Morfeo

Monitoraggio frane per
la gestione del rischio

Indice

- Overview 2
- Elementi del sistema 3
- Prototipo di modello fisico 10
- Partners 11

Overview

Le attività del progetto sono finalizzate all'ingegnerizzazione e all'industrializzazione di un sistema di monitoraggio di coltri superficiali in pendio suscettibili di generare frane meteoindotte.

Il sistema permette di:

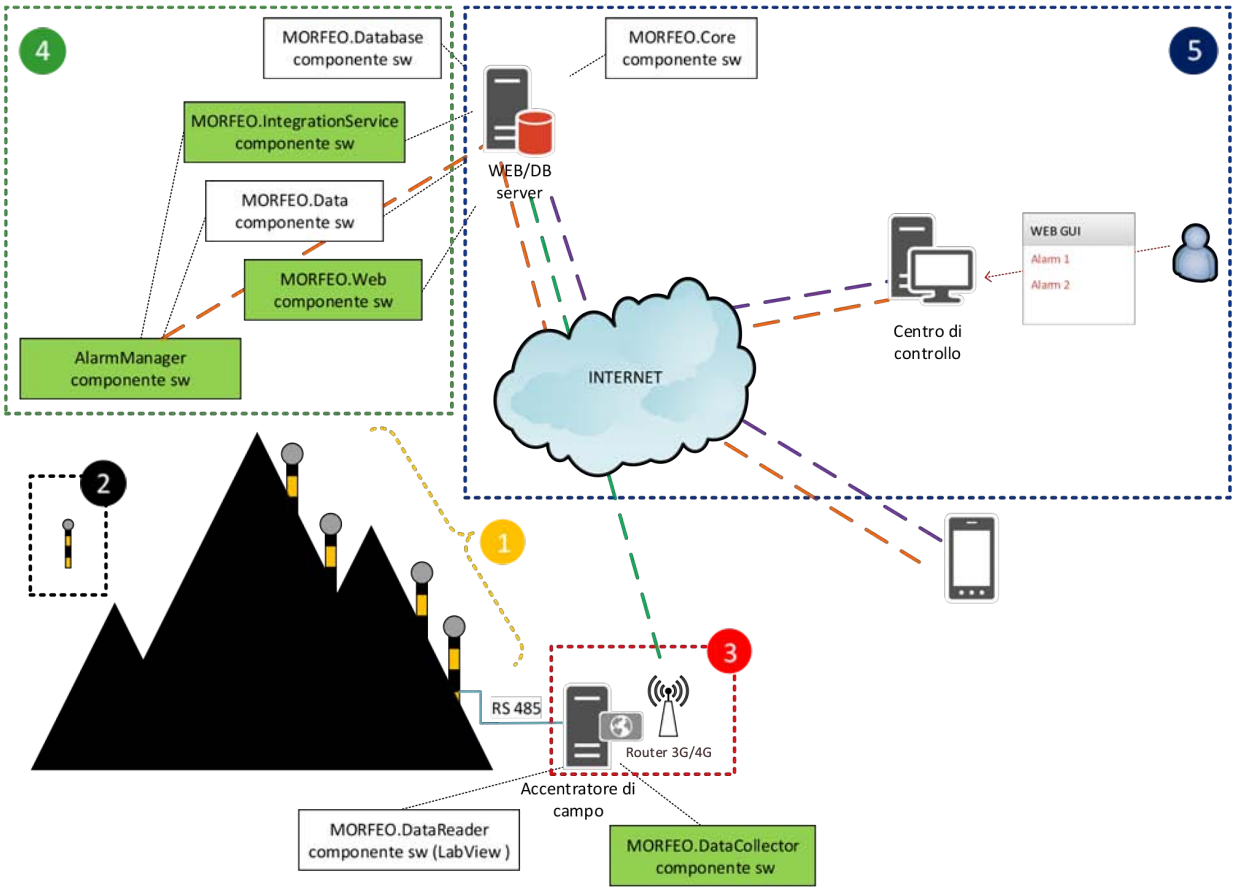
monitorare un'area a rischio frana grazie ad una rete di sensori basati su tecnologia MEMS (Micro-Electro-Mechanical System), alimentati a batterie, che trasmettono in modalità wireless i dati monitorati utilizzando una strategia di comunicazione nella quale ciascun nodo della rete funge da ripetitore per i nodi circostanti.

visualizzare l'evoluzione nel tempo delle misure acquisite in campo e, contestualmente, diagnosticare la rete di sensori avvalendosi di un software di tipo web raggiungibile da qualsiasi postazione connessa alla rete Internet.

valutare le condizioni di sicurezza del pendio in tempo reale e diagnosticare, in tal modo, l'imminenza di una frana con un anticipo sufficiente a rendere possibile la gestione dell'emergenza.

