

Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile
e
Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica

ALLEGATO TECNICO

relativo alle attività dello
Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (IRPI)
per lo

STUDIO DELLA FRANA DI MONTAGUTO (AV) CON TECNICHE DI MONITORAGGIO INTEGRATO

AUTORI

Il documento è stato redatto da:

Ing. Giorgio Lollino

Ing. Paolo Allasia

Dott. Daniele Giordan

Dott. Fausto Guzzetti

Ing. Piernicola Lollino

Ing. Marco Baldo

INDICE

Autori.....	2
Indice.....	3
Sommario.....	4
Documenti applicabili e di riferimento	5
Abbreviazioni e acronimi.....	6
1 Attività proposte	7
1.1 Obiettivi	7
1.2 Definizioni	7
1.3 Monitoraggio topografico	8
1.4 Monitoraggio pluviometrico	9
1.5 Monitoraggio delle deformazioni profonde.....	9
1.6 Monitoraggio delle pressioni interstiziali	10
2 Prodotti	11
3 Sistema di allertamento	Error! Bookmark not defined.
4 Prospetto economico	13
5 Attività e servizi opzionali.....	13

DOCUMENTI APPLICABILI E DI RIFERIMENTO

- DA-001 Legge n. 225, del 24 febbraio 1992, Istituzione del Servizio Nazionale della Protezione Civile.
- DA-002 Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri, del 27 febbraio 2004. Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile. Supplemento ordinario n. 39 alla Gazzetta Ufficiale n. 59 del 11 marzo 2004.
- DA-003 Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile, Decreto n. 252 del 26 gennaio 2005, per l'identificazione dei centri di competenza utili alla rete dei centri funzionali di protezione civile.
- DA-004 Accordo di Programma quadro tra la Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile, e il Consiglio Nazionale delle Ricerche, del 20 giugno 2006.
- DA-005 Intesa Operativa relativa ad attività svolte dall'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica per lo sviluppo di Soglie pluviometriche per l'innescio di fenomeni franosi, nell'ambito dell'Accordo di Programma Quadro tra il Dipartimento della Protezione Civile e il Consiglio Nazionale delle Ricerche.
- DA-006 Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3868 del 21 aprile 2010, relativa a "Disposizioni urgenti di protezione per fronteggiare la situazione di emergenza in relazione alla riattivazione del movimento franoso nel territorio del comune di Montaguto, in provincia di Avellino".
- DA-007 Intesa Operativa tra la Presidenza del Consiglio dei Ministri Commissario Delegato ai sensi dell'Art.1 Comma 1 dell'OPCM n.3868 del 21 aprile 2010 ed il Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica per "Il monitoraggio integrato della frana di Montaguto"
- DA-008 Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 12 febbraio 2011, relativa a "Proroga dello stato di emergenza in relazione alla riattivazione del movimento franoso nel territorio del comune di Montaguto, in provincia di Avellino".
- DA-009 OCDPC n. 73 del 2 aprile 2013: disposizioni per favorire il subentro delle amministrazioni ordinariamente competenti nelle iniziative per superare le criticità in atto nei comuni di Montaguto (Av), Ischia (Na), Casamicciola Terme (Na) e Nocera Inferiore (Sa)".

ABBREVIAZIONI EACRONIMI

CC	Centro di Competenza, della rete dei Centri Funzionali e di Competenza di protezione civile
CC-IRPI	Centro di Competenza IRPI, della rete nazionale dei Centri Funzionali di protezione civile
CF	Centro Funzionale, della rete dei Centri Funzionali e di Competenza di protezione civile
CFN	Centro Funzionale Nazionale, della rete dei Centri Funzionali e di Competenza di protezione civile, del Dipartimento della Protezione Civile
CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche
DinSAR	<i>Differential Interferometer Synthetic Aperture Radar</i>
DPC	Dipartimento della Protezione Civile
DST	Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Università degli Studi di Firenze
DTM	<i>Digital Terrain Model</i> , Modello Digitale del Terreno
IRPI	Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, del CNR
IMAA	Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale, del CNR
LIDAR	<i>Light Detection and Ranging</i>
PDF	<i>Portable Document Format</i>
RTS	Rapporto tecnico-scientifico, prodotto dal CC-IRPI per il DPC
SANF	Sistema d'Allertamento Nazionale per il possibile innesco di fenomeni Franosi indotti da piogge
SW	Software

