

# GEO MEDIA

www.rivistageomedia.it

Rivista bimestrale - anno 14 - Numero 2/2010  
Sped. in abb. postale 70% - Filiale di Roma

La prima rivista italiana di  
geomatich e geografia intelligente

N°2  
2010



## LE COSTE ITALIANE SONO VERAMENTE AL SICURO?

- ▶ Monitoraggio vulcanico, sismico e ambientale dallo spazio in tempo reale dall'INGV
- ▶ Il Geoportale Nazionale del Ministero dell'Ambiente
- ▶ Disponibilità di dati e informazioni pedologiche: analisi della situazione europea e italiana
- ▶ Focus+Glue+Context: le mappe come non le avete mai viste

# Dallo spazio al territorio: un sistema per l'Osservazione della Terra in tempo reale

di Claudia Spinetti, Fawzi Doumaz, Maria Fabrizia Buongiorno

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), insieme ad altri organismi nazionali ed internazionali, da molti anni contribuisce allo sviluppo delle tecnologie spaziali orientate al monitoraggio vulcanico, sismico ed ambientale secondo le linee guida indicate dal programma europeo GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*). Al fine di sostenere ed incrementare le attività che riguardano il monitoraggio di eventi eruttivi dei vulcani italiani è stato realizzato, nell'ambito della convezione con il Dipartimento di Protezione Civile (2007-2009), un sistema che consente di migliorare l'acquisizione di dati telerilevati in tempo reale per diverse applicazioni geofisiche nell'area del bacino del Mediterraneo e dell'Europa Centrale.

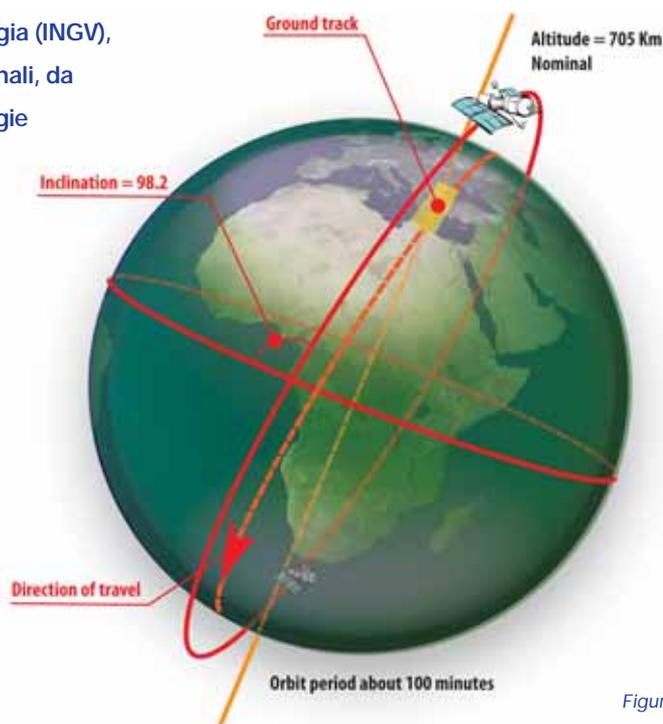


Figura 1

La nuova frontiera per l'Osservazione della Terra è l'acquisizione di dati telerilevati analizzati in tempo reale. Le agenzie spaziali stanno investendo da molti anni considerevoli risorse in programmi spaziali dedicati alla produzione sistematica di dati scientifici. Tuttavia, l'osservazione di un fenomeno deve avere la caratteristica di poterne seguire l'evoluzione nel tempo. Quindi, i tempi di rivisita dei satelliti devono essere sufficientemente frequenti; questi dipendono dal tipo di orbita: ad esempio, un satellite in orbita polare posto a 700km di quota, ha un periodo di 100 minuti ed impiega 16 giorni per osservare lo stesso punto della superficie terrestre (figura 1). Negli Anni '70, al fine di incrementare il tempo di rivisita, fu ideata negli Stati Uniti la costellazione di satelliti ad orbita polare NOAA (dal nome della *National Oceanic and Atmospheric Administration*). Tale costellazione fu all'epoca pensata per studi meteorologici ed è a tutt'oggi un programma spaziale attivo. L'insieme dei satelliti NOAA permette un'osservazione della stessa area fino a 15 volte al giorno a seconda della latitudine e del numero di satelliti contemporaneamente operativi. I dati multispettrali (immagini della Terra a diverse lunghezze d'onda) forniti dai sensori AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*), sono utilizzati in maniera operativa dai centri meteorologici. Per incrementare ulteriormente il tempo di rivisita sono nati i satelliti ad orbita geostazionaria, la cui caratteristica consiste nel fatto che il moto relativo fra satellite e superficie terrestre è nullo. Il satellite compie infatti una circonferenza sul piano equatoriale mantenendo la stessa velocità e direzione della rotazione terrestre. I sensori di bordo osservano quindi sempre la stessa porzione di superficie terrestre con un elevato tempo di rivisita fino ad un minimo di 15 minuti. I satelliti

