

## IL LABGIS@INGV DI GROTTAMINARDA, ATTIVITA' E PROSPETTIVE

Maurizio PIGNONE (\*), Raffaele MOSCHILLO (\*)

(\*) ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA, Centro Nazionale Terremoti  
Via Castello D'Aquino, 13 – 83035 Grottaminarda (AV),  
Tel. 0825-421911, Fax 0825-421937  
e-mail: [pignone@gm.ingv.it](mailto:pignone@gm.ingv.it), [moschillo@gm.ingv.it](mailto:moschillo@gm.ingv.it)

### Riassunto

Il Laboratorio di Cartografia Digitale e Database Geografici (*LABGIS@INGV*) nasce nel 2004 all'interno della Sede dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia di Grottaminarda (AV) nell'ambito del Progetto CESIS. Questo progetto, finanziato dal MIUR, ha previsto la realizzazione di un rete di 60 stazioni permanenti di monitoraggio in Italia Meridionale con strumentazioni sismica e geodetica e sistema di trasmissione dei dati in tempo reale. Il *LABGIS@INGV* nasce come una struttura che si occupa a tempo pieno del trattamento di dati cartografici e territoriali attraverso la tecnologia dei Sistemi Informativi Geografici al fine di fornire un supporto ai tecnici ed ai ricercatori impegnati nelle attività sul campo e in laboratorio del Progetto, soprattutto nella fase di ricerca dei siti idonei all'installazione delle stazioni di monitoraggio. Le attività del *LABGIS@INGV* in questi 3 anni di vita si sono concentrate sulla realizzazione di *Database* Geografici riguardanti l'area di interesse del Progetto CESIS: sono stati creati una serie di *ESRI Geodatabase* tematici nei quali sono state inserite informazioni cartografiche, geologiche, geofisiche e statistiche. In particolare è stata sperimentata la gestione dei dati *raster* all'interno del *Geodatabase (Raster Dataset)* e l'informatizzazione di cataloghi di sismicità storica e strumentale prodotti dall'INGV. La realizzazione del Sistema Informativo Territoriale del Progetto CESIS ha consentito di creare *report* cartografici per le reti di monitoraggio e per la sismicità, ma anche rappresentazioni di scenari di pericolosità e di rischio per le aree interessate. I risultati delle attività del *LABGIS@INGV* sono tuttora presenti nel sito *web* (<http://labgis.gm.ingv.it/website/labgis/>) la cui struttura divisa in varie sezioni permette di scaricare le cartografie sulla sismicità e sulle reti di monitoraggio (*RETE CESIS* o *RETE SISMICA NAZIONALE*) o di visualizzare i *WEBGIS* prodotti come il *CESIS MAP SERVER* ed il *WEBGIS* della *Rete Nazionale GPS (RING)*. Inoltre sono consultabili e scaricabili i *SIT CESIS EARTHQUAKE REPORT*, un *report* cartografico immediato di inquadramento territoriale e sismotettonico di ogni evento sismico verificatosi nell'Italia meridionale.

### Abstract

*The laboratory of digital cartography and geographical information systems (LABGIS@INGV) of the ISTITUTO NAZIONALE di GEOFISICA e VULCANOLOGIA (INGV) in Grottaminarda (AV) has focused its activity on the organization and processing of a high number of cartographic, territorial, geological and geophysical data regarding Central and Southern Italy. This activity represents one of the purposes of CESIS Project whose aims are to realize a monitoring network of permanent stations with seismic, accelerometric and geodetic instruments and to create a Centre for Seismology and Seismic Engineering. The realization of a series of geographical database in ESRI Geodatabase data model with the software ArcGIS 9 has offered the possibility of trying out the opportunities of this technology as, for example, the organization of different types of geographical data and proceedings inside the same environment. The following step was to develop a series of GIS applications as the SIT CESIS EARTHQUAKE REPORT. This application produces a cartographic report, which is able to give a territorial and seismological view for each earthquake of magnitude greater than 3.0 recorded in Southern Italy. The products of the activities of the LABGIS@INGV are still present in the website of INGV Grottaminarda (<http://labgis.gm.ingv.it/website/labgis/>) in several sections, with the possibility to download the cartographic data of Italian seismicity and monitoring networks of CESIS Project.*