1 ATTIVITÀ PROPOSTE

In risposta alla richiesta prot. n. 1849/SP del 06/09/2013 della Regione Campania, subentrata al Dipartimento della Protezione Civile per la gestione della frana (Rif. DA-009), si propone un complesso di attività per il monitoraggio integrato della frana, chesi presenta come un movimento complesso e composito che si estende per più di tre chilometri di lunghezza. Il dissesto ha causato l'interruzione del traffico stradale e ferroviario, occupando la sede stradale della S.S. 90 e la linea ferroviaria Napoli-Foggia. Nella prima fase emergenziale sono state effettuate una serie di attività di indagine e sistemazione che hanno consentito la riapertura della linea ferroviaria e della strada statale S.S.90. Tali azioni sono state abbinate ad una complessa rete di monitoraggio integrata che ha consentito di seguire l'evoluzione del fenomeno e di focalizzare la progettazione delle opere.

1.1 OBIETTIVI

L'obiettivo delle attività proposte è il monitoraggio integrato della frana di Montaguto con lo scopo di ottenere informazioni utili per la mitigazione del rischio e per una maggiore sicurezza del traffico ferroviario lungo la linea Napoli-Foggia e stradale lungo la S.S. 90. L'obiettivo è raggiunto attraverso un complesso di attività che comprende:

- La gestione e l'utilizzo di una rete di monitoraggio per la misura (in quasi - continuo) delle deformazioni topografiche di punti caratteristici posti all'interno del corpo frana, e di punti posti all'esterno del dissesto in aree attualmente stabili ma potenzialmente coinvolte dal dissesto;
- Il monitoraggio delle condizioni pluviometriche, per una migliore comprensione delle relazioni fra i fattori scatenanti (le precipitazioni) e l'evoluzione dinamica del dissesto, anche per lo sviluppo di un sistema locale d'allerta basato su misure meteo-idrologiche;
- Il monitoraggio delle deformazioni profonde in corpo frana applicate con lo scopo di ricostruire la geometria del corpo di frana, e di caratterizzare l'evoluzione del dissesto, con particolare riferimento al "settore E";
- Il monitoraggio dei livelli piezometrici per una migliore e più completa valutazione delle pressioni interstiziali in relazione alle precipitazioni e ai movimenti di superficie e profondi misurati.

1.2 DEFINIZIONI

Di seguito, sono date alcune definizioni utili per una migliore comprensione delle attività proposte per il monitoraggio della frana di Montaguto.

Stazione totale robotizzata È uno strumento topografico automatizzato a controllo remoto in grado di rilevare gli spostamenti di punti di misura materializzati attraverso l'installazione di appositi prismi retroriflettenti. Fornisce coordinate tridimensionali locali dei punti misurati. Attraverso la ripetizione delle misure nel tempo, è possibile misurare spostamenti e deformazioni dei singoli osservati distribuito lungo l'area d'indagine. Oltre

alle attività di monitoraggio ordinarie, esiste una nuova generazione di stazioni totali con funzionalità aggiuntive che possono essere utilizzate in contesti operativi in cui non sia sufficiente il monitoraggio con prismi retro-riflettenti. La nuova generazione di strumenti consente: (i) di riprendere immagini dell'area monitorata mediante l'impiego di una fotocamera integrata; (ii) di eseguire misure in modalità *reflectorless* collimando punti di controllo predefiniti anche in assenza di prismi; e (iii) di operare in modalità *Laser Scanner* eseguendo scansioni di porzioni di territorio e restituendo nuvole di punti funzionali alla creazione di DTM ripetuti nel tempo. Quest'ultima funzione permette di eseguire dei monitoraggi di tipo integrato, abbinando il controllo automatico di una serie di punti di misura a un approccio areale.

