioni che si verificano sul territorio; lo sviluppo di applicazioni per dispositivi mobili, smartphone e tablet, per effettuare sul campo misurazioni telematiche in real-time dei livelli idrometrici (geo riferiti e corredati di documentazione fotografica) e il loro invio alla centrale operativa visualizzabile attraverso un sistema informativo geografico.

Abstract

Hydrogeological risk is one of the most important problems of our country, for the countless material damage and loss of human lives. Project “*Smart Multichannel Open Standard Platform Data System for Natural Risk Assessment-MODS*” born from the collaboration of a network of 3 companies in the ICT sector (SYSMAN Projects & Services, Information Services, GIS and spatial Ingloba360), CNR-IRSA, of ‘Department of Food Resources of the Puglia Region, the Association of Associations for the Defense of Puglia and Civil Protection, aims to provide concrete answers to

the management of risk in an emergency situation. You have created a new system, called MODS, awake and alert for the monitoring of landslide risk. The system uses algorithms and parameters for defining the territorial limits; the creation of a DWH-S (Scientific Data Ware House), a large database that can store a large number of heterogeneous data from different sources into MODS from networks of remote monitoring ASSOCODIPUGLIA and Civil Protection addition to the data from the instruments interactive mobile. The development of the S-DWH architecture follows the guidance of SOARESTful webservice interface to connect to different types of channels, creating inter-agency exchanges of data and their aggregation; the development of a solution of Smart Monitoring WebGIS aimed at decision support and to the use of data and geo-referenced and interactive maps for the analysis of the area and the events being monitored (the management in an interoperable way of a huge amount of data based on a data warehouse with a subsystem of Recording Weather Alert and Relevant Events-ReWARE, allowing real-time analysis of the situations that occur in the area, the development of applications for mobile devices, smartphones and tablets, to carry out field measurements telematics in real-time water levels (geo reported and accompanied by photographic documentation) and sending them to the control center viewable through a geographic information system.

Introduzione

L'Italia è costituita da terreni collinari e montagnosi con numerosi fattori naturali che creano un alto rischio di frane e alluvioni (Basili et al., 2008; Catenacci, 1992). I fattori principali sono la conformazione geologica e geomorfologica. In Italia, il rischio frana è uniformemente diffuso e si presenta in diversi modi a seconda delle caratteristiche geo-morfologiche del territorio: frane, alluvioni, trasporto di materiale lungo le conoidi nelle zone montane e collinari, le inondazioni e subsidenza nelle colline e pianure. Tuttavia, il rischio è stato fortemente influenzato dalle attività umane e dai continui cambiamenti del territorio che hanno aumentato la possibilità di insorgenza di fenomeni e allo stesso tempo hanno aumentato la presenza di costruzioni e persone nelle aree in cui era possibile il verificarsi di tali eventi e in alcuni casi si sono verificati con effetti catastrofici (Pasquareà, Pozzetti, 2007; Leroy, 2006). L'abbandono delle terre di montagna, l'abusivismo edilizio, il disboscamento, l'uso di tecniche agricole irrispettose dell'ambiente, l'apertura di cave, l'occupazione di zone di pertinenza fluviale, l'estrazione incontrollata di fluidi (acqua e gas) da terra, prelievo di materiale inerte dagli alvei dei fiumi, la mancanza di manutenzione dei corsi d'acqua, hanno sicuramente aggravato l'instabilità e rafforzato ulteriormente la fragilità del territorio italiano (Colombo et al, 2002). A tutto questo si aggiunge un fattore di rilevante importanza quale i cambiamenti climatici che determinano eventi ad alto rischio causa precipitazioni in periodi non ordinari caratterizzati da eventi di breve durata e grande intensità che sommati alle problematiche precedentemente descritte possono causare danni di ingenti entità come gli eventi verificatisi nei mesi di giugno e luglio del corrente anno (Carraro et al, 2007).

