



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DST

DIPARTIMENTO DI
SCIENZE DELLA TERRA
CENTRO DI COMPETENZA DEL
SERVIZIO NAZIONALE DELLA
PROTEZIONE CIVILE



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

Studio della frana di Montaguto (AV) con tecniche di monitoraggio radar con sensori a terra

Responsabile: Prof. Nicola CASAGLI

Finanziatore: Regione Campania
Proposta revisionata il: 24 settembre 2013

Gruppo proponente

- Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze della Terra (UNIFI-DST), Centro di Competenza del DPC
- Ellegi srl - LiSALab, Milano

Studio della frana di Montaguto (AV) con tecniche di monitoraggio radar con sensori a terra

Premesse

Il presente documento fa riferimento al prosieguo (ex OPCM n. 3868/2010 s.m.i. – Adempimenti OCDPC N.73/2013) delle attività di monitoraggio continuo e permanente (*permanent monitoring*) della frana di Montaguto (AV) mediante un sistema radar basato a terra con relativa analisi ed interpretazione dei dati, nonché l'attività di studio per l'interpretazione del quadro deformativo della frana di Montaguto (AV) nell'ambito del rapporto in essere ed agli stessi patti e condizioni delle Convenzioni rep. n. 1000 del 2 agosto 2010 e rep.1182 del 21 dicembre 2012 stipulate fra il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze e la Presidenza del Consiglio dei Ministri – Commissario delegato ex OPCM n. 3868/2010.

Tecnologia di monitoraggio impiegata

Il radar è un sensore attivo che invia impulsi a microonde verso la scena osservata, registra coerentemente il segnale retrodiffuso e deriva l'informazione sulla distanza dei diversi retrodiffusori nella scena dal calcolo del ritardo temporale tra segnale inviato ed eco ricevute.

Il sensore può essere utilizzato con tecniche ad apertura sintetica (SAR) al fine di ottenere immagini a microonde ad elevata risoluzione spaziale.

Nella presente applicazione la tecnica SAR viene implementata con sensori montati su una piattaforma basata a terra. Il trattamento dei dati viene effettuato in modo tale da ottenere come risultato un'immagine complessa. Ogni pixel dell'immagine sarà pertanto caratterizzato non solo da un'ampiezza radiometrica, che esprime la riflessività dell'oggetto alla frequenza di osservazione, ma anche da una fase che dipende dalla distanza sensore-oggetto e dalle caratteristiche dielettriche di quest'ultimo.

Basandosi sul confronto quantitativo tra due immagini SAR della stessa scena, ottenute con identici parametri di misura, è possibile misurare con un'elevata accuratezza lo spostamento del terreno nell'intervallo di tempo intercorso fra le due acquisizioni (interferometria SAR).

A differenza dell'interferometria SAR satellitare, l'implementazione della tecnica con sensori a terra permette il controllo di movimenti ad evoluzione rapida anche su aree particolarmente acclivi e ad evoluzione rapida. Infatti i parametri operativi di ripresa, quali l'angolo di incidenza, la lunghezza d'onda della radiazione, l'intervallo di tempo tra acquisizioni successive, etc. possono essere adattati alle specifiche condizioni del sito in esame.

La frequenza con cui è possibile effettuare le misure può giungere fino a oltre 300 osservazioni giornaliere, accoppiata all'alta risoluzione delle immagini ottenute, rende il sistema notevolmente potente anche per il monitoraggio di processi geologici a cinematica rapida, grazie anche all'elaborazione immediata dei dati e dunque alla loro lettura e interpretazione in tempo quasi-reale.

Nell'ambito del presente accordo si prevede la continuazione delle attività di monitoraggio del dispositivo radar a terra già installato presso Montaguto, nell'ambito delle convenzioni sopra citate.

Tale dispositivo è un interferometro radar da terra (GBInSAR: *Ground-based Interferometric Synthetic aperture radar*) basato su tecnologia LiSA sviluppata presso i laboratori del Joint Research Centre della Commissione Europea.