geostazionari oggi operativi sono molteplici (figura 2) ed i loro dati sono diventati di grande utilità. L'INGV svolge da anni studi per le applicazioni in campo vulcanologico del telerilevamento. Risultati sono stati ottenuti per la caratterizzazione delle nubi e pennacchi vulcanici e delle colate laviche in particolare per i vulcani Etna e Stromboli. Al fine di poter mettere a frutto in maniera sistematica gli studi effettuati, nel 2004 è stata installata una stazione 'L-band HRPT (*High Resolution Picture Transmission*)' per la ricezione dei dati NOAA-AVHRR in tempo reale. Diversi sistemi sono stati sviluppati per l'analisi dei dati anche grazie alle collaborazioni con l'Università delle Hawaii e con l'Università dell'Alaska. I sistemi identificano in maniera automatica anomalie termiche e calcolano il tasso di effusione di una colata lavica; vengono invece identificati nubi e pennacchi vulcanici in maniera semiautomatica.

geostazionari oggi operativi sono molteplici (figura 2) ed i loro dati sono diventati di grande utilità. L'INGV svolge da anni studi per le applicazioni in campo vulcanologico del telerilevamento. Risultati sono stati ottenuti per la caratterizzazione delle nubi e pennacchi vulcanici e delle colate laviche in particolare per i vulcani Etna e Stromboli. Al fine di poter mettere a frutto in maniera sistematica gli studi effettuati, nel 2004 è stata installata una stazione 'L-band HRPT (*High Resolution Picture Transmission*)' per la ricezione dei dati NOAA-AVHRR in tempo reale. Diversi sistemi sono stati sviluppati per l'analisi dei dati anche grazie alle collaborazioni con l'Università delle Hawaii e con l'Università dell'Alaska. I sistemi identificano in maniera automatica anomalie termiche e calcolano il tasso di effusione di una colata lavica; vengono invece identificati nubi e pennacchi vulcanici in maniera semiautomatica.

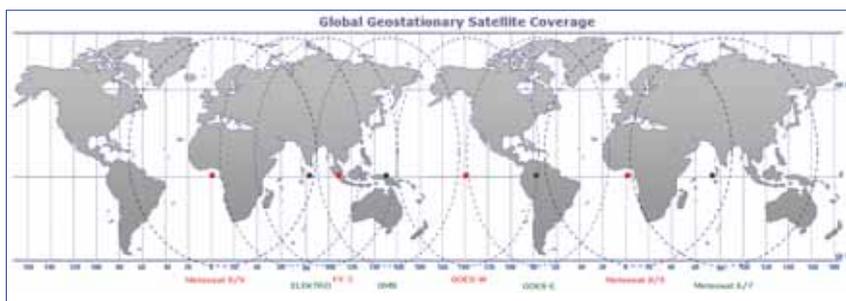


Figura 2 - Aree della superficie terrestre osservate dai diversi satelliti geostazionari.

I dati elaborati sono stati utilizzati a supporto del monitoraggio vulcanico dalla sezione di Catania dell'INGV e dal Dipartimento della Protezione Civile durante le emergenze Etna 2006, 2007, 2008 e Stromboli 2007.

Oggi tale sistema è affiancato da un nuovo e molto più complesso sistema multimissione dedicato alla ricezione di dati per l'Osservazione della Terra in banda X/L ad orbita polare e via DVB (tecnologia *Digital Video Broadcast*) ad orbita geostazionaria: MEOS (*Multi-mission Earth Observation System*).