Il continuo verificarsi di questi episodi ha indotto l'utilizzo di una politica di gestione del rischio che affronti il problema, non solo durante le emergenze. Questo è passata da un approccio di base che si concentra sulla riparazione dei danni ad una cultura della prevenzione e previsione, diffusa a vari livelli, basata sull'individuazione delle condizioni di rischio e l'adozione di misure volte a ridurre al minimo l'impatto degli eventi (Araneo et al, 2003).

Ai fini della prevenzione, un problema importante è quello di definire i limiti di rischio e le soglie, intese come quantità di pioggia che potrebbe innescare i vari pericoli e oltre la quale si potrebbe avere il collasso delle masse instabili. Le alluvioni sono tra le manifestazioni più tipiche del dissesto idrogeologico e sono causate da un corso d'acqua che, arricchita con una portata superiore a quello previsto, rompendo gli argini, invadono le zone circostanti, causando danni agli edifici, ai siti industriali, alle strade e alle aree agricole.

Nel presente lavoro viene descritto il risultato prodotto nell'ambito del progetto “Smart Multichannel Open Standard Data System Platform for Natural Risk Assessment-MODS” sviluppato dalla collaborazione tra tre società, Sysman, Servizi di Informazione Territoriale Srl e

Ingloba360 srl, il Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di ricerca sulle acque e il Dipartimento per l'Agricoltura con l'Associazione dei Consorzi di Difesa della Puglia (ASSOCODIPUGLIA, Consorzio Associazione di protezione Puglia). Il gruppo di progetto ha creato un sistema innovativo ed automatico di veglia e pre-allerta per il monitoraggio e il controllo del pericolo idrogeologico. Il sistema è in grado di gestire in modo interoperabile una quantità enorme di dati basati su un data warehouse con un sottosistema di registrazione allarme meteo a cui si affianca un sistema di Eventi Rilevanti - *ReWARE*. Per la prima volta è stato creato un sistema in cui tutti i dati, che giungono da diverse reti di monitoraggio, sono raccolti ed elaborati dal sistema in maniera automatizzata. Attraverso l'utilizzo del sistema GIS e di tutte una serie di nuove tecnologie consente l'elaborazione della situazione territoriale in tempo reale e puntuale.

Materiali e metodi

Reti di monitoraggio

Il progetto MODS utilizza per la prima volta dati meteo climatici provenienti da due diverse reti di monitoraggio la prima è la rete dell'Associazione dei Consorzi di Difesa della Puglia (ASSOCODIPUGLIA), che nasce nel 1996 in un progetto regionale atto a creare un sistema di meteo-controll per aiutare l'attività agricola. Si compone di 94 stazioni presenti in tutto il territorio pugliese (Fig. 1) e dispone di un sistema di telemetria radio per trasferire i dati acquisiti. Ogni stazione misura un serie di parametri : il vento (direzione a 2 m, la velocità a 2 e 10 m), la temperatura (da 10 cm, 50 cm, 2 e 5 m dal suolo), l'umidità relativa a 2 m, l'umidità relativa a 50 cm dal suolo, pressione atmosferica, radiazione globale e precipitazioni, per un totale di 1.085 parametro misura nella regione. Ogni stazione è tarata per effettuare una misurazione ogni 10 minuti.

La seconda rete di monitoraggio è quella istituita dalla protezione civile. il Centro Funzionale decentrato (CFD) della Regione Puglia si fonda con DGR n. 2217 del 23/12/2003 con l'obiettivo strategico nelle attività di Protezione Civile. Il DPCM 27/02/2004 definisce gli indirizzi lui operativa per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allerta nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile. Attività principali sono: monitoraggio e sorveglianza nell'ambito del sistema di allarme e le attività di previsione. La rete della Protezione Civile è composto da 171 stazioni termo / pluviometriche (Fig. 2), di cui 27 di sensore idrometrici, per un totale di 414 parametri nella regione.

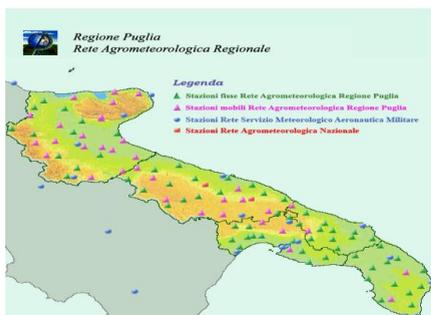


Figura 1 - Rete di monitoraggio Associazione dei Consorzi di Difesa della Puglia.



