

MORFEO: un sistema prototipale a supporto della decisione di protezione civile sul rischio frane

Laura Candela (*), Fausto Guzzetti(**), G. Ober(***)

(*)Agenzia Spaziale Italiana, Centro di Geodesia Spaziale 'Giuseppe Colombo', Località Terlecchia,
75100 Matera (MT), Italy

(**)CNR IRPI Via Madonna Alta 126 06128 Perugia (Italy)

(***)Gavazzi Space SpA, Via Gallarate, 150 20151 Milano, Italy tel. +39 02 380481, e-mail gober@cgspace.it

Riassunto

MORFEO è un progetto pilota finanziato dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) con lo scopo di promuovere la ricerca e lo sviluppo di tecnologie finalizzate all'utilizzo di dati EO nel Sistema Nazionale di Protezione Civile. Lo scopo principale del progetto è integrare nelle metodologie tradizionali di monitoraggio del rischio da frana, l'utilizzo di tecnologie e dati di Osservazione della Terra, per la generazione di prodotti che supportino la Protezione Civile nelle decisioni relative al rischio da frana.

Il progetto prevede la realizzazione di un sistema prototipale a supporto della decisione di protezione civile sul rischio frane e la sua dimostrazione. Visto il forte aspetto innovativo del progetto è presente un alto contenuto di ricerca e di sperimentazione, che ha come finalità l'integrazione a breve termine delle tecniche consolidate e l'investigazione le potenzialità d'uso del dato EO in nuove metodologie applicative, che verranno valutate nell'ambito delle attività di ricerca del progetto per poi essere trasferite al sistema laddove dimostrino una potenzialità operativa.

Abstract

MORFEO is a 3-year pilot research and development project of the Italian Space Agency (ASI), in the framework of the national Earth Observation (EO) Programme.

MORFEO aims at the development and demonstration of a set of tools that exploit and integrate EO data and technology potentially useful to support civil protection activities at multiple geographical scales. During the project, advantages and drawbacks of the exploitation and integration of EO data and technologies for landslide investigations and monitoring will be evaluated.

The primary goal of the scientific activities of the MORFEO Project consists in testing, evaluating and improving EO technologies for landslide identification and mapping, for landslide monitoring, and for landslide forecasting, with emphasis on the developments of tools potentially useful for civil defense authorities at multiple geographical scales.

Gli obiettivi del progetto MORFEO

MORFEO realizza e dimostra un sistema prototipale per l'integrazione di informazioni, dati e tecnologie EO e non-EO a supporto delle decisioni di protezione civile dalle frane. L'obiettivo di MORFEO è quello di generare e distribuire informazioni utili per la gestione dell'emergenza nelle fasi pre-evento, di risposta all'allertamento, e post-evento da parte del Sistema Nazionale di Protezione Civile. Tale obiettivo è conseguito utilizzando tecniche consolidate, e definendo nuove metodologie basate sull'utilizzo di dati e tecnologie EO.

Il sistema è organizzato attorno a cinque funzionalità :

1. individuazione e mappatura delle frane;
2. monitoraggio delle frane;

3. valutazione della suscettibilità, della pericolosità e del rischio da frana;
4. previsione e preannuncio attraverso l'utilizzo di modelli;
5. valutazione del danno.

La funzionalità individuazione e mappatura delle frane applica dati e tecnologie EO e non-EO per l'individuazione delle frane e per la loro mappatura.

La funzionalità monitoraggio delle frane utilizza tecnologie e dati EO e non-EO per il monitoraggio e la sorveglianza di frane esistenti e per l'individuazione di frane incipienti o di neo-formazione.

La funzionalità valutazione della suscettibilità, della pericolosità e del rischio da frana utilizza tecnologie e dati EO e non-EO per la valutazione della suscettibilità, della pericolosità e del rischio da frana.

La funzionalità previsione e preannuncio attraverso l'utilizzo di modelli si basa sull'applicazione di dati e tecniche EO e non-EO e di modelli pre-operativi per la previsione od il preannuncio delle frane.

La funzionalità valutazione del danno consiste nell'applicazione di tecniche EO e non-EO per la stima del danno atteso come conseguenza di un singolo evento franoso o di più eventi franosi in un territorio.

Il progetto è in corso e si prevede terminerà alla fine del 2010.