Tale sistema permette l'incremento del flusso di dati satellitari con la ricezione dei dati MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), AIRS (*Atmospheric Infrared Sounder*) e AMSU (*Advanced Microwave Sounding Unit*) a bordo dei satelliti americani della NASA, *TERRA* e *AQUA*; la ricezione dei dati MVISR (*Multichannel Visible and IR Scanning Radiometer*) a bordo dei satelliti cinesi *Feng Yun* ed inoltre l'estensione ai recenti satelliti gestiti dal consorzio europeo EUMETSAT (*European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites*).

**Il sistema multimissione MEOS**

Il sistema ha funzionalità e componenti suddivise tra la parte hardware e software. La parte hardware del sistema (figura 3) si compone, per la fase di ricezione, di due antenne paraboliche ed un'antenna GPS, installate sul tetto della sede di Roma dell'INGV. La prima antenna parabolica, motorizzata e del diametro di 3.2 m, è preposta alla ricezione dei dati trasmessi nella banda di frequenze X ed L da satelliti ad orbita polare. L'antenna, alla cui base sono presenti due motori che ne permettono il movimento, è installata su un'opportuna struttura progettata e realizzata ad hoc per compensare il peso complessivo dei suoi circa 600kg ed il movimento millimetrico in fase di inseguimento del satellite in direzione Nord-Sud (passaggi discendenti) e Sud-Nord (passaggi ascendenti). L'antenna è forata, per essere più leggera ed opporre meno resistenza alla forza che il vento le imprime.

La seconda antenna parabolica non è motorizzata e lavora nella banda di frequenze Ku per la ricezione *EUMETCast*. L'antenna GPS fornisce in maniera precisa e sincrona il tempo all'intero sistema. Tutti i cavi di controllo e di trasmissione dati delle antenne sono convogliati ad una unità esterna (ADU) a sua volta collegata con il Centro di Calcolo. Qui si trova il cuore del sistema che gestisce in maniera automatica tutto il processo di inseguimento, acquisizione dati e controllo dell'antenna

motorizzata, comunicando attraverso appositi comandi programmati secondo il passaggio satellitare. Per quanto riguarda i satelliti geostazionari, i dati inviati vengono convertiti ed elaborati direttamente al Centro di Calcolo. Nel Centro di Calcolo è inoltre alloggiato il sistema di archiviazione dei dati acquisiti. Nel diagramma a blocchi in figura 4 sono riportate in maniera schematica le funzionalità del sistema, che acquisisce simultaneamente i dati delle due antenne. La componente software è in grado di apportare numerosi vantaggi in termini di gestione ed elaborazione dei dati e dei satelliti:

- aggiornamento automatico dei parametri orbitali per le diverse missioni satellitari;
- configurazione interattiva del processamento dei dati acquisiti;
- possibilità di selezionare l'area d'interesse prescelta mediante funzioni di navigazione e di ritaglio spaziale;



Figura 3 - Schema del sistema MEOS.

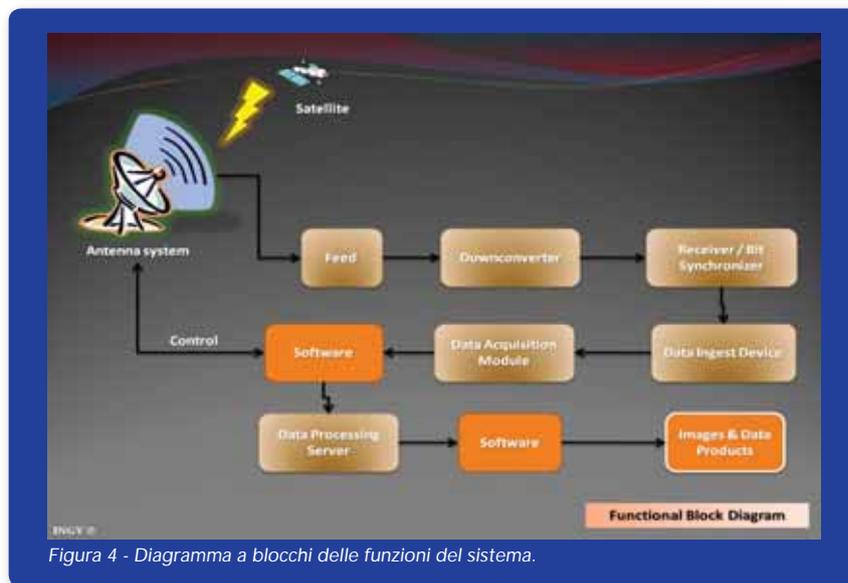


Figura 4 - Diagramma a blocchi delle funzioni del sistema.