Figura 2 - Rete di monitoraggio Protezione Civile.

Le nuove tecnologie implementate e applicate

L'integrazione di dati eterogenei è importante per la correlazione tra il rischio meteo e la vulnerabilità del territorio.

Una delle sfide tecnologiche del progetto MODS è stata la raccolta e l'integrazione di questo tipo di dati in modo semplice ed efficiente. *MODS-Cloud* è il modulo dedicato a questo compito e gestisce il flusso di dati da e verso *MODS-BASE*, che memorizza tutti i dati ambientali provenienti da fonti diversificate.

Il progetto MODS si concentra su due tipi di dati: 1) dati ambientali provenienti dalle reti di stazioni meteo di Assocodipuglia e della protezione civile; 2) i dati raccolti dai dispositivi mobili utilizzati dai volontari della Protezione Civile.

MODS-Cloud è stato progettato utilizzando un'architettura service al fine di creare una raccolta di feed di dati, che rappresentano l'interfaccia tra MODS e la fonte dati esterna (Fig. 3). Essi agiscono come uno strato intermedio utilizzato per collegare oggetti interni ed esterni.

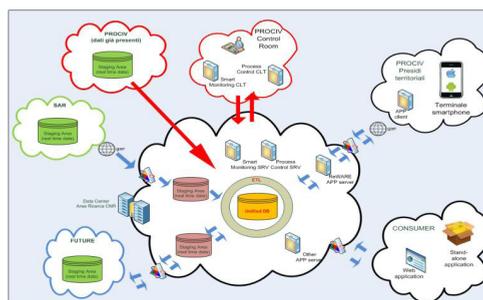


Figura 3 - Sistema Mods.

Il feed di dati sono un insieme di servizi web *RESTful* basati su *http*, *XML / JSON*, pubblicate sul web e possono essere utilizzati per l'immissione e il recupero di dati. *MODS-Cloud* definisce un insieme di strumenti standard e servizi, utilizzabili da qualsiasi fonte, e di canali per interfacciarsi con esso. Questa soluzione progettuale permette al sistema di essere source-independent/self-consistent, indica che i servizi pubblicati già contengono al loro interno tutti gli strumenti da utilizzare nel host di destinazione, rendendo possibile la realizzazione di un sistema di dati aperto, conforme alla direttiva europea *INSPIRE*.

MODS-BASE è un database progettato per rendere l'integrazione dei dati provenienti da questa architettura multi-canale e per gestire il flusso di dati dalla sorgente esterna con tutti i moduli del sistema MODS dedicati a trasformarli in modulo *GIS*. Il sistema di gestione del flusso di dati utilizza un'interfaccia *RESTful* basato su *JSON* (Richardson et al., 2008) e *GeoJSON*. Lo scambio di dati può avvenire in due modi: la modalità *PULL*, i dati richieste del client al server o in modalità *PUSH*, il server invia nuovi dati quando disponibili.

Uno dei moduli dedicati alla post-elaborazione è il sistema *ReWARE*. Questo è un archivio, che memorizza tutti i dati correlati a un particolare evento. Il tutto è stato progettato per consentire all'utente di interrogare il sistema in maniera molto flessibile, trovare nuove relazioni tra dati e correlare le cause di evento pericoloso per i suoi effetti.

Una tra le innovazioni più rilevanti del progetto è lo sviluppo di un monitoraggio intelligente basato sul *Geographic Information System* (*GIS*) per il monitoraggio e la valutazione del rischio. Questa applicazione web ha il compito di raccogliere, trattare, gestire e fornire dati riguardanti le alluvioni, condizioni meteo e inondazioni. L'integrazione delle informazioni permette di avere una visione centralizzata e unificata, che consente di affrontare i problemi legati alla gestione del territorio in modo organico e unico, incrementando la sicurezza, l'efficienza e la comunicazione e permettendo un miglioramento nella qualità della vita e nella sicurezza. Lo scopo della soluzione implementata è stata quella di creare un'applicazione di monitoraggio territoriale real time, aggiornando e migliorando il lavoro della protezione civile per ottenere una migliore qualità del servizio attraverso un supporto tecnico innovativo. È importante riconoscere che la mappatura territoriale mostra le interdipendenze dei vari strati *GIS* al fine di integrare spazialmente e ottenere più informazioni di