Elementi del sistema

Il sistema è costituito dai seguenti elementi principali:



1 rete wireless di punti di misura

2 nodi di misura dotati di 2 sensori

3 punto di raccolta dati

4 integrazione dei dati

5 software di analisi dei dati e di presentazione dei risultati

1 Rete wireless di punti di misura

Tra gli aspetti innovativi vi è l'implementazione di una rete di monitoraggio priva di cavi e autonoma sotto il profilo energetico (Wireless Sensor Network, WSN). Il sistema basa l'early warning sulla misura e la trasmissione per ciascun punto della rete, di due variabili fisiche relazionabili alle condizioni di stabilità di un versante, la pressione della fase liquida e i caratteri cinematici della coltre. Non si limita dunque ad una mera interpretazione delle precipitazioni, così come operano i sistemi attualmente implementati, ma interpreta anche gli effetti indotti dalle precipitazioni stesse. Tale aspetto lo rende decisamente più efficace ed affidabile rispetto ai sistemi di tipo tradizionale.

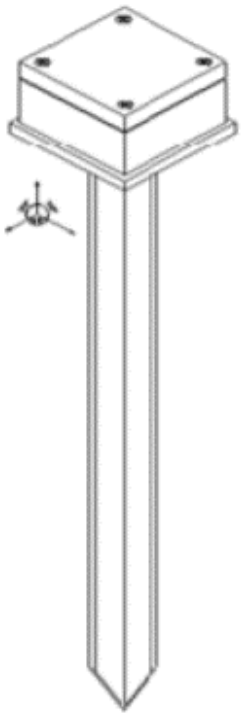
Nelle reti wireless alcuni nodi posizionati lontano dal nodo principale (sink), potrebbero incontrare difficoltà di trasmissione diretta con il nodo stesso, causa, per esempio, limitata potenza di trasmissione a disposizione. Il problema è risolto grazie a sensori che "collaborano" tra di loro in una rete multi-hop, nella quale l'informazione raggiunge il nodo sink a partire da quello sorgente passando attraverso i nodi interposti.

I principali vantaggi di una cooperazione tra i nodi sensori sono:

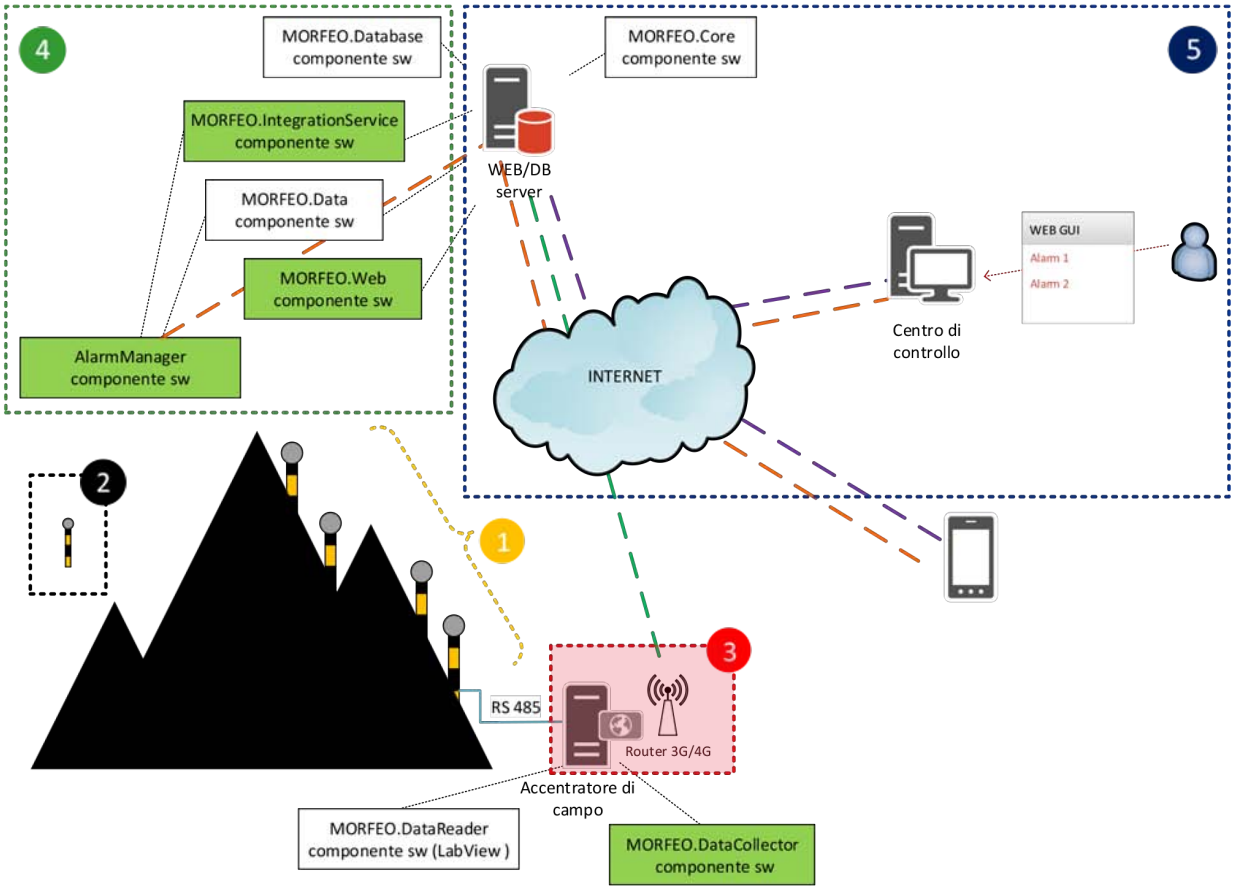
- aumento del tempo di vita della rete grazie ad una riduzione del consumo di energia;
- riduzione della quantità di dati da trasmettere;
- sfruttamento ottimale della banda disponibile;
- possibilità di aumentare la distanza dai nodi periferici al nodo sink (multi-hop);
- riduzione dei costi di installazione.