Le frane

La frana è un movimento di una massa di roccia, detrito o terra lungo un versante. Le frane possono essere innescate da numerose cause, sia naturali che antropiche. Fra le cause naturali vi sono le piogge intense e prolungate, il rapido scioglimento della neve, i terremoti e le eruzioni vulcaniche. Fra le azioni antropiche che possono generare frane vi sono scavi o riporti, cambiamenti nell'uso del suolo, deforestazione, aratura ed irrigazione. Sulla Terra l'estensione dei singoli movimenti franosi varia per oltre 8 ordini di grandezza, da pochi metri quadri ad alcune migliaia di chilometri quadrati nel caso di frane sottomarine. Il volume delle frane è di difficile misurazione ma varia per almeno 15 ordini di grandezza, da pochi decimetri cubi ad alcuni chilometri cubi. La velocità del movimento varia da pochi millimetri all'anno ad oltre 100 chilometri all'ora (14 ordini di grandezza). I movimenti franosi possono avvenire singolarmente od in gruppi anche di diverse migliaia di dissesti. Durante un singolo evento meteorologico o sismico il totale dell'area coinvolta dai dissesti può superare i 100 chilometri quadrati. Gruppi di frane possono essere innescate quasi simultaneamente in aree vaste migliaia di chilometri quadrati durante un terremoto, od in un periodo variabile da poche ore a qualche giorno se innescati da eventi meteorologici intensi o prolungati. Nel caso di frane innescate dallo scioglimento della neve, i dissesti si possono verificare anche diversi giorni dopo l'inizio dell'evento. Uno stesso evento può innescare frane di tipologia ed estensione molto diverse, in funzione dell'assetto geomorfologico e litologico locale, delle condizioni antecedenti e dell'intensità dell'evento. I dissesti possono assumere varie forme e tipologie di movimento, fra cui crolli, scivolamenti, colate e tutte le loro possibili combinazioni. Le colate di detrito (debris flows) sono un fenomeno intermedio fra i movimenti franosi e le piene, mentre le deformazioni gravitative profonde di versante (DGPV) sono una forma intermedia fra i movimenti franosi ed i fenomeni di tettonica gravitativa.

Le frane si collocano in un contesto geologico-geomorfologico-idrologico di straordinaria ampiezza. La grande diversità e variabilità delle frane rende difficile definire un unico quadro di riferimento per l'identificazione, la mappatura ed il monitoraggio delle frane, per la definizione della pericolosità ad esse connessa, e per l'identificazione di strategie per la mitigazione del rischio. MORFEO tratta in particolare: (i) frane di tipo scorrimento-colata, sia superficiali che profonde e generalmente da lente a molto lente, (ii) frane di crollo, da veloci a molto veloci, e (iii) frane superficiali, generalmente veloci, indotte da piogge intense o prolungate.

Il contesto operativo

Il sistema prototipale MORFEO si interfaccia con la struttura funzionale ed operativa del sistema nazionale di protezione civile e si innesta nella rete dei Centri di Competenza. Il sistema prototipale MORFEO si interfaccia con il sistema nazionale fornendo prodotti sia EO che utente e ricevendo dati e prodotti EO generati in altri ambiti contrattuali ASI. Tra questi il sistema prototipale PROSA ed OPERA rivestono un importante ruolo.

Il diagramma seguente illustra la contestualizzazione del progetto MORFEO, mostrandone le maggiori costituenti, le interconnessioni e le interfacce esterne (Figura 1).

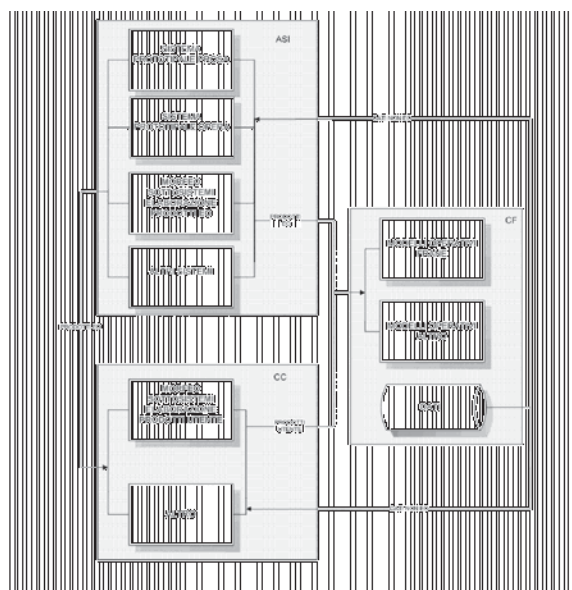


Figura 1 – Contesto operativo

Gli attori

Il team MORFEO è composto da differenti realtà industriali e scientifiche, riportate nella seguente figura.