supporto. Le informazioni derivate possono essere dedotte o determinate attraverso l'analisi dei questi strati di base utilizzando un sistema di supporto decisionale intelligente integrato nel GIS di monitoraggio per aiutare i decisori durante le diverse fasi di inondazione, pioggia e gestione del territorio. L'ambiente di supporto decisionale consente un numero di "what-if" tipo domande e risposte da porsi e dà agli operatori la possibilità di comprendere la classificazione del territorio. Il GIS integra un sistema di informazione geografica con la meteorologia in tempo reale e dati idrologici, e permette una interfaccia grafica (finestra di dialogo) che consente un uso efficace da parte degli utilizzatori del sistema. Il Web GIS è il nucleo della soluzione perché permette all'operatore di avere una visione immediata della zona. Tutti i livelli sono gestiti attraverso una sezione dedicata.

Data l'adozione di protocolli standard e aperti, la piattaforma "*Smart Platform Multichannel Open Standard in Data System Natural Risk Assessment-MODS*" supporta le comunicazioni multicanale. In questo scenario, le informazioni in tempo reale sulla zona monitorata saranno inserite appena possibile nel database, utilizzabile per l'ulteriore analisi, attraverso una geo localizzazione dedicato applicazione mobile. L'*App Mobile* è una nuova fonte di dati per il sistema completo, *multi-vendor*, disponibile per i dispositivi *iOS* e *Android*, reattivo e in grado di lavorare online e offline al fine di offrire una grande flessibilità durante il suo utilizzo. Allo stesso tempo la gestione del territorio diventa più facile, avendo un sacco di informazioni disponibili in tempo reale, che andranno ad aggiungersi a quelle già rilevato dalle stazioni di controllo, al fine di migliorare i processi di intervento. La presentazione delle informazioni può essere fatta direttamente sul campo e sarà effettuata collegandosi al *ReWARE* tramite messaggi *JSON*.

Secondo la concezione moderna della *user experience* l'applicazione in un modo molto intuitivo guiderà l'utente attraverso la compilazione di un rapporto seguendo semplici passaggi. L'applicazione ha inoltre la possibilità di catturare foto o video sul campo con la fotocamera del dispositivo, acquisire automaticamente e modificare manualmente sulla mappa la posizione GPS.

A sostegno dell'*App Mobile* (Fig. 4), per quelle persone che non hanno l'applicazione installata sul proprio dispositivo, grazie ad una applicazione web aderendo a standard moderni dettati da *HTML5*, è possibile interagire con il sistema centrale semplicemente utilizzando il browser web disponibile su quasi tutti gli smartphone, tablet e PC, indipendentemente dal sistema operativo installato.



Figura 4 - App Mobile MODS.

Risultati

L'innovativo sistema MODS è stato il risultato di una vera e propria sfida tecnologica mirata alla creazione di un unico sistema in grado di effettuare la raccolta dei dati in tempo reale, l'integrazione dei dati provenienti da reti diversificate e di elaborare mappe e stati di allerta basandosi su calcoli automatizzati, il tutto in modo semplice ed efficiente.

Il sistema di allarme ideato viene applicato per la prima volta nel progetto MODS, con la collaborazione della protezione civile e della Associazione dei Consorzi di Difesa della Puglia, con l'utilizzo delle rispettive reti di monitoraggio e dei dati raccolti dai dispositivi mobili utilizzati dai volontari della Protezione Civile.