### Introduzione

Il Progetto CESIS, promosso dall'ISTITUTO NAZIONALE di GEOFISICA e VULCANOLOGIA (INGV) e finanziato dal Ministero della Istruzione dell'Università e della Ricerca Scientifica (MIUR), ha previsto la realizzazione di una rete permanente di stazioni di monitoraggio con strumentazione sismica, accelerometrica e geodetica in Italia Meridionale e la realizzazione di un Centro di ricerca nel campo della sismologia e l'ingegneria sismica. Da circa tre anni il Centro per la Sismologia e l'Ingegneria Sismica presso Grottaminarda (provincia di Avellino), situato nel cuore dell'Irpinia, zona

epicentrale del disastroso terremoto del Novembre 1980, è pienamente in attività ed è ormai in fase conclusiva l'attività di installazione e messa in funzione delle stazioni di monitoraggio.

Le attività di tecnici e ricercatori del Centro di Grottaminarda si sono concentrate sullo sviluppo della Rete di Monitoraggio del Progetto CESIS costituita da circa 60 stazioni permanenti che si sono integrate nella Rete Sismica Nazionale e nella nascente Rete Integrata GPS Nazionale (RING) interamente gestita a Grottaminarda.

Un aspetto tecnologico importante del Progetto CESIS è stato la scelta di un sistema di trasmissione dei dati del tipo telemetria satellitare. La scelta è stata effettuata per avere una maggiore autonomia nella individuazione del sito per la stazione, una maggiore affidabilità in caso di forti terremoti, alta qualità dei dati e bassi costi di esercizio. Ne consegue che le stazioni della Rete del Progetto CESIS sono di tipo Satellitare, acquisite in tempo reale presso la sala sismica del Centro Nazionale Terremoti e presso la sede di Grottaminarda.

All'interno del Centro per la Sismologia e l'Ingegneria Sismica di Grottaminarda è stato costituito un *Laboratorio di Cartografia Digitale e Database Geografici (LABGIS@INGV)* al fine di fornire un supporto ai tecnici ed ai ricercatori impegnati nelle attività sul campo ed in laboratorio del Progetto CESIS e successivamente avviare un'attività di sperimentazione di nuove metodologie di analisi di dati geografici attraverso la tecnologia dei sistemi informativi geografici (GIS).

### La struttura e le tecnologie utilizzate

Il *LABGIS@INGV* nasce come una struttura che si occupa a tempo pieno del trattamento di dati cartografici e territoriali riguardanti l'area di interesse del Progetto CESIS (Italia Centro-Meridionale) attraverso la tecnologia dei Sistemi Informativi Geografici. Ci si è trovati a gestire una grossa mole di dati provenienti sia dall'INGV che da altri enti come l'APAT, la Protezione Civile, il Ministero dell'Ambiente, vari Enti Locali, ecc.. L'organizzazione e la gestione di queste informazioni così disomogenee fra loro è stata possibile grazie alla realizzazione di *Database Geografici Tematici* nei quali sono state inserite informazioni cartografiche, geologiche, geofisiche e statistiche.

Per la realizzazione dei *Database Geografici* si è pensato di scegliere il formato *Geodatabase*, il modello dati del *software ARCGIS* versione 9 della *ESRI* che consente di immagazzinare e gestire tutte le informazioni geografiche all'interno di una struttura dati centralizzata di tipo *object oriented*.

Il *Geodatabase* migliora notevolmente la gestione dei dati sia di tipo vettoriale che *raster* consentendo all'utente di lavorare con oggetti geografici "intelligenti", implementando modelli di comportamento, proprietà e relazioni, oltre alle più classiche regole topologiche. La scelta di questa tecnologia, è dovuta anche dal fatto, che consente di eliminare le problematiche relative ai differenti sistemi di proiezione e coordinate dei vari dati inseriti e permette di eseguire le elaborazioni previste in modo corretto. Fisicamente il *Geodatabase* è memorizzato all'interno di un *database* relazionale, nel nostro caso *Microsoft Access*, avendo scelto, per il momento, una architettura di tipo "personal" che è costituita da *files* tipo *.MDB*.

