

TITOLO

"MORFEO - MonitORaggio Frane per la gestione del rischio"

Soggetti Attuatori

- IVM srl, titolare di un brevetto italiano "Sistema e procedimento per il monitoraggio di aree a rischio franoso" att. n. 0001393752 del 08/05/2012, riguardante un sistema di monitoraggio di instabilità meteo indotte tramite misure inclinometriche di superficie con una rete wireless di sensori accelerometrici triassiali a tecnologia MEMS (Micro-Electro-Mechanical System).
- TABIT srl, società che nell'ambito del progetto di ricerca PON01_01268, denominato "Digital Pattern", ha partecipato allo sviluppo del prototipo dimostrativo di un sistema di simulazione realizzato sulla base di un'architettura software three-tier,
- Consorzio TRE (Università degli studi di Napoli "Federico II")

Le attività del progetto sono finalizzate all'ingegnerizzazione e all'industrializzazione di un sistema di monitoraggio realizzato per il controllo di coltri superficiali in pendio suscettibili di generare frane meteoindotte. L'unità di base è costituita da un sistema di misura di due grandezze fisiche precorritrici dell'innesco. Tale sistema, già sviluppato e funzionante allo stadio prototipale, deriva da attività R&S di modifica di un sistema di misura inclinometrico, precedentemente sviluppato, brevettato (brevetto italiano "sistema e procedimento per il monitoraggio di aree a rischio franoso" att. N. 0001393752 del 08/05/2012) e testato in sito dalla società IVM. Il sistema di misura inclinometrica posto in corrispondenza dell'estremità superiore di un'asta, infissa parzialmente nel terreno, attraverso un sensore accelerometrico MEMS (Micro-Electro-Mechanical System) acquisisce i gradienti di spostamento che si sviluppano parallelamente al pendio. Una rete wireless di unità inclinometriche (Wireless Sensor Network, WSN) installate lungo un pendio forma ponti di trasmissione in grado di trasmettere a valle l'informazione, con costi e consumi molto limitati. L'osservazione dei caratteri cinematici di una coltre consente l'implementazione di sistemi di allarme lungo vie di comunicazione, pre-allertando rispetto alla possibilità che masse di terreno distaccatesi da pendii posti a monte della via a seguito di fenomeni d'instabilità abbiano ostruito l'infrastruttura, generando rischi da impatto per i mezzi in transito. Poiché in alcune formazioni le fasi che precedono la rottura del pendio sono caratterizzate da spostamenti apprezzabili, l'applicazione potrebbe in linea di principio estendersi alla previsione dell'istante d'innesco, con l'obiettivo di ridurre, in modo parziale causa il limitato tempo di preavviso, l'esposizione di persone e/o beni. La previsione dell'istante d'innesco con un anticipo sufficiente a garantire l'eliminazione completa del fattore espositivo richiede che nella coltre siano caratterizzate le evoluzioni del regime idraulico. La depressione della fase liquida presente nel terreno, detta suzione, rappresenta infatti una fonte di resistenza "apparente" nel terreno, quasi sempre essenziale affinché sia garantita la stabilità. La riduzione di suzione indotta dai processi di imbibizione meteoindotti causa tanto i già menzionati cinematismi che precedono la rottura quanto la rottura stessa: il monitoraggio di tale variabile, opportunamente interpretato, dovrebbe dunque consentire la previsione dell'istante d'innesco con un anticipo di diverse ore, assolutamente indispensabili affinché si possa diffondere l'allarme ed evacuare le aree a rischio.

Il prototipo disponibile è frutto di una collaborazione di ricerca tra la società IVM e l'Università di Napoli Federico II, stimolata dalle attività connesse allo svolgimento di un dottorato in azienda. Il prototipo è stato ottenuto integrando il sistema di misura inclinometrica con un sistema per la misura della suzione del terreno. L'implementazione di una rete di monitoraggio che consegna due variabili rappresentative delle condizioni di stabilità, resa robusta dall'assenza di cavi e dall'autonomia energetica, contiene tutti i presupposti affinché il sistema di early warning su di essa basato risulti efficace ed affidabile, notevolmente più avanzato sotto il profilo concettuale e tecnologico rispetto a quelli attualmente implementati. Parallelamente all'attività d'ingegnerizzazione e industrializzazione del prototipo saranno svolte attività di ricerca di supporto all'interpretazione dei dati sperimentali. Allo scopo, un numero limitato di strumenti verrà testato attraverso un modello fisico di pendio, realizzato ad hoc per simulare frane meteoindotte.