Il sistema MODS è un sistema automatico che combina i dati provenienti dalle differenti stazioni delle due reti di monitoraggio con una acquisizione eterogenea nella forma e nei protocolli di scambio, creando nuovi contenuti informativi e che consente l'accesso e lo scambio di dati attraverso protocolli standard e liberi. Un'altra importante innovazione è la creazione di uno *smart-monitoring* in tempo reale con l'analisi dei dati per creare un monitoraggio ambientale in continuo

che avviene con la visualizzazione dei dati in una *control room* e permette attraverso l'aggiornamento in continuo la possibilità di determinare un pre-allarme.

Il sistema di allarme MODS è formato da due sottosistemi: Sub-System diagnostica strutturale, parte statica, e Sub-System Vigilanza, parte dinamica.

Il Sub-System Diagnostico-strutturale è la struttura di base. Essa utilizza tutti i dati storici dei dataset a disposizione. Ci sono una serie di statistiche e analisi matematica che definiscono gli algoritmi matematici giusti per determinare le soglie che richiedono l'applicabilità di tale Sub-System. Attraverso l'uso del sistema GIS, è definita la spazializzazione dei dati di ogni stazione; questi processi permettono di identificare le relazioni tra le stazioni e il territorio circostante. Questa georeferenziazione permette, quindi, di elaborare in modo spaziale l'applicazione dei dati delle reti utilizzate e fornire le informazioni essenziali per la creazione dei limiti critici del sistema. I limiti critici determinano la variazione di stato della stazione e/o dell'area sottesa dalla stessa con una determinata classificazione fondata sulla base scientifica. La metodologia di definizione delle soglie pluviometriche per la previsione degli eventi è stata realizzata sulla base dei fenomeni idrologici e dei fenomeni idraulici a scala locale. La metodologia di calcolo utilizza alcune analisi probabilistiche dei fenomeni di pioggia di breve durata e massima intensità. I dati utilizzati sono quelli di massima intensità di pioggia per un periodo di 1-3-6-12 e 24 ore in ogni stazione della rete con una serie storica dal 1931 al 2010.

Attraverso l'analisi di frequenza di una variabile idrologica è possibile studiare e interpretare le registrazioni di eventi verificatisi nel passato in termini di probabilità che questi possano ripresentarsi in futuro, o la probabilità che si verifichino con un determinato tempo di ritorno. Per il calcolo delle soglie sono state utilizzate come formule algoritmiche la legge di Gumbel e la distribuzione log-naturali, mentre per effettuare lo studio delle distribuzioni di probabilità e il calcolo teorico ottenuto è stato effettuato il confronto con la frequenza delle piogge accumulate. Le soglie pluviometriche puntuali per ogni stazione sono state elaborate utilizzando le curve di probabilità pluviometrica costruite sulla base delle formule citate, e analizzando le aree di influenza di tutte le stazioni attraverso l'uso dei poligoni di Thiessen. Per ogni stazione pertanto le soglie pluviometriche sono state calcolate per i diversi tempi di 1-3-6-12 e 24 ore. Ogni stazione presenta un livello critico elaborato dalle analisi utilizzate per identificare le soglie pluviometriche. I livelli critici determinati per ogni stazione sono tre: stato ordinario - codice giallo, con eventi occasionali e localizzati; stato medio - codice arancio, con eventi diffusi, intensi e/o persistenti; stato alto - codice rosso, con eventi diffusi, intensi e persistenti con elevata gravità.

Il sub-system Vigilanza è la vera parte operativa del sistema. I dati provenienti dalle reti di monitoraggio possono seguire due diverse vie: la prima è quella della normale rappresentazione spaziale con una consultazione in tempo reale, tramite l'utilizzo del sistema GIS; allo stesso tempo i dati vengono incrociati con le soglie e limiti per creare il sub-sistema diagnostico-strutturale.

Tuttavia, il sub-sistema di sorveglianza è costituito anche dal sostegno dell'app-mobile. Attraverso l'uso di sistemi innovativi, come un tablet o un cellulare, attraverso i quali operatori specializzati possono comunicare immediatamente, attraverso l'uso dell'applicazione, comunicando tempestivamente una determinata situazione che si sta verificando sul territorio. Il sistema GPS dei dispositivi utilizzati consentono di individuare il punto esatto all'interno del territorio. I dati comunicati dal sistema app-mobile possono seguire tre diverse vie: la prima è una semplice integrazione del dataset; la seconda è la conferma dell'evento predetto, andando a fornire ulteriori informazioni sull'evento; e per ultimo ma il più innovativo, è la determinazione di un evento eccezionale di allarme, in tal caso informazioni inserite vanno a modificare lo stato identificato dal sistema consentendo la segnalazione in una particolare zona del territorio e il rischio.