In particolare è stata sperimentata la gestione dei dati *raster* all'interno del *Geodatabase* grazie ai *Raster Dataset* che permettono di mosaicare in unico file più *raster* geograficamente contigui. È questo il caso delle moltissime tavolette IGM alla scala 1:50.000 che sono state rasterizzate tramite uno *scanner A0*, successivamente georeferenziate in *ArcMap* (con un *rms* < 5 metri) e inserite in un *Raster Dataset* all'interno del *Geodatabase* in modo da avere una base cartografica unica e omogenea per tutta l'area di interesse, con un errore minimo di georeferenziazione. Il *Geodatabase* ha anche permesso di informatizzare e rendere disponibili in formato *GIS*, i numerosi cataloghi di sismicità storica e strumentale prodotti dall'INGV negli ultimi 30 anni. Questa tipologia di dato è stata la base di partenza per elaborazioni di analisi spaziale molto interessanti per studi sismologici che non erano possibili nei formati classici (*ascii files*). Inserito nella rete *intranet* del Centro per la Sismologia e l'Ingegneria Sismica per la condivisione, la pubblicazione, l'acquisizione e la stampa dei dati, il *LABGIS@INGV* è costituito da tre *Workstation (WK)* e diverse periferiche per l'acquisizione, la stampa (*Scanner* a scala di grigi A0, *Plotter inkjet* A0) e lo *storage* di dati (*hard-disk* esterni). La *WK1* e *WK3* hanno la funzione di *SPATIAL SERVER*, immagazzinano e gestiscono tutti i dati geografici, cartografici e alfanumerici utilizzati per l'elaborazione e l'analisi. L'architettura *SW* all'interno di *WK1* e *WK3* è incentrata sui prodotti *ESRI*, in particolare sulla *Suite ArcGIS* versione 9. La *WK2* svolge la funzione di *WEBSERVER* per la pubblicazione e la gestione del Sito *WEB* del *LABGIS@INGV* ma anche dei *WEBGIS* sviluppati. Per la pubblicazione e la diffusione dei dati contenuti nei *database* geografici su *WEB* ci si è affidati al *software ESRI ArcIMS* versione 9: partendo dai progetti organizzati in ambiente *ArcMAP*, sono stati creati una serie di

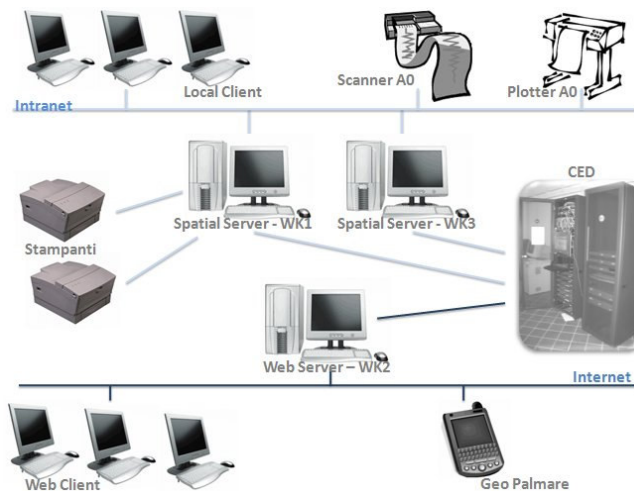


Figura 1 - Struttura del LABGIS@INGV

servizi di mappa (*mapservices*) del tipo *ArcMapServer*, che hanno permesso la pubblicazione su *WEB* direttamente dal formato *Geodatabase* mantenendo le proprietà di classificazione e tematizzazione degli stessi.