Settore E si tratta di un settore dell'alveo di frana compreso approssimativamente tra la quota 600 e la quota 520 e caratterizzato da un trend di movimento continuo; il suo stato di attività lo rende differente dagli altri settori del corpo frana e necessita di un approfondimento delle attività di monitoraggio.

1.3 MONITORAGGIO TOPOGRAFICO

Il monitoraggio topografico della frana di Montaguto e delle aree limitrofe avverrà mediante l'utilizzo di una rete di punti di misura al suolo, posti sia all'interno che all'esterno dell'attuale corpo di frana. I punti di misura sono stati scelti perché significativi e utili alla definizione delle condizioni dinamiche del dissesto e generalmente sono stati implementati con prismi ottici riflettenti. La rete dei punti al suolo è suddivisa in sottoreti rispettivamente controllate da tre stazioni totali robotizzate anche a causa del notevole sviluppo planimetrico del dissesto. La frequenza di misura sarà variabile in funzione dei tassi di movimento riscontrati nelle singole aree, e potrà oscillare tra i 30 minuti primi e le 3 ore. Le postazioni di misura sono poste in aree stabili all'esterno del corpo di frana, rispettivamente:

- Postazione di monte: Punto di monitoraggio realizzato a quota 800 m s.l.m., in destra idrografica del corpo franoso. Ha l'obiettivo di monitorare il settore di coronamento della frana e della zona denominata inizialmente "Laghetto di monte". Lo strumento utilizzato è una stazione totale Topcon IS. La scelta è stata legata alla possibilità della stessa di funzionare sia come stazione totale tradizionale che eseguendo scansioni in modalità *Laser Scanner*. La possibilità *Laser Scanner* è particolarmente efficace per monitorare l'evoluzione di tratti instabili sub-verticali. La rete dei prismi retro-riflettenti è composta da circa 20 punti, installati nell'area in frana e nella zona di coronamento. La stazione totale è abbinata a un computer in sito, per la gestione delle sessioni di misura, ed è dotata di un collegamento UMTS per l'*upload* automatico dei dati nel *server* di monitoraggio del CNR IRPI (Torino). L'alimentazione è garantita da un sistema misto pannelli fotovoltaici/generatore eolico corredato da batterie tampone.
- Postazione intermedia: Punto di monitoraggio realizzato a quota 700 m s.l.m., in destra idrografica del corpo franoso, in un'area ritenuta stabile. L'area posta sotto controllo si sviluppa da quota 700 m s.l.m. sino a quota m s.l.m. 500, consentendo il monitoraggio del settore medio-alto del fenomeno franoso. Lo strumento utilizzato per l'installazione è una stazione totale robotizzata Topcon GPT9000. La rete dei prismi retro-riflettenti è composta da circa 25 punti, installati nell'area in frana e 3 *reference points*. Il sistema dispone di un software di gestione automatico. La stazione totale è dotata di un modem radio per il controllo dello strumento in tempo reale da un

computer installato presso la postazione GB-DinSAR del DST per l'*upload* automatico dei dati al server di monitoraggio del CNR IRPI (Torino). L'alimentazione è garantita da pannelli fotovoltaici e batterie tampone.

- **Postazione alla base del dissesto:** Punto di monitoraggio realizzato nei pressi della linea ferroviaria, alla base del fenomeno franoso. Il punto di osservazione consente il monitoraggio del piede della frana, ottenendo informazioni utili per le condizioni di sicurezza del cantiere e sulle vie di comunicazione. Lo strumento utilizzato è una stazione totale Leica TCA 2003. La stazione totale è dotata di un modem radio per il controllo dello strumento in tempo reale da un computer installato presso la postazione GB-DinSAR del DST. Il collegamento remoto verso il server di monitoraggio del CNR IRPI (Torino) avviene attraverso una connessione a banda larga di tipo 3G (UTMS, HSPA, etc.). L'alimentazione della strumentazione è garantita da pannelli fotovoltaici. La rete di misura implementata prende in esame sia il piede della frana che le opere realizzate a protezione delle vie di comunicazione.