Il sub-sistema di Vigilanza ha un'architettura server-client. La comunicazione tra i due componenti è richiesta per un *middleware* basato sulla tecnologia *RESTful* standard asincrono, aumentando l'efficienza e la capacità di risposta del sistema. La Modalità di comunicazione, come descritto precedentemente, è: (1) *PULL*, i dati vengono richiesti dal client al server, (2) *PUSH*, il server invia nuovi dati al client quando disponibili.

Il flusso di dati in tempo reale è fondamentale per il sistema di monitoraggio al fine di mostrare "in diretta" la situazione meteorologica e per mostrare dati in tempi-irregolari provenienti da dispositivi mobili utilizzati dai volontari della Protezione Civile.

Il sub-sistema Vigilanza mostra all'utente un GIS composto da tre strati informativi: il primo strato raccoglie tutti i dati relativi alle 9 zone di pericolo: dati di previsioni meteo giornaliere e livelli di allarme; Il secondo strato mostra le condizioni climatiche delle stazioni attraverso diverse colorazioni corrispettive di un determinato valore soglia (per la soglia idrologica la pioggia cumulata in 1h, 3h, 6, 12h, 24h), il server, utilizzando il sotto-sistema diagnostico-strutturale, calcola il valore di soglia e determina la corrispettiva situazione. La tecnologia utilizzata per gestire il flusso di dati tra l'applicazione e il server utilizza: GeoJSON per ottenere da GEO DB geo referenziata dati statici o quasi-statici come stazione meteo e corrispondente dislocazione; JSON per ottenere dati dinamici, come le misure da stazioni meteorologiche o dati provenienti dagli apparecchi mobile. Il terzo strato mostra le previsioni sulle nove zone di allertamento e il flusso di dati.

Il sistema di allarme riceve i dati da tutte le stazioni delle due reti. I dati per ogni stazione sono elaborati per la prima volta e il sistema utilizzando gli algoritmi scientifici calcola la pioggia cumulata per cinque periodo di tempo diverso: 1 h, 3 h, 6 h, 12 h e 24 h. Per ogni stazione e per ogni intervallo di pioggia cumulata, il sistema confronta il valore con il prodotto del valore dal Sub-Sistema Diagnostico, che non cambiano mai. Al termine del confronto il sistema determina il livello critico e crea una mappa, utilizzando il sistema GIS, dove ogni stazione è classificata e identificata con un determinato simbolo. La mappa è in tempo reale e cambia ogni volta che una nuova serie di dati arrivano al sistema.

L'utente non può modificare direttamente il risultato del sistema, perché creato automaticamente e in modo indipendente, l'utente può, però, visualizzare tutte le informazioni elaborate dal sistema o lo stato del territorio, impostando i dati utilizzando i filtri temporali e spaziali.

Conclusioni

Il territorio della regione Puglia è divisa in 9 zone di allerta, definite con la direttiva del PCM del 27/02/2004 ed è condivisa dalla DPC della regione Puglia.

La rete di monitoraggio creata con il nuovo sistema ha integrato la rete della protezione civile con le stazioni della rete dell'Associazione dei Consorzi della Difesa della Puglia formate rispettivamente da 171 e 94 stazioni per un totale di 265 stazioni meteoroclimatiche. L'integrazione ha portato ad una grande copertura del territorio, infatti, con le 265 stazioni totali si è passati da una copertura di 109 comuni a 198 comuni su un totale di 258 invece dal 42% dei comuni della Puglia al 75%.

Tale risultato ha dato nel mese di Luglio risultati sorprendenti permettendo alla protezione civile della regione puglia di monitorare l'intero territorio pugliese con un sistema in *real time* andando a colmare le lacune precedentemente presenti nel sistema di monitoraggio dello stesso ente (Fig. 5).