- funzione di aggiornamento dei parametri di calibrazione;
- calibrazione dei dati;
- controllo via web report delle acquisizioni in tempo reale e visualizzazione dei dati.
- mantenimento del sistema ed informazioni sullo stato operativo delle missioni satellitari grazie ad un collegamento *live* con il fornitore.

Due workstation sono state installate in laboratorio per il controllo e la connessione remota al cuore del sistema, e sono separate nella gestione dei dati provenienti da satelliti polari e geostazionari.

### I dati telerilevati acquisiti

I dati acquisiti dal sistema multimissione MEOS vengono processati in maniera automatica ed esportati in diversi formati per essere poi trasferiti sia al sistema di visualizzazione via web con protocolli di rete (http, ftp) che al sistema di archiviazione.

Il sensore MODIS è lo strumento principale a bordo dei satelliti TERRA e AQUA del programma spaziale EOS (*Earth Observing System*) della NASA; i satelliti hanno un'orbita polare e solare-sincrona. Il satellite TERRA passa all'equatore al mattino (EOS 9:00 AM) con orbita discendente, mentre AQUA passa all'equatore al pomeriggio (EOS 1:30 PM) con orbita ascendente. L'area osservata è molto ampia (2.300km ortogonale alla direzione del moto) e questo fa sì che la frequenza di rivisita minima sia di una volta al giorno. La superficie della Terra è acquisita in 36 bande spettrali dal visibile all'infrarosso termico con risoluzione spaziale variabile da 250m ad 1km. La figura 5 mostra il dato MODIS acquisito per l'Italia dal sistema multimissione MEOS componendo le bande del visibile. Partendo dai dati *raw* e dalle informazioni ancillari, il software è configurabile in modo da ottenere 44 diversi prodotti divisi per applicazioni e che seguono tutti gli standard NASA, come riportato in tabella 1.

Il sensore MIVIS si trova a bordo della costellazione di satelliti cinesi Feng Yun (Feng Yun: 'vento e nuvole'). I satelliti sono di proprietà della CMA (*China Meteorological Administration*). Il primo programma spaziale cinese dedicato alla meteorologia è partito con satelliti ad orbita polare sperimentali negli Anni '80. La prima serie è composta dai satelliti FY-1 per un totale di quattro satelliti (FY-1A, B, C e D). Il sistema MEOS è predisposto per l'acquisizione dei dati dal satellite FY-1D (figura 6). L'orbita è polare solare-sincrona, a 863km di quota, inclinata di 98.79° e con tempo di rivisita di una volta al giorno. FY-1C and FY-1D incrociano l'equatore alle 7 e le 9 AM circa. Le caratteristiche del sensore MIVIS sono riportate in tabella 2.

L'organizzazione europea EUMETSAT gestisce diversi satelliti geostazionari dedicati alla meteorologia fin dagli Anni '80. Il sistema MEOS acquisisce dati dal sensore SEVIRI (*Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager*) a bordo del satellite MSG (*Meteosat Second Generation*) posizionato a 0° di longitudine e alla distanza di 35.800km (figura 7, a pagina 20). I dati SEVIRI vengono acquisiti ogni 15 minuti. Il sistema MEOS è predisposto per ricevere via banda Ku anche i dati acquisiti dalla costellazione *MetOp*, costituita dai primi satelliti ad orbita polare europei operativi per la meteorologia e che sostituiranno i NOAA. Inoltre, MEOS è predisposto per la ricezione dai satelliti geostazionari che fanno parte del consorzio GEO, in grado di osservare le aree americane ed asiatiche del pianeta.

Le caratteristiche del sensore SEVIRI sono riportate in tabella 3.

