

Infrastrutture GIS oriented in Sistemi di Vigilanza Ambientale

Vincenzo CONSORTI

Università degli Studi di Teramo, Viale Crucoli 122, 64100, Teramo, 0861-248780, vconsorti@unite.it

Riassunto

La necessità di affrontare le tematiche connesse agli aspetti di vulnerabilità in ambito territoriale induce alla definizione e realizzazione di nuove infrastrutture GIS oriented per il monitoraggio e controllo del territorio utilizzando prodotti e servizi a valore aggiunto derivati da elaborazioni di dati digitali provenienti da sensori e reti di rilevazione terrestri e dall'osservazione aerea e satellitare.

In tale ambito la costituzione di un Sistema di Vigilanza Ambientale (SVA) di livello regionale finalizzato al monitoraggio dei fattori critici ed alla condivisione delle conoscenze da parte di tutti i soggetti preposti alle attività di esercizio e controllo nell'ambito territoriale richiede di progettare e definire le applicazioni GIS con schemi che siano in grado di adattarsi ai vincoli imposti da questa problematica e che siano in grado di utilizzare in modo efficace ed efficiente le infrastrutture di rete ed elaborative, inclusi i sensori, che sono alla base delle realizzazioni operative.

L'articolo esamina in dettaglio le problematiche generali connesse a questo tipo di realizzazione ed affronta in modo sistematico gli aspetti progettuali e di integrazione.

Viene definito un modello logico applicativo di piena e completa generalità derivante da una realizzazione concreta in ambito regionale che potrà costituire sulla base dei risultati ottenuti un modello da esportare a livello nazionale.

Abstract

The necessity to examine the aspects of vulnerability in territorial areas induces to define and to design new GIS oriented infrastructures for the monitoring and control of the territory, that are able to use digital data coming from sensors, land nets of survey and from satellite or aerial observation.

In this situation the constitution of SVA of regional level finalized to the monitoring of the critical factors and to the sharing of knowledge requires the design of GIS applications that use in a proper manner and efficiently the network and elaborative (sensors included) infrastructures strictly connected to the concrete realization.

This paper examines in detail the general aspects of this argument and faces in systematic way the design and integration aspects.

A logic application model is outlined, directly deriving from a concrete realization at regional level, and this model, on the basis of results, can be exported in the future on a national level.

1. Introduzione

Le recenti catastrofi naturali dimostrano come i mutamenti climatici uniti alla elevata antropizzazione di molta parte del territorio hanno aumentato sia l'esposizione al rischio sia la vulnerabilità di cose e persone. Essere in grado di agire in via preventiva mediante attività di risk analysis sulla realizzazione di infrastrutture critiche (ospedali, caserme, industrie con lavorazioni ad alta rischiosità, ecc.), poter disporre di allarmi immediati che consentano, mediante l'applicazione di piani d'emergenza definiti partendo da situazioni reali, di mettere in campo tutte le azioni preventive necessarie al contenimento dell'emergenza e di poter coordinare le attività di intervento sul campo in maniera sinergica e non dispersiva, risultano essere quindi attività di vitale

importanza non unicamente ai fini della salvaguardia di vite umane ma anche nell'ottica di garantire la funzionalità di strutture indispensabili alla normale esistenza di un territorio.

Il monitoraggio e il controllo del territorio sono costantemente eseguiti da numerosi organismi pubblici e privati in conformità a specifici mandati o progetti.

Tali attività sono d'estremo interesse per coloro i quali sono investiti da ruoli di protezione e tutela delle risorse ambientali e per tutti quelli che devono intervenire con azioni di prevenzione a sostegno di entità messe in pericolo da danni naturali ed antropici.

Considerata la sempre crescente mole di informazioni necessarie a svolgere tali operazioni e volendo garantire un livello di efficacia adeguato alle specifiche necessità, risulta quindi logico e naturale pensare alla realizzazione di un Sistema di Vigilanza Ambientale (SVA) di livello regionale in grado di poter svolgere le attività necessarie all'acquisizione, elaborazione e disseminazione di dati ed informazioni riguardanti il territorio di interesse con ampio utilizzo di mezzi di trasmissione a larga banda quali: canali satellitari di telecomunicazione, sistemi di telecomunicazione wireless e sistemi di scambio informativo breve come SMS e MMS.