Gli utenti interagiscono con i *WEBGIS* attraverso le funzionalità inserite nei *web client standard (HTML Viewer)* di *ArcIMS*, che permette di interagire attraverso strumenti di navigazione territoriale (*pan e zoom*), di interrogazione e selezione (*identify*, selezione tramite attributi, selezione geografica), di analisi (*buffer*), di stampa e di esportazione di mappe. Inoltre è in corso lo sviluppo di funzionalità customizzate per l'interfaccia di visualizzazione in modo da rendere ancora più efficace la consultazione e l'analisi dei dati.

### **Le principali attività e i prodotti realizzati**

In un primo momento le attività del *LABGIS@INGV* si sono legate in particolare al Progetto CESIS come supporto ai ricercatori ed ai tecnici impegnati nella localizzazione dei siti per l'installazione delle stazioni di monitoraggio e nell'archiviazione dei dati sismici e geodetici.

L'elaborazione di ingenti quantità di dati cartografici e territoriali e la loro organizzazione all'interno di *Geodatabase* ha consentito successivamente la produzione di cartografia tematica, la rappresentazione di scenari, la pubblicazione dei dati su *WEB*, lo sviluppo di applicazioni per la divulgazione scientifica.

Inoltre si sono sperimentate nuove metodologie di elaborazione dei dati sismici e geodetici sviluppando applicativi customizzati e interagendo anche con altre tecnologie come il *GPS* e il *Remote Sensing*.

Successivamente si è andati verso una collaborazione sempre più stretta con il CENTRO NAZIONALE TERREMOTI di Roma, in particolare con la Sala di Monitoraggio Sismico per la realizzazione di *Report* Cartografici sull'ubicazione delle stazioni della Rete Sismica Nazionale, sull'organizzazione dei *database* geografici della Sismicità Strumentale Italiana, sulla realizzazione e l'aggiornamento di banche dati territoriali di base e tematiche utilizzate nella localizzazione degli eventi sismici.

Diversi sono stati i prodotti realizzati in questi ultimi tre anni con le metodologie di lavoro precedentemente menzionate, tra i più importanti ricordiamo:

Il GEODATABASE del CATALOGO DELLA SISMICITÀ ITALIANA (CSI 1.0-1.1): l'informatizzazione del catalogo all'interno di un sistema informativo geografico è avvenuta tramite la creazione di un *Personal Geodatabase*. Il CSI comprende i parametri di localizzazione di 91797 terremoti avvenuti in Italia tra l'anno 1981 fino al 2002. Accanto ai parametri di localizzazione sono anche disponibili i tempi di arrivo delle onde P e S registrate alle oltre 400 stazioni della rete sismica nazionale. Partendo dal formato di diffusione dei dati scelto dall'INGV e presente sul sito *web*, cioè 22 *files* di tipo *ASCII* con estensione *sum*, i dati, tramite specifiche procedure, sono stati elaborati per essere inseriti in modo corretto all'interno del *Geodatabase* in una struttura con 3 *Feature Dataset*. I dati successivamente sono stati organizzati in progetti di *ArcMap* in cui gli eventi sismici sono stati classificati e tematizzati in base alla profondità degli ipocentri e alla loro magnitudo. Da qui sono state create 2 applicazioni *GIS* per la distribuzione del Catalogo: la prima tramite un *CD-ROM* sviluppato con l'estensione *ArcGIS Arc Publisher*, visibile con il *software GIS* gratuito *Arc Reader*; la seconda un *WEBGIS* sviluppato in *ArcIMS* con un *client* di tipo *HTML Viewer* con funzionalità *standard* per la navigazione, l'interrogazione, la selezione e la stampa dei dati.

Il SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE del Progetto CESIS: che si propone di raccogliere ed integrare informazioni cartografiche e descrittive a scala regionale per l'analisi delle caratteristiche territoriali, geologiche e sismologiche dell'Italia Meridionale. L'area geografica interessata dal SIT è composta da sette Regioni dell'Italia Centro Meridionale: Molise, Sardegna, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria e Sicilia.