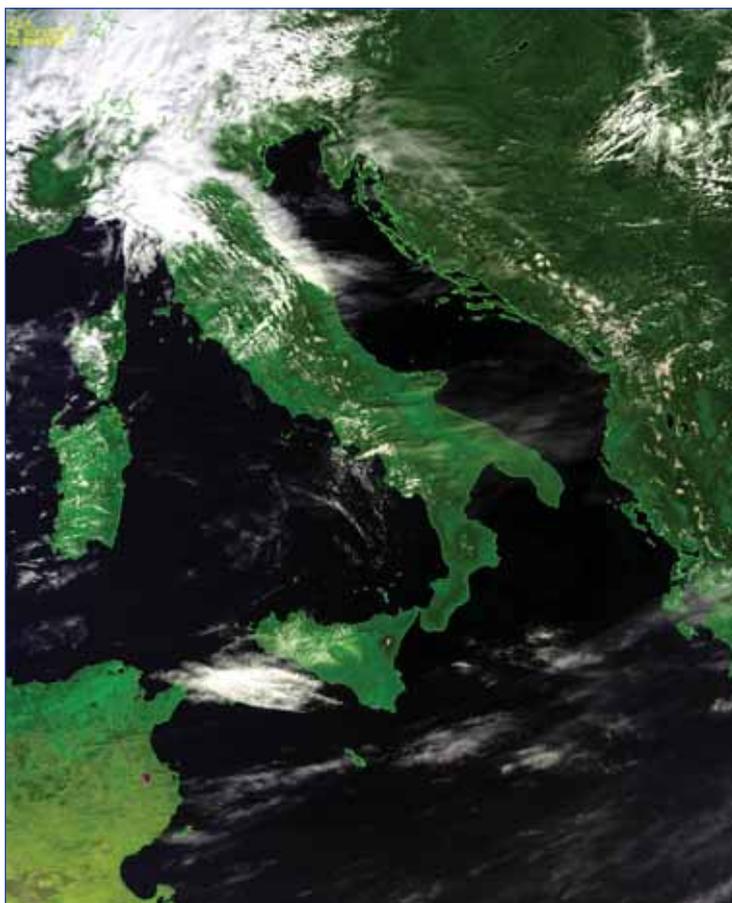


Figura 5 - Immagine ripresa sull'Italia dal sensore MODIS acquisita dal sistema MEOS (composizione di 3 bande spettrali nel Visibile).

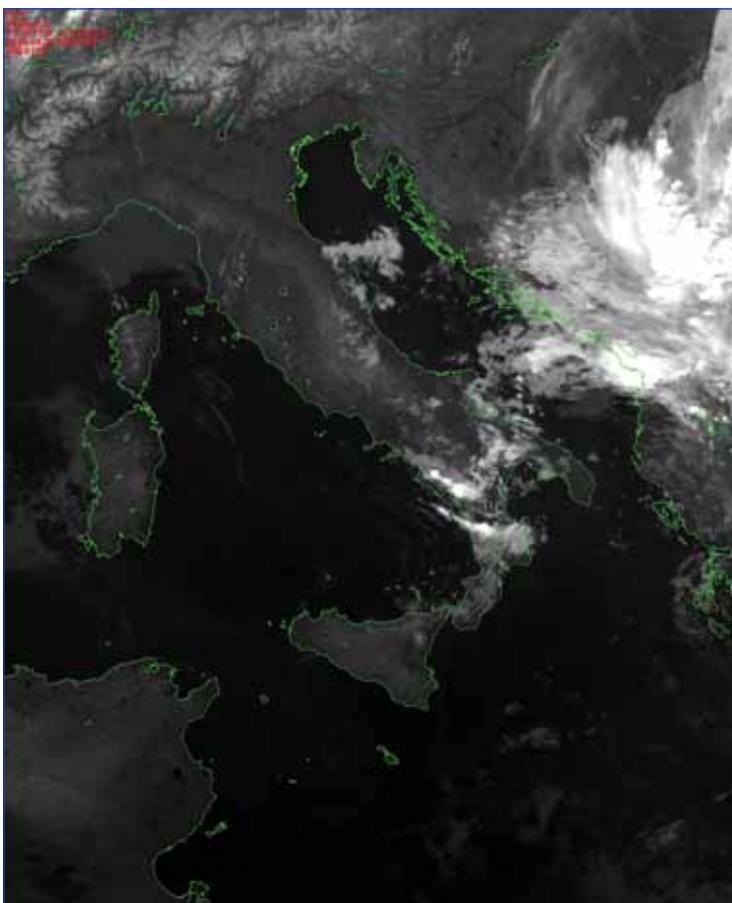


Figura 6 - Immagine ripresa sull'Italia dalla prima banda spettrale del sensore MIVIS a bordo del satellite FY-1D.