Al fine di garantire l'efficienza della trasmissione delle informazioni di interesse in tempo quasi-reale si prevede di elaborare i dati del monitoraggio direttamente in situ, e di inviare le informazioni di sintesi, utili alle procedure di allertamento, tramite router HSDPA.

Saranno inoltre estratte le informazioni di dettaglio di alcuni punti sull'area in frana sui quali verrà condotta l'analisi dettagliata delle serie temporali di deformazione.

Una volta alla settimana è prevista la redazione di un bollettino sintetico, riportante la sintesi delle osservazioni effettuate nella settimana precedente.

Qualora vengano ravvisate importanti anomalie nel campo deformativo del fenomeno investigato la frequenza di emissione dei bollettini diverrà giornaliera, fino al termine del periodo anomalo.

Specifiche tecniche del programma di attività

Nel periodo concordato delle attività di monitoraggio permanente (*Permanent Monitoring*) si provvederà alla gestione operativa, alla produzione, restituzione ed interpretazione dei risultati e dei dati acquisiti dal sistema GB-InSAR.

Al termine periodo concordato il sistema GB-InSAR verrà disinstallato dal sito a mero di diversa comunicazione da parte della Regione Campania.

Nell'ambito della nota prot. n. 1849/SP del 06/09/2013, si richiedono le specifiche tecniche ed economiche delle seguenti attività:

- a) Operazioni iniziali di verifica delle condizioni di esercizio ed eventuale normalizzazione degli apparati e/o sistemi costitutivi;
- b) Operazioni di manutenzione ordinaria (programmata) e straordinaria;
- c) Acquisizione e analisi delle immagini radar;
- d) Riproduzione delle serie temporali di deformazione con riferimento ad alcuni punti significativi dell'area in frana;
- e) Redazione di un bollettino settimanale dei dati di deformazione rilevati, con eventuale possibilità di un bollettino giornaliero in caso di riattivazione.

Specifiche tecniche in adempimento del punto a):

- Riconfigurazione hardware e software del sistema GB-InSAR per l'adattamento alla trasmissione e alla elaborazione dei dati ed alla connettività internet attraverso connettività UMTS.

Specifiche tecniche in adempimento del punto b):

- manutenzione programmata con interventi di manutenzione preventiva di tutte le componenti meccaniche ed elettroniche del sistema GB-InSAR installato per le esigenze della fase emergenziale e fino al termine concordato, realizzata per mezzo di visite periodiche eseguite da personale specializzato in sito;
- interventi di manutenzione correttiva entro 5 giorni lavorativi in caso di interruzione o malfunzionamento;
- interventi di manutenzione straordinaria urgente (durante le fasi di emergenza, ovvero in periodi che con la Regione Campania sono stati definiti di emergenza in quanto le condizioni di stabilità sono particolarmente critiche o sono state superate delle soglie di allerta) da avviarsi entro 48 ore dalla ricezione di richiesta di intervento da parte della Regione;

- qualora durante l'esecuzione delle attività si rendano disponibili miglioramenti e/o evoluzioni del sistema GB-InSAR e dei software che ne regolano le funzionalità, tali miglioramenti e/o evoluzioni verranno impiegati e/o incorporati nella strumentazione in loco, senza oneri aggiuntivi;
- disponibilità dei tecnici specializzati per la discussione dei risultati per mezzo di conference call o incontri in situ.

Specifiche tecniche in adempimento dei punti c) e d):

- gestione e controllo del corretto funzionamento del sistema GB-InSAR, ad opera dei tecnici specializzati per tutta la durata delle attività di monitoraggio;
- elaborazione e controllo in post-processing dei dati acquisiti con segnalazione dei dati non coerenti o non affidabili;
- visualizzazione delle mappe di deformazione generate dal sistema GB-InSAR tramite sito web appositamente dedicato;
- elaborazione delle immagini acquisite dal sistema GB-InSAR nell'esecuzione delle attività di monitoraggio in tre dimensioni e georeferenziazione delle stesse;
- visualizzazione in tempo quasi reale delle mappe di deformazione in tre dimensioni generate dal sistema GB-InSAR via web tramite sito internet con accesso ristretto tramite password;
- aggiornamento dell'attuale sito web secondo le esigenze della Regione Campania.