La gestione ordinaria della rete di monitoraggio topografico prevede una procedura in quattro fasi:

- Fase 1: Controllo del corretto funzionamento della strumentazione.
- Fase 2: Acquisizione (*download*) dei dati e loro controllo.
- Fase 3: Analisi dei dati e validazione.
- Fase 4: Interpretazione dei dati e produzione di rapporti (settimanali) sulle condizioni e le caratteristiche dei movimenti misurati.

I rapporti settimanali saranno inviati in formato digitale (file PDF) tramite posta elettronica a una lista di indirizzi indicati dalla committenza. Se i valori di spostamento o di velocità di spostamento risultassero particolarmente significativi o "anomali", il rapporto sarà integrato con informazioni specifiche relative alla localizzazione e all'entità delle anomalie.

Come accaduto nei precedenti periodi di osservazione, le reti di misura potranno essere adattate, in termini di numero di prismi e loro ubicazione, in funzione del grado di attività del fenomeno o delle attività di stabilizzazione/manutenzione poste in essere.

1.4 MONITORAGGIO PLUVIOMETRICO

Verranno proseguite le attività relative al monitoraggio pluviometrico e idrologico attraverso la gestione di una stazione meteo dotata di pluviometro a registrazione continua e controllo remoto in prossimità della zona di testata del dissesto e la pubblicazione on line dei dati registrati su apposito portale web del Geohazard Monitoring Group (<http://gmg.irpi.cnr.it/>). Il CNR IRPI fornirà inoltre un'analisi dei dati pluviometrici contestuale a quella relativa ai dati di monitoraggio topografico all'interno della medesima reportistica.

1.5 MONITORAGGIO DELLE DEFORMAZIONI PROFONDE

In base alla necessità di operare un controllo più accurato delle deformazioni del settore E è stata decisa l'installazione di una serie di strumentazioni atte al controllo delle

deformazioni profonde del corpo di frana. La rete di monitoraggio profondo è così composta:

N. 1 colonna inclinometrica fissa e n. 1 sistema inclinometrico automatizzato per il controllo delle deformazioni profonde del corpo frana;

Tali sistemi sono stati installati nel settore mediano del corpo frana ("Settore E") che risulta al momento essere il settore più attivo.

Il CNR IRPI provvederà al controllo, analisi ed interpretazione dei dati con fornitura di report periodici

1.6 MONITORAGGIO DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI

In base alla necessità di operare un controllo più accurato delle deformazioni del settore E è stata decisa l'installazione di una serie di strumentazioni atte al controllo delle pressioni interstiziali nel corpo frana. La rete di strumenti ha visto la prima installazione di due diverse postazioni di monitoraggio nel gennaio 2012, a cui sono seguite altre postazioni nel 2013. La rete attualmente conta n. 5 postazioni operative

Il CNR IRPI provvederà al controllo, analisi ed interpretazione dei dati con fornitura di report periodici

2 PRODOTTI

In questa sezione sono elencati i prodotti attesi nell'ambito delle attività proposte per il monitoraggio integrato della frana di Montaguto. Nella Tabella 2.1, per ogni prodotto sono indicati: (i) un identificativo alfanumerico univoco del prodotto (ID), (ii) una descrizione sintetica del prodotto e dei suoi contenuti, (iii) il formato di scambio utilizzato per la distribuzione del prodotto, (iv) le modalità di consegna del documento (rapporto giornaliero, rapporto occasionale), e (v) l'indicazione del mese al termine del quale il prodotto sarà consegnato alla committenza. I mesi sono conteggiati dal mese d'inizio delle attività, indicato con T0. Per quanto concerne i dati di monitoraggio topografico e pluviometri i prodotti comprendono oltre a quanto indicato in tab.2.1 anche la fornitura in nearreal time delle elaborazioni più significative su una pagina web dedicata ad accesso riservato.

Tabella 2.1. Prodotti previsti nell'ambito delle attività previste per il monitoraggio integrato della frana di Montaguto (AV). Formato dei prodotti: C, cartaceo; D, digitale. Frequenza dei prodotti: G giornaliero; S settimanale; O, occasionale.