La società Tabit s.r.l. nell'ambito del progetto di ricerca Digital Pattern ha acquisito un know-how in materia di progettazione di sistemi rivolti ad ambiti industriali, ha contribuito ad identificare le

problematiche tipiche nell'ambito della progettazione di sistemi software ove è richiesto un elevato grado di affidabilità e sicurezza. Le tematiche affrontate, inerenti lo sviluppo di un prodotto basato sull'utilizzo dei Digital Pattern, risultano ampiamente applicabili ad un sistema software per il monitoraggio delle frane.

Il sistema prototipale di ricerca oggetto di un processo di ingegnerizzazione e di prima industrializzazione è una rete wireless di unità di misura tensio-inclinometriche, in cui un sensore inclinometrico fornisce una misura degli spostamenti superficiali e un sensore di pressione su tubo tensiometrico una misura del contenuto di umidità nel terreno. In termini funzionali, la rete si presenta come un sistema di early warning rispondendo all'esigenza di caratterizzare lo stato di instabilità meteoindotte nell'ottica di fornire informazioni utili a individuare sia condizioni di frana in atto, a mezzo della misura inclinometrica di superficie, sia condizioni, relative al contenuto di acqua nel terreno, che precorrono l'instaurarsi di movimenti franosi. La determinazione delle condizioni di criticità può avvenire a mezzo di un laboratorio mobile che, equipaggiato con un sistema inclino tensiometrico infisso in un terreno con caratteristiche analoghe a quelle del sito di interesse, riproduce con quasi-continuità una vasta gamma di condizioni strutturali (inclinazioni) e ambientali (contenuto di umidità nel terreno) consentendo di individuare i punti di warning. L'utente finale, cui un software di elaborazione ed interpretazione dei dati misurati dalla rete fornisce un quadro informativo di semplice lettura delle condizioni del rilievo, è un ente preposto alla sicurezza che vede nel sistema proposto un efficace strumento di supporto alla gestione del rischio.

Il sistema, in quanto WSN, è caratterizzato dalla combinazione di prestazioni funzionali rispondenti alle più avanzate esigenze di monitoraggio che consentono di superare i tradizionali limiti applicativi del monitoraggio strumentale ai rilievi franosi, legati al ricorso al cablaggio delle unità di misura per la trasmissione dati e la comunicazione finalizzata alla gestione degli stessi, come pure per l'alimentazione, con conseguenti notevoli difficoltà di installazione e di gestione della manutenzione nelle impervie aree a rischio frane.

Inoltre, una rete wireless, dotata delle opportune proprietà di flessibilità e configurabilità anche da remoto, è un sistema sufficientemente "smart" da consentire di gestire implementazioni funzionali del sistema di monitoraggio adattabili alle condizioni più o meno pronunciate di instabilità del rilievo stesso. In termini concreti, ciò implica che se taluni parametri di acquisizione sono settati in condizioni di normalità dello stato del rilievo secondo una certa configurazione, questi possono essere modificati, in automatico e su comando, all'instaurarsi di condizioni di pericolosità. Il flusso di dati si conforma dunque alle condizioni del rilievo consentendo di conservare, se non di incrementare, il livello di informazioni utili derivanti dai dati stessi per preservare la sicurezza dell'infrastruttura esposta.