2 Nodi di misura dotati di 2 sensori

Ciascun nodo è costituito da un piccolo cubo (circa 8 cm di lato) contenente l'elettronica, i sensori e la batteria. Questo cubo viene montato all' estremità superiore di un tubo piezometrico in plexiglass di lunghezza variabile da 30 cm fino a 2 m che può essere infisso nella coltre a pressione o previa trivellazione manuale. L'eventuale movimento del terreno parallelo al pendio, se caratterizzato da gradiente non nullo, viene misurato da uno dei due sensori come variazione di inclinazione del tubo. Tali movimenti precorrono una frana e possono essere utilizzati per pre-allertare rispetto all'innesco. Un secondo sensore misura la pressione della colonna d'acqua all'interno del tubo. Tale pressione è relazionabile alla pressione dell'acqua contenuta nei pori del terreno essendo tubo e terreno in comunicazione idraulica per interposta pietra porosa satura. I valori di pressione di acqua nel terreno, alterati in aumento dai volumi d'acqua di infiltrazione, possono causare il fenomeno d'instabilità. Ciò tipicamente si verifica quando i valori di pressione oltrepassano una soglia, tipicamente correlata alla pendenza della coltre, sicchè anche essi possono essere adottati, in sinergia con i caratteri cinematici e le precipitazioni, per il preallertamento.