Il SIT svolge un duplice ruolo: un supporto alle attività dei tecnici e ricercatori nella fase di ricerca e posizionamento (*SITING*) dei siti dove ubicare le stazioni della rete sismica e *GPS* ma anche la base di partenza per applicazioni *GIS-Based* orientate alla geologia, alla sismologia e alla valutazione del rischio sismico.

Il *Personal Geodatabase* del SIT CESIS è costituito da circa 60 *Layers* raggruppati in *Feature Dataset* e *Raster Dataset*: la suddivisione delle informazioni geografiche è avvenuta sulla base della loro tipologia. Accanto ai dati territoriali (cartografie, inquadramento, limiti amministrativi, viabilità, località) è stato realizzato un lavoro di informatizzazione e sintesi delle banche dati sismologiche e sismotettoniche prodotte dall'INGV negli ultimi anni (cataloghi di sismicità storica, sismicità strumentale, *database* sorgenti sismogenetiche, reti sismiche) in modo da poter creare viste geografiche su cui posizionare lo sviluppo delle Reti di Monitoraggio del Progetto CESIS.

I dati del SIT CESIS vengono visualizzati e distribuiti attraverso il *SIT CESIS MAP SERVER*, un *WEBGIS* con un'interfaccia *user-friendly* per verificare lo stato di avanzamento delle Reti di Monitoraggio del Progetto. Il *WEBGIS*, sviluppato in ambiente *ESRI ARCIMS 9* attraverso la realizzazione di *map services* creati direttamente da *ArcGIS* tramite l'estensione *ArcMapServer*, è costituito da un *Client* di tipo *HTML Viewer* con strumenti di navigazione territoriale (*pan e zoom*), di interrogazione e selezione (*identify, query, select features*), di analisi spaziale (*buffer*), di stampa ed esportazione di mappe.

Il SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE della RING: la RING (Rete Integrata Nazionale GPS) è una rete di più di 100 stazioni di monitoraggio con strumentazione *GPS* di precisione distribuite su tutto il territorio nazionale; per la gestione delle informazioni geografiche collegate ai siti di ubicazione delle stazioni si è pensato di sviluppare un SIT

collegato direttamente con il *Data Management* della RING. Infatti tramite *ArcGIS*, viene effettuata una connessione in tempo reale all'*RDMBS* della RING (<http://bancadati.gm.ingv.it/>) che gestisce tutte le informazioni per ogni singola stazione (strumentazione, stato di attività, manutenzione, serie temporali). Per la consultazione del SIT è stata sviluppata un'interfaccia di in ambiente *ArcIMS*, simile al *CESIS MAP SERVER*, con strumenti di navigazione territoriale, di interrogazione e selezione, di stampa ed esportazione di mappe. Inoltre è stato implementato il comando *identify*, permettendo di interrogare una stazione per conoscere in tempo reale le informazioni relative, scaricare il file *log*, le foto del sito, le schede per la manutenzione, i dati *GPS*.

**REPORT CARTOGRAFICI:** la costituzione di *Geodatabase* tematici ha permesso di produrre in modo dinamico una gran numero di cartografie rispondendo in questo modo alle esigenze non solo della sede di Grottaminarda ma anche di tutto il Centro Nazionale Terremoti. La produzione di cartografia tematica si è concentrata soprattutto sullo sviluppo delle Reti di monitoraggio dell'INGV fornendo uno strumento di controllo della distribuzione geografica delle stazioni della Rete Sismica Nazionale (ma anche per la RING e per la Rete Accelerometrica Nazionale) utilissimo nelle attività di monitoraggio sismico. L'informatizzazione dei cataloghi di sismicità storica e di sismicità strumentale, nonché del Bollettino della Sismicità Strumentale, ha permesso di creare delle cartografie della sismicità italiana aggiornate anno per anno.