2. Il Sistema di Vigilanza Ambientale di livello regionale

L'istituzione di un Sistema di Vigilanza Ambientale di livello regionale rappresenta per l'Ente Regione un concreto passo verso una politica territoriale che parte dallo studio e dall'analisi delle fenomenologie per giungere alla configurazione di ipotesi programmatiche moderne e perfettamente centrate in modo specifico sulla realtà regionale.

Il SVA deve tener conto del fatto che allo stato attuale le informazioni utili al controllo delle risorse territoriali scaturiscono da un articolato processo di elaborazione informatica dei dati a disposizione, standardizzato attraverso processi di normalizzazione effettuati utilizzando il paradigma offerto dal linguaggio XML e dai suoi dialetti specializzati, che integrando i dati rilevati da sensori o reti di osservazione, da rilevazioni aeree e satellitari, con informazioni locali e cartografiche, consente di produrre un'ampia varietà di strati informativi e banche dati capaci di traguardare il territorio attraverso molteplici punti di vista, tutti oggettivi e contestualizzabili.

Di conseguenza a livello generale la progettazione di un SVA deve prevedere la realizzazione di un sistema schematizzato a livello generale nella figura 1.



Figura 1 – Il Sistema di Vigilanza Ambientale

La soluzione progettuale prevede l'utilizzo di due strutture complementari: la prima dedicata

all'elaborazione dei dati territoriali e la seconda necessaria alla diffusione degli stessi attraverso i più moderni canali di disseminazione dei dati, come canali di telecomunicazione wireless, satellitari, ecc.

Il SVA è integrato all'interno di un Centro Servizi Territoriali ed Ambientali (CSTA) che rappresenta il nucleo operativo di raccolta delle informazioni territoriali ottenute dalle attività di monitoraggio, di studio e di ricerca, dai centri di controllo periferici e dagli enti e dai soggetti coinvolti a vario titolo ed è in grado di realizzare la diffusione ad ampio spettro dei dati di interesse con i differenti gradi di dettaglio e di integrazione, di approfondire gli aspetti collegati all'evoluzione del territorio, di raccordare le attività di analisi e gestione del rischio ambientale e di gestire le fasi di emergenza.

Lo SVA ha come elemento centrale “ l'integrazione ”, infatti, ci si propone, partendo dallo studio dei mezzi di TLC a larga banda di qualunque tipo disponibili, di porre le basi per la realizzazione di uno strato che comprenda sw applicativo, protocolli di trasmissione e strumenti di comunicazione che consentano di disporre di un framework operativo per le fasi di tutela preventiva del territorio, produzione degli “early warning” mediante l'analisi di segnali deboli estratti dai sistemi di osservazione coinvolti, gestione in tempo reale delle attività di intervento negli scenari di crisi.

Dal punto di vista della fruibilità, l'infrastruttura dello SVA dovrà poter operare a supporto delle strutture servite, offrendo loro la più ampia gamma di informazioni disponibili; tali strutture siano esse periferiche che centrali dovranno poter disporre delle funzionalità di comunicazione e di elaborazione dello SVA, anche nei momenti di maggior criticità ed in presenza di malfunzionamenti tali da pregiudicare la disponibilità di una parte delle risorse necessarie alla completa operatività del sistema.

Dal punto di vista della capacità di comunicazione, la criticità di alcuni momenti operativi rende indispensabile la disponibilità di collegamenti bidirezionali, proprio per sovvenire, in caso di catastrofi naturali, ad eventuali problemi interessanti i collegamenti tradizionali la disponibilità di infrastrutture elaborative ed applicative capaci di funzionare anche in condizioni di operatività ridotta. (Ren Peng 2003), (Consorti, 2006)

3. L'infrastruttura di dati territoriali

La conoscenza del territorio è un requisito indispensabile per l'efficace attuazione di qualsiasi politica di difesa del suolo, da realizzarsi con l'azione di monitoraggio dei rischi dovuti ai fenomeni franosi e idraulici, agli eventi sismici, e con l'intervento di difesa attiva o di conservazione e manutenzione del territorio.

La definizione della pianificazione territoriale e della programmazione degli interventi presuppone la disponibilità di dati relativi alle caratteristiche del territorio e della sua antropizzazione, quali aspetti morfologici, climatici, geologici, idrologici, di uso del suolo, di urbanizzazione, dei sistemi tecnologici.

Queste informazioni devono risultare esattamente localizzate in un contesto topografico riferito al sistema geografico di riferimento regionale, e strutturate secondo un modello omogeneo e condiviso al fine di garantire l'efficienza e l'efficacia dei processi tecnici e di soccorso, attuati dalla pluralità di enti e uffici interessati.