3 Punto di raccolta dati



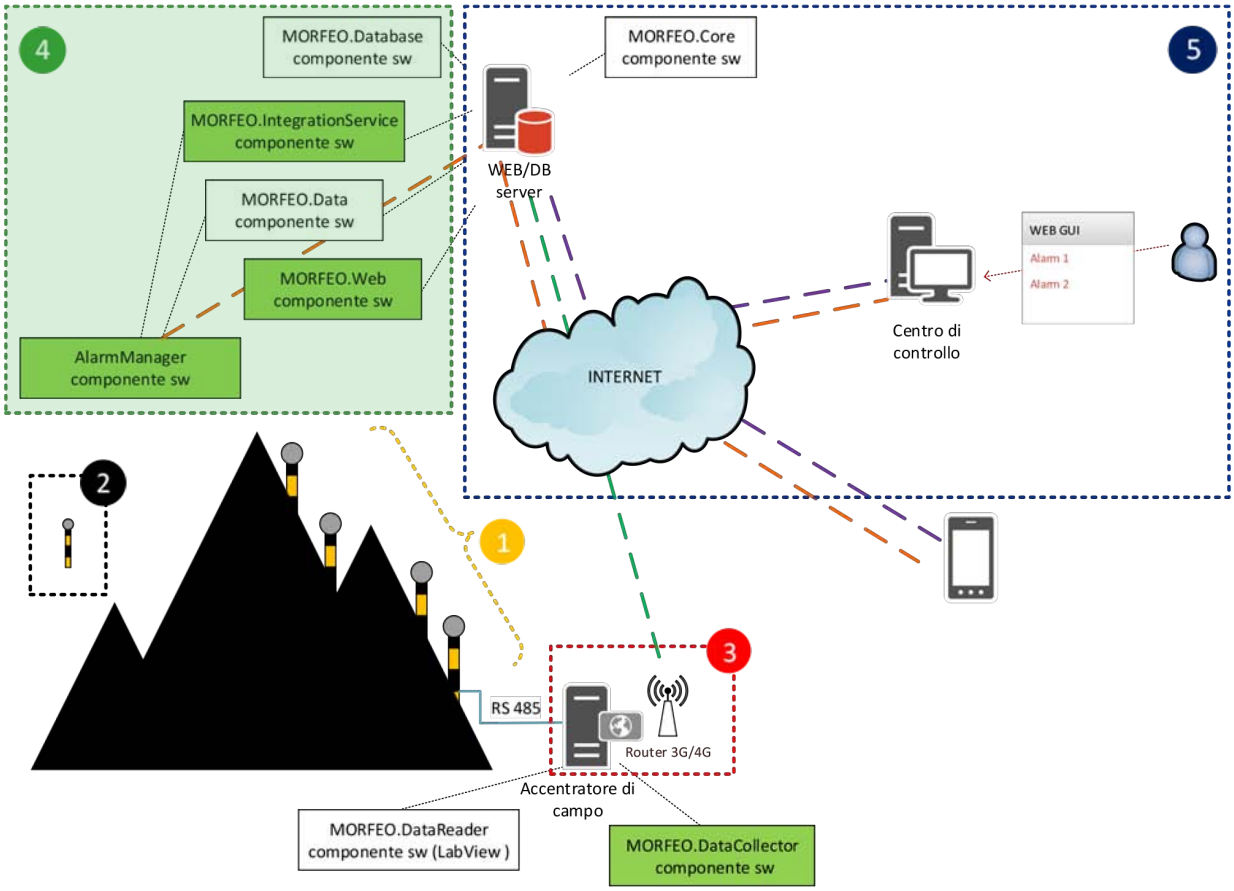
Il punto di raccolta dati, è costituito da un pc industriale installato in campo in posizione prossima alla rete di sensori, sul quale è in esecuzione continua un software di gestione dell'intera rete. Tale software provvede a fornire in automatico al sistema i parametri di funzionamento e contemporaneamente invia le informazioni di campo ad un server remoto per l'elaborazione.
Sul PC industriale sono installati due componenti software:

- Morfeo.DataReader (MDR);
- Morfeo.DataCollector (MDC)

MDR gestisce l'acquisizione dei dati da ciascun nodo della rete con una frequenza variabile secondo un possibile input ricevuto da remoto. Quando necessario la lettura avviene utilizzando in modo ottimale il ponte costituito dai nodi intermedi.
Il componente software MDC provvede a prelevare i dati raccolti dal compo-

nente MDR ed inviarli attraverso la rete internet ad un server esterno sul quale opera il componente di integrazione dei dati. L'invio viene fatto in tempo reale utilizzando il media di trasmissione disponibile (es. rete 3G/4G, connessione di tipo satellitare, connessione cablata).

4 Integrazione dei dati



La fase di integrazione dati è gestita attraverso un modulo software che risiede su un server esterno rispetto al campo ed accessibile attraverso la rete internet. Questa fase è gestita dal servizio Morfeo.IntegrationService (MIS) il quale è il componente che svolge nell'ordine le seguenti funzioni:

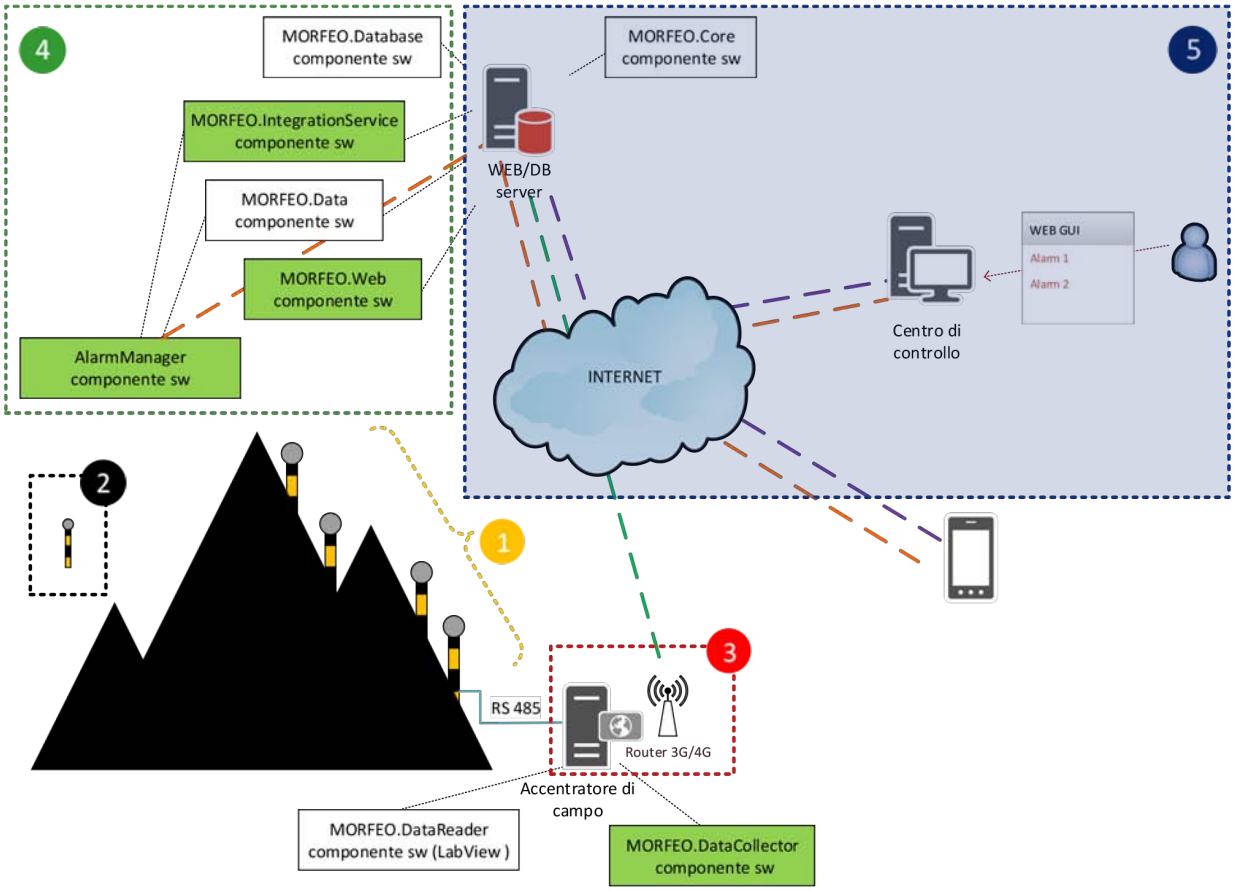
1. ricezione dei dati di campo dal componente MDR;
2. verifica formale della correttezza dei dati;
3. memorizzazione dei dati in un database;

4. Eventuale generazione degli allarmi in caso si verifichi una violazione delle logiche procedurali necessarie alla determinazione di condizioni di allarme.

Il componente è predisposto per supportare una comunicazione bidirezionale con il componente MDR, tale accorgimento consente di implementare nuove logiche che, ad esempio, al verificarsi di determinate condizioni vanno ad intervenire sulla frequenza di acquisizione dei dati di campo.