La realizzazione di Sistemi Informativi Territoriali come il SIT CESIS ha permesso inoltre di sviluppare applicazioni cartografiche più complesse e complete: il *SIT CESIS EARTHQUAKE REPORT* è costituito da un *report* cartografico associato ad ogni evento sismico con

magnitudo superiore a 3.0 avvenuto in Italia centro-meridionale. Il *report* è realizzato all'interno di *ArcMap* tramite una *toolbar* sviluppata in ambiente *VBA* con la tecnologia degli *ArcObjects* e con le funzioni di *Geoprocessing* nel *Model Builder*. L'utente inserisce le coordinate geografiche dell'evento sismico localizzato dall'INGV e genera con un comando 5 viste geografiche (*dataframe*) centrate sull'evento ad una scala di 1:500.000 o 1:1.100.000, con i dati contenuti all'interno del *Geodatabase* del SIT CESIS. Ogni *dataframe* fornisce specifiche informazioni sull'area interessata dall'evento:

1. Inquadramento territoriale e reti di monitoraggio
2. Classificazione sismica del territorio
3. Pericolosità sismica
4. Sismicità storica
5. Sismicità strumentale

I *report* sono generati da un *layout* composto all'interno del Progetto in *ArcMap* e vengono esportati in formato *jpeg* e *pdf* e pubblicati su *WEB*.

**PRODOTTI per la DIVULGAZIONE SCIENTIFICA:** alcuni prodotti sono stati sviluppati per le finalità di formazione e divulgazione scientifica promosse dall'INGV. Un esempio è rappresentato da un'animazione realizzata in ambiente *ArcGIS* tramite l'estensione *Tracking Analyst* partendo dai dati del *Geodatabase* del CSI 1.1, trasformata successivamente in un video che mostra la distribuzione geografica degli maggiori eventi sismici nell'arco temporale 1981-2002. Nel video vengono visualizzati circa 20.000 eventi, con magnitudo tra 2,5 a 5,5 e classificati in due categorie (minore/uguale di 5, maggiore di 5); al momento della loro visualizzazione, sono affiancati da una *label* che descrive la data, l'ora e la zona dell'evento sismico. Tutto il filmato è diviso in 22 *frame* (circa 40 secondi), in ognuno di essi è visualizzato in alto a destra, l'avanzamento degli anni.