<b>Calibrazione</b>	MOD 01 - 1A Dato calibrato MOD 02 - 1B Dato georiferito MOD 03 - Dati ancillari per la geo-localizzazione
<b>Atmosfera</b>	MOD 04 - Aerosol atmosferici MOD 05 - Vapore acqueo MOD 06 - Profili atmosferici MOD 08 - Prodotti atmosferici
<b>Terra</b>	MOD 09 - Riflettanza della superficie MOD 11 - Temperatura della superficie della terra ed emissività MOD 12 - Cambiamento della copertura delle superfici MOD 13 - Griglia dell'indice della vegetazione (Max NDVI & Integrated MVI) MOD 14 - Anomalia termica fuoco e incendio MOD 15 - Indice di copertura fogliare e FPAR MOD 16 - Evapotraspirazione MOD 17 - Fotosintesi e produttività primaria MOD 43 - Riflettanza della superficie MOD 44 - Cambiamento di copertura vegetata
<b>Criosfera</b>	MOD 10 - Copertura nevosa MOD 29 - Copertura delle superficie marina ghiacciata
<b>Oceano</b>	MOD 18 - Substrato marino superficiale MOD 19 - Concentrazione dei sedimenti marini MOD 20 - Fluorescenza della clorofilla MOD 21 - Concentrazione di clorofilla marina MOD 22 - Irradianza della superficie marina (PAR) MOD 23 - Concentrazione di particolato solido sulla superficie marina MOD 24 - Concentrazione di particolato proveniente da materia organica MOD 25 - Concentrazione coccoliti MOD 26 - Coefficiente di Attenuazione marino MOD 27 - Produttività primaria oceanica MOD 28 - Temperatura del mare MOD 36 - Coefficiente di assorbimento totale MOD 37 - Proprietà dell'aerosol marino MOD 39 - Contenuto in ferro dell'aerosol marino

Tabella 1 - Prodotti MODIS

Banda	Intervallo Spettrale (µm)	Principale uso dei dati
1	0.58 - 0.68 (VIS)	Riconoscimento di nubi meteorologiche, superfici ghiacciate e vegetate
2	0.84 - 0.89 (VNIR)	Riconoscimento di nubi, superfici marine e vegetate
3	3.55 - 3.93 (MWIR)	Riconoscimento di fonti di calore e di nubi durante le ore notturne
4	10.3 - 11.3 (TIR)	Temperatura della superficie marina e riconoscimento delle nubi
5	11.5 - 12.5 (TIR)	Temperatura della superficie marina e riconoscimento delle nubi
6	1.58 - 1.64 (SWIR)	Umidità del suolo, distinzione tra coperture nevose e superfici ghiacciate
7	0.43 - 0.48 (VIS)	Distinzione dei colori delle superfici marine
8	0.48 - 0.53 (VIS)	Distinzione dei colori delle superfici marine
9	0.53 - 0.58 (VIS)	Distinzione dei colori delle superfici marine
10	0.90 - 0.965 (VNIR)	Vapore acqueo

Tabella 2 - Caratteristiche del sensore MVISR.

Banda	Centro banda spettrale (µm)	Risoluzione Spaziale (km)	Risoluzione Temporale (min)
1	0.6	3	15
2	0.8	3	15
3	1.6	3	15
4	3.9	3	15
5	6.2	3	15
6	7.3	3	15
7	8.7	3	15
8	9.7	3	15
9	10.8	3	15
10	12	3	15
11	13.4	3	15
12 (HRV)	0.8	1	15

Tabella 3 - Caratteristiche spettrali del SEVIRI.

LandSIM3D è un software di nuova generazione per la simulazione 3D del paesaggio sviluppato per i professionisti. Potente e facile da utilizzare, offre un'interfaccia facile ed intuitiva che vi permetterà di visualizzare rapidamente complessi dati geografici territoriali di un'area in 3D in maniera interattiva e con un altissimo livello di realismo.

LandSIM3D modella il paesaggio partendo da dati georeferenziati in modo da riprodurre un territorio esistente in 3D.

Strade ed edifici vengono automaticamente ricostruiti, così come la vegetazione e il terreno, in accordo alla mappa del rilievo fotografico. Strade, infrastrutture ed edifici sono ricostruiti automaticamente. La vegetazione e il terreno sono distribuiti in base alle mappe di utilizzo. Un progetto esterno può essere facilmente importato e inserito con precisione nel modello 3D creato.

- **MODELLA** in pochissimo tempo un paesaggio reale in 3D al fine di meglio analizzarlo, studiarlo e capirlo.