In quest'ottica, il SVA nasce con l'esigenza di realizzare un'infrastruttura di rete, federata ed esportabile, in grado di consentire lo scambio efficiente di dati e delle informazioni geotopocartografiche.

Quest'ultime, raccolte in una **Infrastruttura di Dati Territoriali** (IDT – Spatial Data Infrastructure) integrata, risultano utili alla gestione e al monitoraggio delle risorse territoriali, in un insieme di entità federate che prevede architetture compatibili con i sistemi informativi regionali e con la possibilità di estensione dell'accesso al sistema da parte di altri enti nazionali ed europei.

L'**IDT** consente di interconnettere sistemi GIS ed Informazione Geografica esistenti, sulla base di meccanismi di interoperabilità e di cooperazione. (Bolstad 2002), (De Mers, 2002)

Sull'argomento a livello europeo si fa riferimento alla proposta di direttiva INSPIRE, di recente approvata dalla Commissione Europea ed attualmente in discussione presso il Parlamento Europeo per la definitiva approvazione.

La direttiva INSPIRE (*IN*frastructure for *S*patial *I*nfoRmation in Europe) è nata con l'intento di superare gli ostacoli (mancanza di standard comuni, mancanza di una politica coerente sui dati, ecc.) che hanno finora impedito di sfruttare le potenzialità dell'informazione geografica a livello europeo.

Per lo sviluppo del SVA alcuni criteri introdotti dalla direttiva sono di fondamentale importanza. Ad esempio, deve essere possibile combinare i dati provenienti da differenti fonti e condividerli tra più utenti ed applicazioni; deve essere possibile la condivisione di informazioni raccolte a differenti livelli; deve essere facilitata l'individuazione di quale informazione geografica è disponibile, e se è realmente utile per i propri scopi.

Alla base dell'architettura di una IDT ci sono i cataloghi dei dati (metadati) e dei servizi ed applicazioni disponibili. Il client accede ai cataloghi, seleziona dati e servizi e avvia i processi che accedono ai geodatabase. (Stefanakis, 2005)

Il perseguimento dell'obiettivo strategico prevede pertanto la connessione del SVA al territorio per il monitoraggio e la sua estensione applicativa ai fini della costituzione di un sistema informativo territoriale, dell'Infrastruttura dei Dati Territoriali (IDT) che sarà integrata con le procedure amministrative, e con gli altri sistemi informativi territoriali di livello regionale.

4. Gli ambiti applicativi e i soggetti coinvolti

Le tecnologie di osservazione della Terra, siano esse locali (reti di sensori) che remote (rilevazioni aeree e satellitari), mettono a disposizione delle Pubbliche Amministrazioni, innumerevoli soluzioni per poter effettuare un attento e puntuale monitoraggio del territorio.

Il Sistema di Vigilanza Ambientale deve essere predisposto per analizzare, anche in tempo reale, sia le pericolosità ambientali nei confronti delle vulnerabilità antropiche che le pericolosità antropiche nei confronti delle vulnerabilità ambientali. (Zlatanova, 2005)

Per operare queste analisi e procedere, dove e quando necessario, con le operazioni di allerta e di programmazione degli interventi, è necessario organizzare un archivio di dati che contenga le mappature sia delle pericolosità che delle vulnerabilità. Ad esempio la mappa delle aree di esondazione (pericolosità) e dei centri abitati che ricadono all'interno di tali zone (vulnerabilità).

Oltre a questi dati il sistema deve essere in grado di gestire dati attuali di monitoraggio, sia provenienti da reti di apparati di rilevamento in campo, sia provenienti da fonti esterne, e da telerilevamento.

Dovranno essere inoltre inseriti, in una opportuna pianoteca, i vari piani che interessano la programmazione a livello sovracomunale degli interventi di gestione del territorio.

Nel contesto regionale i soggetti potenzialmente coinvolti ed interessati alla realizzazione del Sistema di Vigilanza Ambientale sono quelli che dispongono di sistemi informativi di rilevanza ambientale che vengono comunemente utilizzati sia per finalità gestionali che di pianificazione, controllo e supporto alle decisioni. (Sally, 2006)

L'attenzione di tali soggetti è focalizzata in modo prioritario sugli aspetti gestionali, anche se è diffusa l'esigenza di integrare, in un disegno unitario di sistema, i diversi sistemi di comparto disponibili, per avere la possibilità di correlare dati di provenienza diversa e di condividere, distribuire ed armonizzare le competenze a tutte le aree tecnico-operative.