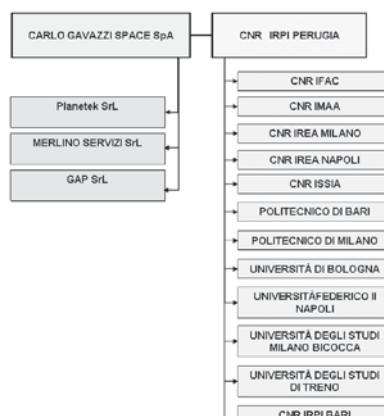


Figura 2 – Team di MORFEO

Il modello logico del sistema

Il modello logico del sistema mostra la decomposizione del sistema in sottosistemi. I sottosistemi individuati sono parti di sistema che implementano le sue funzionalità, attraverso la generazione di prodotti utente, prodotti EO o la realizzazione dell'infrastruttura. I sottosistemi si suddividono in tre gruppi dedicati: alla generazione dei prodotti utente, alla generazione dei prodotti EO ed alla realizzazione dell'infrastruttura di interscambio dati.

I sottosistemi dedicati alla generazione dei prodotti utente sono:

-S/S Elaborazione prodotti utente irpi: implementerà le funzionalità Individuazione e mappatura delle frane, Monitoraggio delle frane, Valutazione della suscettibilità, pericolosità e rischio da frana, Valutazione del danno;

-S/S Elaborazione prodotti utente unimib: implementerà le funzionalità Valutazione della suscettibilità, pericolosità e rischio da frana, Previsione e preannuncio di frane attraverso l'utilizzo di modelli;

-S/S Elaborazione prodotti utente geotop-eo: implementerà la funzionalità Previsione e preannuncio di frane attraverso l'utilizzo di modelli;

I sottosistemi dedicati alla generazione dei prodotti EO sono:

-S/S Elaborazione prodotti eo sar poliba: dedicato alla generazione dei prodotti EO utilizzati per l'implementazione delle funzionalità Previsione e preannuncio di frane attraverso l'utilizzo di modelli, Monitoraggio delle frane;

-S/S Elaborazione prodotti eo sar irea: dedicato alla generazione dei prodotti EO utilizzati per l'implementazione delle funzionalità Individuazione e mappatura delle frane, Monitoraggio delle frane, Valutazione della suscettibilità, pericolosità e rischio da frana.

-S/S Elaborazione prodotti eo ottici: dedicato alla generazione dei prodotti EO utilizzati per l'implementazione delle funzionalità Individuazione e mappatura delle frane, Monitoraggio delle frane

Il sottosistema dedicato alla realizzazione dell'infrastruttura è:

-S/S Infrastruttura: garantisce la fruizione delle funzionalità da parte degli utenti DPC e permette ad ASI di connettersi ed accedere ai prodotti generati. Permette inoltre l'interscambio dei dati/prodotti tra i sottosistemi.

Integrazione dei prodotti EO

I prodotti generati nell'ambito del progetto MORFEO sono suddivisi in: (a) prodotti utente e (b) prodotti EO (di Earth Observation), ed in (c) prodotti di sistema e (d) prodotti di ricerca. I prodotti utente sono prodotti destinati all'uso diretto da parte del decisore di protezione civile e sono:

1. Carta inventario delle frane d'evento
2. Carta di suscettibilità da frana (per frane di tipo scorrimento-colata)
3. Carta di suscettibilità da crollo
4. Carta di pericolosità da frana (per frane di tipo scorrimento-colata)
5. Carta di pericolosità da crollo
6. Carta di vulnerabilità da crollo
7. Carta di rischio da frana (per frane di tipo scorrimento-colata)
8. Carta di stima del danno atteso
9. Carta di attività delle frane (per frane di tipo scorrimento-colata)
10. Soglie idro-meteorologiche per l'innescio di frane superficiali - output di modelli fisicamente basati
11. Soglie idro-meteorologiche per l'innescio di frane superficiali - output di modelli statistici
12. Mappe delle deformazioni di grandi frane
13. Output dei modelli per la previsione e il preannuncio da frana GEOtop-EO
14. Carta di suscettibilità relativa per frana superficiale

Lo scopo di questo progetto è di integrare le tecnologie EO nelle metodologie tradizionali per lo studio delle frane, fornendo prodotti utente che utilizzino dati EO per la loro realizzazione. Nel contesto del progetto sono state svolte attività di ricerca finalizzate alla sperimentazione ed alla verifica della possibile integrazione di tecnologie e dati EO a supporto della protezione civile dalle frane. Inoltre parte delle attività di ricerca in corso vede la sperimentazione dell'utilizzo di dati di COSMO-SkyMed in questo contesto applicativo. I risultati ottenuti vengono integrati nel sistema.