5 Software di analisi dei dati e di presentazione dei risultati

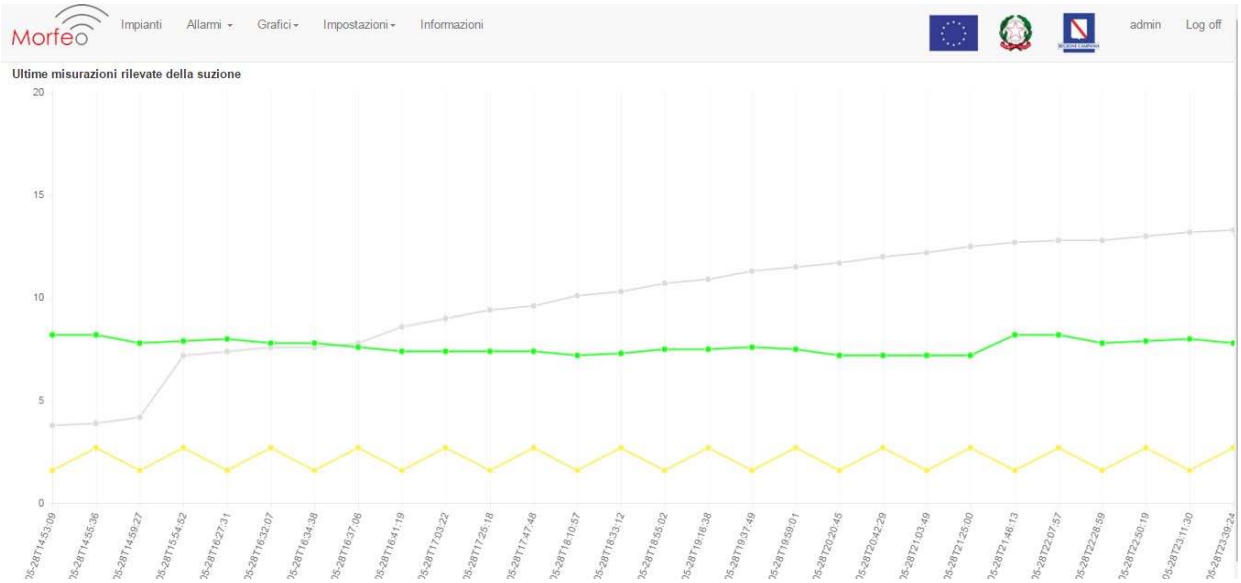
Il software di analisi dei dati e di presentazione dei risultati, rappresenta l'interfaccia utente del software Morfeo con cui interagisce l'operatore. La consultazione dei dati può avvenire sia tramite tabelle che grafici, per entrambe le visualizzazioni sono previsti appositi filtri che permettono di isolare precisi periodi temporali.



L'elevata quantità di informazioni da gestire e la necessità di evidenziare rapidamente situazioni anomale sono due aspetti critici tenuti in considerazione

durante lo sviluppo del software.
Il sistema è stato progettato per gestire contemporaneamente i dati di più impianti e consente l'accesso a tutte le funzionalità usando un comune browser web.
Tra le principali viste accessibili dall'interfaccia utente di Morfeo vi sono:

- grafico realtime;
- sinottico.



Il *grafico realtime* mostra l'andamento degli ultimi valori di pressione di suzione di ogni sensore di un impianto.

Il *quadro sinottico* fornisce in continuo una visione dell'area monitorata, nella quale ciascun punto di misura è rappresentato nei 4 colori verde, giallo, arancio e rosso, a seconda del livello di pericolo di possibile innesco del fenomeno franoso.

Prototipo di modello fisico

Al fine di validare il sistema di monitoraggio e di mettere a punto uno strumento utile per la calibrazione delle soglie di interpretazione delle grandezze misurate è stato realizzato un modello fisico di pendio di dimensioni significative. All'interno di un cassone ad inclinazione variabile è stato posto in opera per deposizione aerea uno strato di materiale costituito da una piroclastite limosa, materiale di origine vulcanica spesso interessato da colate rapide di fango quando assoggettato ad intense e persistenti precipitazioni (esempi: Sarno, 1998; Nocera Inferiore 2005). Le dimensioni considerevoli del cassone (spessore 0.50 m, lunghezza 2 m, larghezza 1.5 m), e quindi dello strato, hanno consentito l'installazione di un certo numero di punti di misura costituiti da aste tensioinclinometriche.
Lo strato, inclinato di circa 40°, è stato sottoposto ad una precipitazione artificiale d'intensità controllata e persistente fino all'innesco di una colata rapida di fango. La sperimentazione ha fornito le informazioni utili e necessarie affinché tali strumenti innovativi possano essere utilizzati con efficacia e affidabilità in un sistema di preannuncio di frane meteoindotte.

Partners

IVM S.r.l - Innovative Vibration Monitoring | **ivmtech.it**

Tabit S.r.l. | **tabit.it**

Consorzio TRE - Tecnologie per il Recupero Edilizio | **consorziotre.it**

www.progettomorfeo.it

Unione Europea

REGIONE CAMPANIA

P.O.R. CAMPANIA 2007-2013 FESR Fondo Europeo Sviluppo Regionale

La tua **Campania** cresce in **Europa**