- **INSERISCI** in modo semplice il tuo progetto architettonico, urbanistico o di un'infrastruttura nell'ambiente 3D creato.

- **STUDIA** le possibili alternative al tuo progetto, il suo impatto ambientale e la futura evoluzione del territorio e della crescita della vegetazione.

- **PRESENTA** le tue decisioni e **SPIEGA** le tue scelte grazie alla visualizzazione 3D interattiva. Uno strumento indispensabile per pubbliche presentazioni e riunioni con i clienti.



Studia le varianti di progetto e crea facilmente alternative in 3D per una migliore presentazione e per spiegare le scelte progettuali effettuate.

Visualizza il presente e simula il futuro tramite i potenti strumenti di simulazione. LandSIM3D associa la nozione di tempo a ciascun oggetto inserito nel progetto. Ciò vi permette di visualizzare le trasformazioni del paesaggio nel tempo.

**Le applicazioni in ambito vulcanologico e ambientale**

Nel marzo 2010 si è conclusa la fase di installazione del sistema MEOS. Esso è al momento in fase di test, data la sua complessità. Si prevede di mettere a regime la creazione sistematica di prodotti sviluppati specificatamente per il monitoraggio vulcanologico.

Il monitoraggio vulcanico da satellite è possibile proprio grazie alla grande maturità delle tecniche fin qui sviluppate le quali permettono, tramite la disponibilità di dati in tempo reale, di estrarre parametri geofisici legati allo stato di attività vulcanica. I principali parametri che attraverso lunghi studi hanno dimostrato la loro relazione con la fase di quiescenza di un vulcano e che sono misurabili attraverso diverse tecniche da dati telerilevati sono: le deformazioni superficiali, la temperatura superficiale, le concentrazioni di emissioni gassose e di particolato vulcanico (quali vapore acqueo, anidride carbonica, anidride solforosa ed aerosol). Nella fase eruttiva di un vulcano, invece, i parametri rilevanti misurabili da dati telerilevati sono la velocità di una colata lavica e la concentrazione di cenere vulcanica in atmosfera. Questi, associati alle informazioni spaziali, si traducono in mappe tematiche (prodotti) che aiutano la gestione del rischio vulcanico.

All'INGV è stato sviluppato un primo sistema di processamento dati denominato 'Sistema di Rischio Vulcanico' (finanziato dell'Agenzia Spaziale Italiana) in cui sono stati ingegnerizzati gli algoritmi e le tecniche di telerilevamento per il monitoraggio dei vulcani italiani Etna, Vesuvio e Campi Flegrei.

Un esempio di utilizzo del sistema MEOS è rappresentato dai rapporti pre-

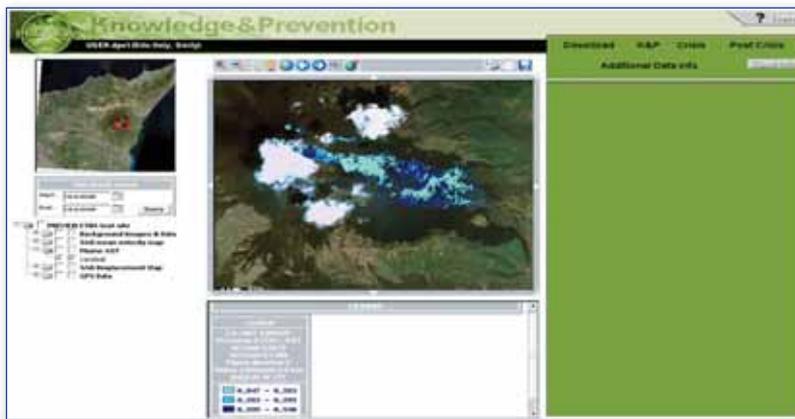


Figura 8 - Snapshot del webGIS (<http://www.preview-risk.com>).