Allo stato attuale il sistema prevede la realizzazione dei seguenti prodotti EO al fine di essere integrati nei prodotti utente, disponibili alla Protezione Civile, in base a quanto riportato in tabella 1:

1. Carta di uso del suolo.
2. Carta dei cambiamenti di uso del suolo.
3. Carta aree rocciose.
4. Carta aree urbane
5. Carta delle aree monitorabili a bassa risoluzione
6. Mappa di deformazione DInSAR-SBAS a bassa risoluzione.
7. Carta delle aree monitorabili con tecniche DInSAR-SPINUA
8. Mappa di deformazione con tecniche DInSAR-SPINUA.
9. Mappa di copertura PS
10. Mappa GIS PS integrati a dati ottici
11. Osservazione - prodotto standard (riporta dati derivati dalle osservazioni PS e dagli strumenti di misura a terra, con il valore aggiunto dell'analisi statistica standard)
12. Prodotto di correlazione (riporta dati derivati dalle osservazioni PS e dagli strumenti di misura a terra con il valore aggiunto dell'analisi statistica dei prodotti standard e della correlazione tra le osservazioni attraverso PS e le osservazioni attraverso strumenti di misura a terra).

Prodotti Utente	Prodotti EO
Carta inventario delle frane d'evento	Carta delle aree monitorabili a bassa risoluzione Mappa di deformazione DInSAR-SBAS a bassa risoluzione Carta di uso del suolo
Carta di attività delle frane	Carta delle aree monitorabili a bassa risoluzione Mappa di deformazione DInSAR-SBAS a bassa risoluzione
Carta di suscettibilità da frana	Carta delle aree monitorabili a bassa risoluzione Mappa di deformazione DInSAR-SBAS a bassa risoluzione Carta di uso del suolo Carta dei cambiamenti di uso del suolo Carta delle aree urbane Carta delle aree rocciose
Carta di suscettibilità da crollo	Carta di uso del suolo
Carta di pericolosità da frana	Carta delle aree monitorabili a bassa risoluzione Mappa di deformazione DInSAR-SBAS a bassa risoluzione Carta di uso del suolo Carta dei cambiamenti di uso del suolo Carta delle aree urbane
Carta di pericolosità da crollo	Carta di uso del suolo Carta delle aree urbane Carta delle aree rocciose

Prodotti Utente	Prodotti EO
Carta di rischio da frana	Carta di uso del suolo Carta dei cambiamenti di uso del suolo Carta delle aree urbane
Carta di stima del danno atteso	Carta di uso del suolo Carta dei cambiamenti di uso del suolo Carta delle aree urbane
Carta di vulnerabilità da crollo	Carta di uso del suolo Carta dei cambiamenti di uso del suolo Carta delle aree urbane
Soglie idro-meteo per l'innescio di frane superficiali da modelli fisicamente basati	Carta di uso del suolo
Mappe delle deformazioni di grandi frane da modelli sforzi-deformazioni	Carta delle aree monitorabili con tecniche DInSAR SPINUA Mappa di deformazione con tecniche DInSAR SPINUA Mappa di copertura PS Mappa GIS PS integrati a dati ottici Osservazione - Prodotto Standard Prodotto di Correlazione
Suscettibilità relativa per frana superficiale	Carta di uso del suolo
Output dei modelli per la previsione e il preannuncio di frana GEOTop-EO	Carta di uso del suolo Carta dei cambiamenti di uso del suolo Carta delle aree urbane Carta delle aree rocciose

Tabella 1– Integrazione prodotti EO nei prodotti utente

La dimostrazione

Il sistema attualmente è in corso di dimostrazione pre-operativa. Questa fase verte sulla valutazione della capacità del sistema di generare prodotti utente, integrati con dati/prodotti EO, efficaci nel contesto operativo del DPC (Dipartimento di Protezione Civile). Le aree di dimostrazione sono state individuate all'interno delle seguenti zone:

1. Regione Umbria - Umbria centro meridionale ed area di Collazzone
2. Regione Lombardia - Alto Lario Occidentale
3. Regione Trentino Alto Adige - bacino Avisio (Val di Fassa)
4. Regione Basilicata – Basilicata occidentale località Tito Scalo – Monte Li Foj

Conclusioni

Al termine dei primi due anni di progetto è stata sviluppata la prima release del sistema prototipale MORFEO ed è in corso la fase di dimostrazione. I prodotti vengono generati per le quattro aree di test: Trentino, Lombardia, Basilicata ed Umbria. Sono ancora in corso le attività di ricerca e di sperimentazione per l'integrazione dei prodotti EO, i cui risultati verranno portati a sistema in seconda e terza release.