5. Il modello architetturale applicativo

A livello applicativo il Sistema di Vigilanza Ambientale presenta uno schema architettuale particolarmente ampio e differenziato. Lo schema, descritto in figura 2, tiene conto di quanto

evidenziato in precedenza e determina una realizzazione organizzata in aree (sottosistemi) di specifica competenza che dialogano ai diversi livelli con differenti modalità cooperative.

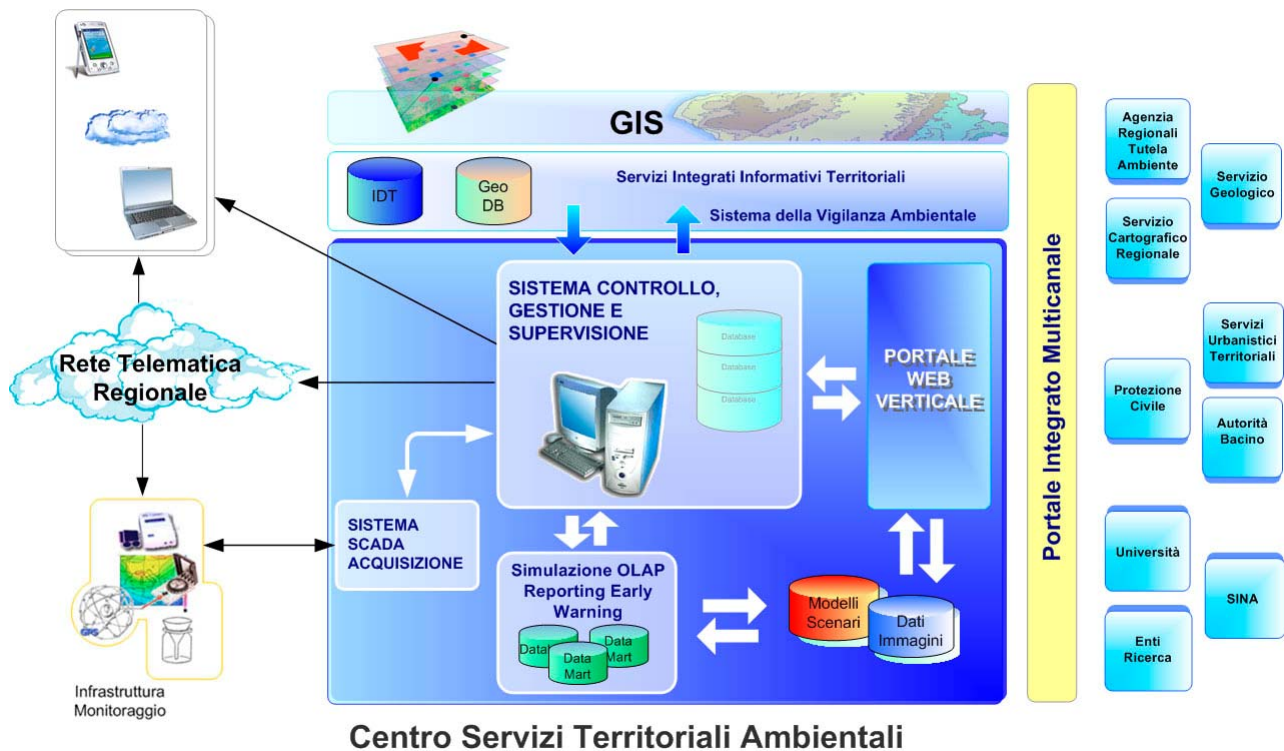


Figura 2 – Il modello logico applicativo del Sistema di Vigilanza Ambientale

La realizzazione/implementazione di funzioni e servizi sarà basata su tecnologie web/webservices GIS oriented con standard e tecnologie aperte ed ampiamente ed oggettivamente riconosciute.

Il modello architetturale utilizza uno strato logico applicativo per lo scambio e la comunicazione in cui sia le operazioni che i dati sono “tradotti in un linguaggio comune” e i dati sono scambiati attraverso degli end-point da cui attingono le applicazioni.

Ciascuna applicazione può quindi richiedere servizi o scambiare dati nel proprio linguaggio utilizzando però un adapter specifico connesso a questo strato e può recuperare i risultati sempre alla stessa maniera.

L'infrastruttura di comunicazione deve fornire un linguaggio di specifica “neutrale” (per la definizione dei tipi di dato e delle funzionalità condivise) e un sistema di “traduzione” che consenta ad un linguaggio specifico di interagire con le funzionalità espresse.