parati sulla base di alcuni dei dati acquisiti dal sistema, rapporti che sono stati richiesti dalla Protezione Civile a seguito della presenza di ceneri vulcaniche in alta atmosfera emesse del vulcano islandese Eyjafjallajökull, che ha creato disagi alla navigazione aerea europea. Anche la Commissione Europea ha mostrato interesse per questo tipo di applicazioni attraverso il progetto 'SAFER' (*Service and Application for Emergency Response*) in ambito GMES. Il progetto è infatti un proseguimento del lavoro già svolto durante il progetto 'PREVIEW' (*PREvention, Information and Early Warning*) in cui è stato sviluppato un prototipo di webGIS. L'interfaccia web è stata implementata per interrogare un GIS contenente mappe tematiche ricavate dall'analisi dei dati satellitari su un'eruzione dell'Etna avvenuta nel 2001. Il prototipo è stato concepito secondo le indicazioni funzionali alla gestione del rischio vulcanico ed ha permesso alla Protezione Civile di poter utilizzare i prodotti satellitari secondo i loro standard; un test pre-operativo è stato effettuato nel 2006 durante l'eruzione dell'Etna. In figura 8 è illustrato uno snapshot di un prodotto estratto dal webGIS.

Oltre alla vulcanologia, i dati telerilevati acquisiti in tempo reale dal sistema MEOS hanno molteplici applicazioni come ad esempio in meteorologia ed in ambito ambientale. In particolare, i dati MODIS si prevede che verranno utilizzati per lo studio delle zone costiere e per l'oceanografia operativa attività che vengono svolte dall'INGV.

**Conclusioni**

Il nuovo sistema di ricezione dati satellitare multimissione MEOS consente dunque di osservare fenomeni naturali nell'area del bacino del Mediterraneo e dell'Europa Centrale. La sorveglianza è quindi possibile con un incremento sia in termini di frequenza temporale ogni (15 minuti), che di risoluzione spaziale (fino a 250m), migliorando quindi la de-

finizione dello stato di attività dei vulcani monitorati e contribuendo alla definizione degli scenari di rischio. Oltre al monitoraggio dei vulcani attivi, il sistema è adatto a fornire dati per lo studio di fenomeni ambientali che riguardano l'oceanografia e la meteorologia.

**Ringraziamenti**

Il progetto è stato sviluppato nell'ambito della Convezione tra il Dipartimento di Protezione Civile e l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (2007-2009). Si ringraziano per la collaborazione la dott.ssa L. Colini e il Dott. S. Vinci. **G**

**Abstract**

**From space to land: a real time Earth Observation system from INGV**

Since many years INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) in collaboration with several national and international research institutes, contributes to develop new spatial technologies dedicated to volcano, earthquake and environmental monitoring according to GMES (Global Monitoring for Environment and Security) guide lines in a national and European context. In order to maintain and increase such volcano survey, already operative since several years, a technological investment has been allocated in the context of the convention with the Italian Civil Protection (2007-2009). The new system allows to improve the real time acquisition of remote sensing data for different geophysical applications in the Mediterranean basin and in Central Europe.

**Autori**

- CLAUDIA SPINETTI  
CLAUDIA.SPINETTI@INGV.IT
- FAWZI DOUMAZ  
DOUMAZ@INGV.IT
- FABRIZIA BUONGIORNO  
FABRIZIA.BUONGIORNO@INGV.IT
- ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA  
VIA DI VIGNA MURATA 605, ROMA

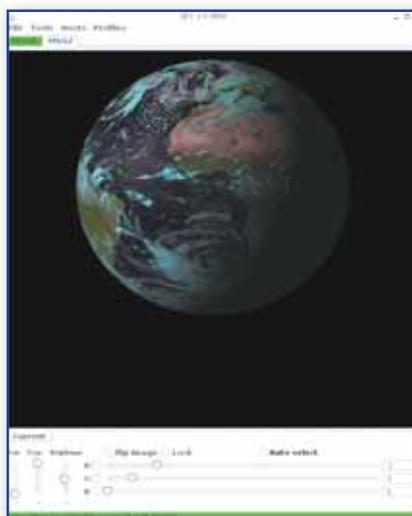


Figura 7 - Immagine SEVIRI della Terra acquisita dal sistema MEOS ogni 15 minuti (composizione di 3 bande spettrali nel Visibile). Si nota la zona in ombra verso Est e la zona illuminata dal sole verso Ovest.

## Le nostre soluzioni di Location Intelligence per diventare ancora più competitivi sul mercato

### Un'unica tecnologia per :

- Analisi andamento del mercato
- Segmentazione clienti
- Site Location
- Interoperabilità
- Data Quality
- Individuazione nuove aree di mercato

### Alcuni nostri prodotti :

- MapInfo Professional®
- Spectrum®
- MapInfo Geomarketing Report®
- StreetPro®