Figura 5 - Veglia pluviometrica generate il 27 luglio 2014.

I due sub-sistemi sono indipendenti tra loro, la parte diagnostica strutturale, il cuore del sistema, determina le basi per la classificazione e la struttura del sistema di allerta, resta sempre invariata basandosi sui dati delle serie storiche e sui calcoli degli algoritmi matematici determinati dallo studio scientifico. Mentre il sub-sistema di vigilanza è in continua modifica perché è collegato alle

stazioni telemetriche e al sistema app-mobile ed è in un aggiornamento dinamico. Molto importante è il sub- sistema vigilanza perché determina lo stato di un'area e può consentire di allertare le aree a rischio in tempo reale.

Il sistema, che viene applicato per la prima volta, completamente automatizzato, consente di raccogliere i dati direttamente dalle stazioni, di elaborarle, elaborare lo status, identificarlo sul territorio regionale utilizzando la tecnologia GIS, e creare una serie di mappa di allerta.

L'applicazione del sistema ad una vera e propria attività, come la determinazione pluviometrica, ha mostrato il costante monitoraggio effettuato da un sistema telemetrico e dalla immissione diretta dei dati in un sistema prestabilito e operativo in tempo reale, permette l'immediata individuazione di quelli che possono essere le zone a rischio.

Il sistema di allerta aggiunge una tecnologia informatica avanzata che permette una notevole riduzione dei tempi di analisi con risultati di alta precisione e immediati, che rendono più facile per visualizzare lo stato territoriale, garantendo un tempestivo intervento in aree in cui identificano situazioni di allerta.

Ringraziamenti

Si ringrazia la Protezione Civile, l'Assessorato Agroalimentare della regione Puglia e l'Associazione dei Consorzi di Difesa della Puglia per la collaborazione e la disponibilità fornita nel progetto..

Bibliografia

Araneo F., Berti D., Comerci V., De Rosa G., Ferrel L., Fiorentino R., Fumanti F., Guarnieri E.M., Basili R., Valensise G., Vannoli P., Burrato P., Fracassi U., Mariano S., Tiberti M. M., Boschi E. (2008), "The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: Summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology", *Tectonophysics*, 453:20–43

Carraro C., Crimi J., Sobbi A. (2007), "La valutazione degli impatti dei cambiamenti climatici in Italia e le relative misure di adattamento", *Apas* □ *Centro Euro Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici*

Catenacci V. (1992), "Il dissesto geologico e geoambientale in Italia dal dopoguerra al 1990", *Servizio Geologico Nazionale*

Colombo A., Hervás J., Vetere Arellano A.L. (2002), " Guidelines on flash flood prevention and mitigation -European Commission Joint Research Centre Institute for the Protection and Security of the Citizen", *Technological and Economic Risk Management - Natural Risk Sector*, Ispra, Italy

Guerra M., Guerrieri M., Ligato D., Miscione F., Pascarella F., Porfidia B., Rischia I., Rovinelli W., Silvestri S., Trigila A., Vittori E., Vizzini G. (2003), " Le attività emergenziali APAT in seguito ad eventi alluvionali e sismici", *APAT report*, Rome, 35: 151

<http://nodejs.org/> official documents;

<http://www.w3.org/TR/cors/> official documents

<http://www.json.org/>, official documents

Leroy S.A.G. (2006), "From natural hazard to environmental catastrophe: past and present", *Quaternary International*, 158: 4–12

Nota DPC Prot. N° RIA/0014717 del 08/03/2013

Pasquarè F., Pozzetti M. (2007), "Geological hazards, disasters and the media: The Italian case study", *Quaternary International*, 173/174:166–171

Regione Puglia, Servizio Protezione Civile, "Procedure di Allertamento del Sistema Regionale di Protezione Civile per Rischio Meteorologico, Idrogeologico ed Idraulico"

Richardson, Leonard, and Sam Ruby (2008), "RESTful web services", *O'Reilly Media*, Inc.

www.agrometeopuglia.it

www.protezione.civile.puglia.it