Attualmente, tuttavia, la singola unità di misura inclino-tensiometrica è un prototipo estremamente rudimentale dal punto di vista dell'accoppiamento meccanico tra la parte che esegue la misura inclinometrica e quella dedicata alla misura tensiometrica con conseguenti problemi di stabilità che rischiano di compromettere l'accuratezza della misura inclinometrica su tempi di attività del sistema medio-lunghi. Inoltre, la WSN, presentando unità di misura eterogenee (due sensori che misurano grandezze diverse), è poco matura dal punto di vista della gestione di più sensori con caratteristiche di modalità di acquisizione che possono essere differenti e variabili in funzione della condizione del rilievo. Su questi aspetti fondamentalmente saranno orientate le attività di RS volte all'ottimizzazione e all'ingegnerizzazione del sistema inclino-tensiometrico con lo scopo di ottenere un prodotto, che rispetto al sistema inclinometrico oggetto del brevetto, sia in grado di fornire allarmi non solo durante la frana, ma nelle fasi antecedenti caratterizzate da valori di contenuto di umidità del terreno critiche. Attività qualificanti in termini prestazionali saranno anche quelle dedicate alla creazione di un laboratorio mobile dedicato sia alla fase di sperimentazione che dimostrazione, ma soprattutto alla determinazione "empirica" delle soglie di allarme, tipicamente non deducibili se non dalla letteratura o da dati storici pregressi con livelli di confidenza limitati.

La realizzazione dell'obiettivo di elaborare i dati inclinometrici e tensiometrici per fornire informazioni di supporto alla gestione del rischio agli enti preposti alla sicurezza passa attraverso la progettazione e implementazione di un software di interpretazione e visualizzazione dati, elemento chiave dell'intero sistema che chiama in causa competenze scientifiche del partner universitario circa le modalità di elaborazione dati, competenze informatiche circa la adozione di tecnologie informatiche di avanguardia, competenze circa la tematica del flusso di informazioni in caso di evento calamitoso per la gestione del rischio.

Non ultima la necessità della neo costituita IVM di associare alle pregresse competenze tecnoscientifiche inerenti lo sviluppo della WSN profili di conoscenze relativi ad aspetti e processi più propriamente industriali con particolare riferimento a:

- integrazione con le fasi di progettazione del prodotto;
- definizione e standardizzazione dei cicli di lavorazione e dei relativi tempi;
- definizione ed eventuale progettazione delle soluzioni tecniche ottimali;
- determinazione dei costi dei processi produttivi;
- valutazioni economiche per scelte relative a processi tecnologici ed agli impianti alternativi;
- valutazioni relative al l'eventuale ricorso a risorse esterne (make or buy);
- competenze per la realizzazione di processi/ prodotti in ambienti ergonomici e inottemperanza delle norme di sicurezza.

Il progetto si svilupperà in cinque work packages:

- WP 1: Attività di Front End Engineering Design
- WP 2: Improvement sistemi prototipali di ricerca
- WP 3: Ingegnerizzazione e industrializzazione del sistema
- WP 4: Attività di dimostrazione
- WP 5: Trasferimento tecnologico

Gli obiettivi quantitativi che ci si prefigge sono:

- Incremento di un ordine di grandezza, rispetto al precedente sistema di monitoraggio, dell'anticipo con il quale si prevede l'innescio di una frana meteoindotta; un'autonomia di funzionamento del sistema di un anno, testato con sperimentazioni in laboratorio intensive (tre mesi effettivi che simulano le condizioni di stress operativo equivalente di un anno) efficienza della trasmissione dati al di sopra del 95% (5% max pacchetti persi)
- Accuratezza della misura inclinometrica di 0.1°
- Grado di disponibilità della piattaforma software sul web: 99.8%
- Tempo di refresh dei dati di campo mai inferiore ai 30 s

Il mercato di riferimento è costituito principalmente dalle istituzioni pubbliche che hanno responsabilità di protezione Civile. Come ben noto il rischio idrogeologico in Italia è ampiamente diffuso su quasi tutto il territorio, sicché il mercato potenziale di riferimento è rappresentato senz'altro da tutte le Regioni e dai numerosissimi Comuni ubicati in zone montuose, collinari o pedemontane. Il mercato di riferimento può essere esteso agli enti preposti alla gestione delle vie di comunicazione, dal momento che lunghi tratti di strade, autostrade e ferrovie attraversano zone a rischio. Sono certamente interessati, per citare alcuni enti noti, Anas, Tangenziale, Società Autostrade per l'Italia, Società Autostrade Meridionali, numerosissime Provincie, Ferrovie dello Stato, EAV. Il prototipo è di sicuro interesse in altri paesi come il Canada, gli Stati Uniti e la Cina, ripetutamente colpiti da disastri causati da frane meteoindotte e che hanno da sempre mostrato interesse rispetto ad approcci di mitigazione del rischio di tipo non strutturale.