Di conseguenza deve essere presente un sistema di pubblicazione che consenta l'identificazione univoca a livello applicativo dei servizi e il loro impiego delle interfacce derivate.

Il framework applicativo deve erogare i servizi per la gestione delle transazioni includendo anche un meccanismo di rollback, che riporti ad uno stato consistente tutti i dati manipolati in caso di un errore applicativo e un protocollo di commit adeguato al fine di evitare errori di modifica o in lettura.

A livello complessivo l'infrastruttura applicativa si compone delle seguenti aree:

- Area di controllo gestione e supervisione
- Area territoriale
- Area modellazione e simulazione
- Area acquisizione
- Area pubblicazione

L'area di controllo gestione e supervisione prevede una serie di moduli applicativi specializzati in grado di raccogliere i dati provenienti anche in tempo reale dalle varie aree, di elaborarli visualizzarli e determinare l'insieme delle operazioni da eseguire.

L'area territoriale prevede una serie di moduli applicativi specializzati che si collegano all'IDT ed al geodatabase sulla quale sono in grado di eseguire le principali funzioni connesse alle rappresentazioni territoriali (inserimento dati, visualizzazione, produzioni tematiche, determinazioni aree rischio, definizione punti ed aree di interesse, ecc.).

L'area modellazione e simulazione prevede una serie di moduli applicativi specializzati che sono in grado di modellare il territorio ed individuare gli eventi critici. L'area applicativa di modellazione (Early Warning) deve essere fondata sul principio che ogni singolo dato acquisito e monitorato, possiede un contenuto informativo esplicito ed uno latente implicito (ad es: "corrosione delle strutture", "depositi", ecc.) che si manifesta soltanto se correlato, mediante "ragionamento" (regole di conoscenza/esperienza) ad altri dati che contribuiscono a costituire ed avvalorare l'informazione conclusiva. (Brimicombe, 2003), (Goodchild, 1993), (Skidmore, 2002)

L'area acquisizione prevede una serie di moduli applicativi specializzati in grado di raccogliere e monitorare i dati provenienti in tempo reale da una rete di sensori SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) e collegarli in uno schema logico per dialogare con le altre aree applicative.

L'area pubblicazione prevede una serie di moduli applicativi specializzati in grado di dialogare con l'area territoriale e presentare in ambito Web il risultato delle interazioni eseguite. In detta area saranno esposti i Web services per l'esecuzione dei servizi cartografici, applicativi e territoriali.

5. Conclusioni

La realizzazione di un Sistema di Vigilanza Ambientale di livello regionale costituisce una notevole progressione nella definizione di sistemi di previsione rischi e di allerta che siano realmente efficaci e praticamente utilizzabili.

Allo stato attuale non esistono però ancora modelli architetturali oggettivamente consolidati e condivisi a livello nazionale e di conseguenza le diverse ipotesi devono essere esaminate alla luce della loro pratica realizzabilità e dei risultati raggiunti in modo da fornire elementi di valutazione sulla quale elaborare le eventuali correzioni necessarie.

Nel caso esaminato, il sistema è in corso di realizzazione a livello regionale e presenta elementi di sicuro interesse sia a livello architetture che nelle modalità di cooperazione che potranno essere adeguatamente sperimentati ed affinati a livello di esercizio.

Bibliografia

Bolstad P.V. (2002), *"GIS Fundamentals: A first textbook on GIS"*, Bookmaster Dist

Brimicombe A. (2003), *"Gis, Environmental Modelling and Engineering"*, Taylor & Francis

Consorti V. (2006), *"Applicazioni GIS oriented operanti in Internet Data Centers"*, Geomedia N.01/2006 – Geo4All editore

DeMers M. (2002), *"Fundamentals of Geographic Information Systems"*, John Wiley & Sons

Goodchild M.F., Parks O., Steyaert L. (1993), *"Environmental Modelling with GIS"*, Oxford University Press

Ren Peng Z., Hsiang Tsou Z. (2003), *"Internet GIS: Distributed Geographic Information Services for the Internet and Wireless Network"*, John Wiley & Sons

Sally R. (2006), *"Gis for Environmental Management"*, Esri Press

Skidmore A., Prins H. (2002), *"Environmental Modelling with GIS and Remote Sensing"*, Taylor & Francis

Stefanakis E. (2005), *"Geographic Databases and GIS"*, Springer

Zlatanova S., Fendel E. Van Osterom P. (2005), *"Geo-Information for Disaster Management"*, Springer