Figura 2 – SIT CESIS EARTHQUAKE REPORT

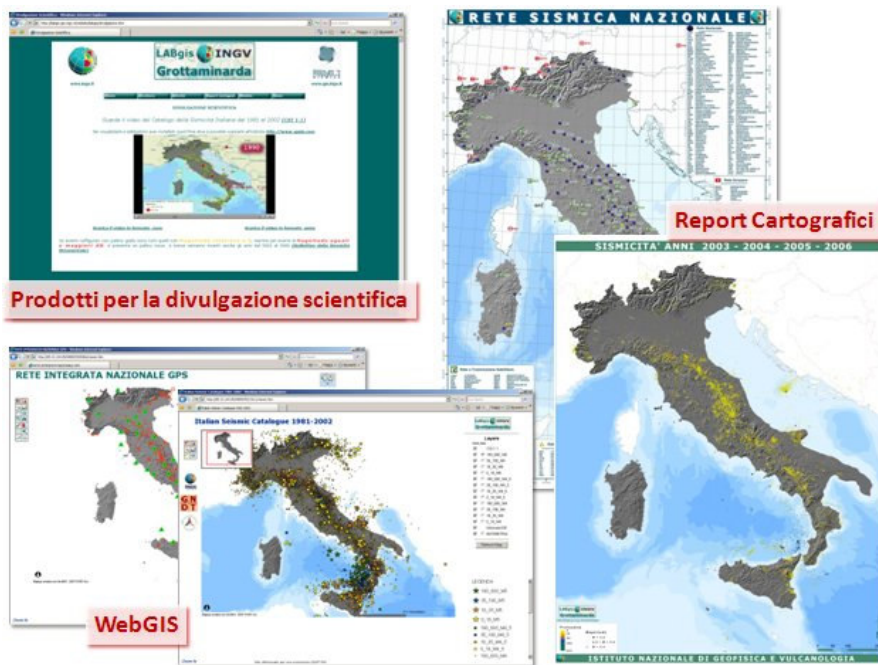


Figura 3 - Prodotti sviluppati dal LABGIS@INGV

### Il sito WEB

Il sito WEB del LABGIS@INGV ( <http://labgis.gm.ingv.it/website/labgis/index.htm> ) nasce nel 2006 per diffondere all'esterno le attività del laboratorio ed i prodotti realizzati. Il sito si presenta con un'interfaccia molto semplice con un menù diviso in sei sezioni: Home, Struttura, Attività, Report Cartografici, Webgis e News. Nella sezione “struttura” è descritta l’organizzazione del laboratorio (struttura hardware/software) ed il personale. Nella sezione “attività” sono

elencate le principali attività, le applicazioni realizzate, le pubblicazioni scientifiche. La sezione dei “report cartografici” consente di visualizzare e scaricare i report cartografici sulla Sismicità Strumentale (2003-2004-2005-2006), sulla Rete Integrata Nazionale GPS (RING) e sulla Rete Sismica Nazionale (RSN). Inoltre si accede alla pagina dei SIT CESIS Earthquake Report pubblicati con una procedura semi automatica quasi in tempo reale. I report sono scaricabili in formato .jpg e .pdf per gli anni 2005, 2006 e 2007. La sezione “WEBGIS” permette di accedere alle interfacce dei 3 presenti sul sito: il CESIS MAP SERVER, il webgis del CSI 1.1 e il webgis della RING. Infine nell’area “news” sono presenti



Figura 4 – Home Page del LABGIS@INGV

le sezioni: “Link” che contiene la raccolta di siti usati come punto di riferimento e gli “Eventi” che contengono informazioni riguardanti tutte le iniziative in corso come: convegni, seminari e corsi.

### Prospettive

Il LABGIS@INGV è ormai in attività da circa 3 anni e con la fine del Progetto CESIS ha portato a conclusione i suoi obiettivi iniziali come la realizzazione del SIT CESIS e le relative applicazioni su WEB. La maggior parte delle Banche Dati realizzate sono ristrette alla sola area geografica del Progetto CESIS, quindi una prima attività futura potrà essere

l'allargamento dei *database* geografici a tutto il territorio nazionale ed il loro aggiornamento nel tempo. Con l'aumento della mole di dati si potrà passare anche ad una architettura di tipo “*Enterprise*” utilizzando *RDBMS* professionali per lo *storage* dei dati geografici grazie a prodotti della *ESRI* come *ArcSDE* o *ArcGIS Server*.

Grazie alle collaborazioni con le altre sedi *INGV* potranno essere sviluppati nuovi prodotti *GIS based*, tra i quali ricordiamo l'evoluzione del *SIT CESIS EARTHQUAKE REPORT*, già avviata nei mesi scorsi, in una applicazione simile (*GEOSIS*) funzionante per tutto il territorio nazionale nella Sala di Monitoraggio Sismico del Centro Nazionale Terremoti a Roma.

#### **Bibliografia**

Pignone M., Moschillo R. et al., (2005), “Il Geodatabase del Catalogo della Sismicità Italiana (CSI)”, in Proc. of the 9th Conferenza Nazionale ASITA, Vol. II: pp.1657-1663.

Pignone M., (2006), “The Geographical Information System of CESIS Project”, in Proc. of the 5th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, Vol. II: pp. 228-230.

Pignone M. et al., (2006), “Un geodatabase per l'analisi stratigrafico-sequenziale” in Proc. of the 10th Conferenza Nazionale ASITA, Vol. II: pp.1103-1108.

Pignone M., Moschillo R. et al., (2007), “Realizzazione del geodatabase del catalogo della sismicità italiana 1981-2002 (CSI 1.0)”, in Rend. Soc. Geol. It.,4, Nuova Serie, pp.111-115.

Zeiler M., (1999), “Modeling our World”, The ESRI Guide to Geodatabase Design, published by Enviromental Systems Research Insitute, Redlands, California.