Specifiche tecniche in adempimento del punto e):

- analisi ed interpretazione quotidiana degli interferogrammi, ovvero delle mappe di deformazione a medio periodo fornite dal sistema radar. I dati così analizzati forniranno indicazioni utili sul quadro deformativo del fenomeno in oggetto e potranno essere integrati in un sistema di sorveglianza dell'evoluzione del fenomeno durante la fase di monitoraggio;
- redazione di un bollettino settimanale contenente la sintesi delle deformazioni osservate;
- redazione dei bollettini giornalieri nel caso in cui un incremento delle velocità di spostamento comporti la variazione del livello di criticità (da basso a medio e/o alto).

Attività accessorie e opzionali

Tutte le attività di monitoraggio realizzate con il GB-InSAR saranno condotte in costante sinergia con quelle svolte per il controllo topografico della frana, secondo le modalità di condivisione dei dati, di comunicazione e interpretazione congiunta, già definite e collaudate nell'ambito delle precedenti convenzioni citate in premessa. La sinergia e il confronto fra monitoraggio topografico e quello GB-InSAR permettono di assicurare un completo controllo sull'evoluzione della frana e di ottenere i dati necessari per un'efficace interpretazione dello stato di attività e di evoluzione. Il radar fornisce infatti mappe multi-temporali della velocità di spostamento misurata

lungo la linea di vista del sistema (ovvero una sola componente del vettore spostamento); la rete topografica fornisce informazioni puntuali, sui capisaldi di controllo, sul vettore di spostamento completo (tre componenti). L'uso combinato delle due tecniche e l'interpretazione congiunta dei dati permettono quindi di ottenere un quadro completo degli spostamenti su area vasta, con indicazioni precise anche sul verso e la direzione dei movimenti.

Nell'ambito del presente accordo, tutti i dati acquisiti con le diverse tecnologie, unitamente ai dati delle indagini già svolte, verranno congiuntamente utilizzati per lo sviluppo di un modello interpretativo del fenomeno franoso, anche alla luce della lunga serie storica di dati acquisiti, ai fini dell'adozione da parte dei soggetti competenti di un sistema di allerta basato su un'eventuale correlazione fra osservazioni pluviometriche e mobilitazioni del terreno e su procedure prestabilite, da adottare al superamento di valori soglia precursori (pluviometrici, piezometrici, etc.).

Durata delle attività di ricerca

Le attività di ricerca previste dal presente accordo avranno una durata fino al **31 dicembre 2014** e potranno essere prorogate per un ulteriore triennio con le modalità descritte nella presente proposta tecnica.

Gruppo proponente

Le Unità Operative (U.O.) partecipanti al progetto ed i rispettivi ruoli sono le seguenti:

DST-UNIFI – Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Firenze con i seguenti compiti e funzioni:

- coordinamento del progetto;
- gestione operativa del sistema di monitoraggio;
- analisi dei dati di monitoraggio e integrazione con i dati geologici;
- ricostruzione degli eventi di instabilità in termini di estensione areale del fenomeno, ricorrenza temporale ed aree coinvolte;
- elaborazione di procedure rapide di valutazione del rischio;
- individuazione di scenari di rischio.

Società Ellegi srl LiSALab con i seguenti compiti e funzioni:

- assistenza e supporto tecnico;
- manutenzione ordinaria e straordinaria del dispositivo GB-InSAR.