ID	Prodotto	Formato	Frequenza	Scadenza
M1-n	Report monitoraggio topografico	D	S	da T0
M1-1	Report monitoraggio topografico	D	O	T0+3
M1-2	Report monitoraggio topografico	D	O	T0+6
M1-3	Report monitoraggio topografico	D	O	T0+9
M1-4	Report monitoraggio topografico	D	O	T0+12
M2-1	Report monitoraggio deformazioni profonde	D	O	T0+3
M2-2	Report monitoraggio deformazioni profonde	D	O	T0+6
M2-3	Report monitoraggio deformazioni profonde	D	O	T0+9
M2-4	Report monitoraggio deformazioni profonde	D	O	T0+12
P1-n	Pubblicazione on line dati meteorologici su portale WEB dedicato	D	G	da T0
P2-1	Report monitoraggio piezometrico	D	O	T0+3
P2-2	Report monitoraggio piezometrico	D	O	T0+6
P2-3	Report monitoraggio piezometrico	D	O	T0+9
P2-4	Report monitoraggio piezometrico	D	O	T0+12

Sistema di allertamento: attraverso l'analisi dei dati rilevati dal monitoraggio integrato della frana, sarà sviluppato un sistema di allertamento basato su soglie pluviometriche e topografiche, in grado di fornire elementi conoscitivi dello stato della frana e dell'evoluzione attesa per il supporto alla decisione di protezione civile.

PROSPETTO ECONOMICO

In questa sezione è fornito un prospetto economico sintetico per le attività proposte per il monitoraggio integrato della frana di Montaguto, per il periodo di durata prestabilito. I costi comprendono: (i) spese per personale CNR a tempo determinato e indeterminato, (ii) contratti esterni e servizi (inclusi i contratti di noleggio e assicurazione di strumentazione per il monitoraggio topografico), (iii) spese di missione, (iv) spese indirette. Il costo complessivo delle attività proposte è quantificato in **€ 76.000,00** per il periodo di stipula prestabilito (a partire dalla data di inizio attività e fino al 31 dicembre 2014). La Tabella 4.1 riassume i costi per la realizzazione delle attività proposte, suddivise nelle voci della spesa preventivata per la realizzazione delle attività.

*Tabella 4.1. Prospetto economico per le attività previste per il monitoraggio integrato della frana di Montaguto (AV)
I costi sono espressi in €.*

Categoria di Spesa		Costi
A	Spese di personale CNR a tempo determinato e indeterminato	42.000,00
B	Spese per missioni	5.000,00
C	Spese di formazione del personale	
D	Spese amministrative	
E	Spese per studi, ricerche e prestazioni professionali	
F	Spese per servizi	4.000,00
G	Spese di revisione	2.000,00
H	Spese per materiale tecnico durevole e di consumo	10.000,00
I	Immobili e opere edilizie	
L	Terreni non edificati	
M	Spese indirette	8.000,00
N	Altro	5.000,00
Totale		76.000,00

3 ATTIVITÀ E SERVIZI OPZIONALI

In questa sezione vengono fornite indicazioni per l'eventuale prosecuzione delle attività descritte in precedenza su un orizzonte temporale di 3 anni. Considerando lo stato di attività attuale del dissesto e le notevoli difficoltà previsionali su orizzonti temporali medio lunghi, le indicazioni economiche vanno considerate a titolo indicativo. Le attività previste comprendono sia il monitoraggio che lo sviluppo di un modello interpretativo del fenomeno franoso sulla base dei dati acquisiti così come illustrato nel presente documento. Non sono compresi l'installazione di nuova strumentazione, eventuali interventi straordinari di ripristino del funzionamento della strumentazione andata fuori esercizio per il progressivo

movimento del fenomeno franoso (ad esempio riperforazioni di tubi inclinometrici e piezometrici etc.). Il costo indicativo proposto è quantificato in **€ 65.000** annui e potrà essere modulato in funzione dello stato evolutivo del dissesto o di esigenze contingenti.

Nell'ambito di tali attività è inoltre necessario considerare l'esecuzione di rilevamenti LiDAR per valutare l'evoluzione dello stato dei luoghi in relazione all'attività del fenomeno franoso. A tale fine è possibile quantificare in € 12.000 un rilievo LiDAR aviotrasportato della frana di Montaguto a cura del CNR IRPI.