Il partner di progetto Ellegi srl LiSALab è stato selezionato dal DST-UNIFI in base alle seguenti motivazioni:

- la Società Ellegi srl LiSALab è spin-off del Centro Comune di Ricerca (JRC) della Commissione Europea e, in virtù del contratto n°. 20771-2003-05-T3RR-BRU-IT esistente tra la LiSALab srl e il JRC, è licenziataria esclusiva per il territorio italiano dei brevetti e delle licenze per i servizi commerciali associati alla tecnologia GB-InSAR LiSA e, quindi, unico fornitore di tale tipologia di servizio;
- la Società Ellegi srl LiSALab ha sviluppato tecniche avanzate di monitoraggio con radar interferometrico con piattaforma posizionata a terra (GBInSAR) e brevettato la strumentazione LiSALab e la modalità operativa di utilizzo come di seguito:
 - brevetto italiano n. 0001392799 del 19 Aprile 2012 ("Metodo e sistema per il posizionamento in campo di strumentazione") Inventori: Leva, Rivolta;

- brevetto europeo n. 10 164 891.3 del 7 dicembre 2011("Synthetic-aperture radar system and operating method for monitoring ground and structure displacements suitable for emergency conditions") Inventori: Leva, Rivolta;
- brevetto americano n. US 2011/0298655 dell'8 dicembre 2011 ("Synthetic-aperture radar system and operating method for monitoring ground and structure displacements suitable for emergency conditions") Inventori: Leva, Rivolta;
- le attività di monitoraggio della frana di Montaguto richiedono dati e informazioni affidabili, robusti, acquisiti e trasmessi in tempo reale in qualsiasi condizione meteorologica e di visibilità, per cui il loro espletamento richiede strumentazione scientifica estremamente complessa e in continua evoluzione tecnologica; tali peculiarità richiedono competenze altamente qualificate tipiche proprio delle società di spin-off collegate a Centri di Ricerca di riconosciuta eccellenza ed affidabilità, anche internazionale;
- le procedure operative sopra definite, e già adottate nell'ambito dei precedenti contratti con il Commissario delegato ex OPCM n. 3868/2010, prevedono la valutazione continua dei dati di monitoraggio, anche in funzione dell'emissione di allarmi e allerta per la popolazione e richiedono pertanto strumenti, mezzi, dati e informazioni di sicura affidabilità e chiara interpretazione, garantite solo da un rapporto fiduciario e di condivisione scientifica e metodologica fra il Centro di Competenza UNIFI-DST e la società affidataria;
- nell'ambito delle precedenti convenzioni, il monitoraggio della frana di Montaguto è stato eseguito con la medesima tecnologia ed è quindi necessario assicurare la continuità del dato per una migliore e più efficace interpretazione;
- la strumentazione della Società Ellegi srl LiSALab si trova già installata in situ e pertanto il suo impiego per la prosecuzione delle attività di monitoraggio, risponde palesemente anche a criteri di economicità, efficienza, efficacia nonché di contenimento della spesa pubblica.

Rapporti tecnici

Prodotto	Tempi
Rapporto settimanale	Ogni settimana
Rapporto finale	Al termine del contratto

Costi previsti per la realizzazione delle attività di ricerca

Attività	Costo (€)
a) Operazioni iniziali di verifica delle condizioni di esercizio ed eventuale normalizzazione degli apparati e/o sistemi costitutivi;	3.000,00
b) Operazioni di manutenzione ordinaria (programmata) e straordinaria (su richiesta della Regione Campania)	8.000,00
c) Acquisizione e analisi delle immagini radar	25.000,00
d) Riproduzione delle serie temporali di deformazione con riferimento ad alcuni punti significativi dell'area in frana	7.000,00
e) Redazione di un bollettino settimanale dei dati di deformazione rilevati, con eventuale possibilità di un bollettino giornaliero in caso di riattivazione	37.000,00
Totale (fuori campo applicazione IVA)	80.000,00

Costi annuali previsti per i tre anni successivi alla presente proposta tecnica per attività di ricerca

Attività	Costo (€)
a) Gestione e manutenzione triennale del sistema	25.000,00
b) Analisi ed interpretazione dei dati derivati dal monitoraggio radar da terra; trasmissione di un bollettino settimanale dei dati di deformazione rilevati, con eventuale possibilità di un bollettino giornaliero in caso di riattivazione; modello interpretativo della frana, correlazione con dati pluviometrici e piezometrici, individuazione delle soglie, sviluppo di un sistema di allertamento con procedure prestabilite da adottare al superamento dei valori di soglia concordati,	35.000,00
Totale (fuori campo applicazione IVA) per anno	60.000,00