

CONVIVENZA DELLE POPOLAZIONI CON LA FRANA DI ANCONA: MONITORAGGIO TOPOGRAFICO DI SUPERFICIE

Stefano CARDELLINI (*), Gian Battista CROSTA (*),
Paolo OSIMANI (*), Luciano SURACE (*)

(*) Comune di Ancona – Servizio Frana, Piazza XXIV Maggio, 60100 Ancona

(**) Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie - Università degli Studi di Milano Bicocca,
Piazza della Scienza 4, 20126 Milano

(***) Istituto Idrografico della Marina di Genova, Genova

Abstract

The territory constituting the region Marche is characterized by a widespread gravitational phenomenon of different typology and extension. On 13th December 1992 a catastrophic landslide occurred in Ancona and during the event, the whole hill, mostly made of clay slid down towards the sea giving birth to an important earth moving which damaged the houses and facilities mainly located in Posatora, in Borghetto and in part in Torrette, three districts on the outskirts, lying on the slope involved in the landslide. In order to assure people safety and the habitability of their houses the municipality decided to install a complex monitoring system made up by topographic and geodetic equipment for an constant control of the surface and deep ground.

Riassunto

Il territorio marchigiano è caratterizzato da un'ampia diffusione di fenomeni gravitativi di diversa tipologia ed estensione. Il 13 dicembre del 1992 si verificò ad Ancona un evento franoso di portata catastrofica, dove un'intera collina costituita prevalentemente di argilla, scivolò verso il mare dando origine ad uno sbancamento imponente di materiale che danneggiò le abitazioni e le infrastrutture collocate, in modo particolare, nelle zone di Posatora, di Borghetto e in parte di Torrette, tre quartieri periferici situati proprio sul pendio interessato dallo smottamento.

L'amministrazione comunale al fine di garantire la sicurezza della popolazione, delle loro abitazioni e rilasciare l'abitabilità, decise di installare un sistema di monitoraggio complesso costituito da strumentazione topografica e geodetica per un controllo continuo sia livello superficiale che profondo.

L'Italia, nazione europea che si affaccia nel mar Mediterraneo, è nota come una regione geologica molto complessa, sismicamente attiva, interessata da orogenesi attiva (alpina e appenninica), da vulcanismo (Etna e Vesuvio) e da migliaia di chilometri di coste con le varie problematiche di dinamica marina.

Nella regione Marche, sita al centro della nazione sul mar Adriatico, la città di Ancona il 13 dicembre 1992 fu colpita da un ingente evento franoso in un'area molto vasta pari all'11% della zona urbana. Il versante a mare della collina del "Montagnolo" la sera del 12 inizia a franare lentamente verso il mare e per tutta la notte sino al mattino seguente i movimenti si susseguono ininterrottamente. A monte l'intero quartiere residenziale di "Posatora", due ospedali e l'Università vennero distrutti mentre a valle il quartiere "Borghetto", la ferrovia e la strada furono evacuate e rese inaccessibili.

La mattina seguente si presenta una situazione drammatica: il movimento franoso ha investito una estensione complessiva di circa 220 ettari interessando 3.661 cittadini (1.070 nuclei familiari). I cittadini ricoverati a spese del Comune in alberghi o pensioni hanno toccato la punta massima di 1562 unità. Si osservano danneggiati o distrutti 280 edifici per un totale di 865 abitazioni oltre alle 300 poste ai margini della zona franosa. La frana ha interessato 31 aziende agricole, 101 aziende artigiane, 3 industrie, 42 esercizi commerciali per un totale di oltre 500 persone senza lavoro.

Dagli accertamenti eseguiti risultano irreparabilmente lesionati la Facoltà di Medicina, l'Ospedale Oncologico, l'Ospedale Geriatrico e la casa di riposo per anziani "Tambroni". Gravemente lesionati la linea ferroviaria, la strada (unico sbocco a nord per la città di Ancona), le strade interne alla frana, le linee di distribuzione dell'acqua, gas e luce.

In una notte un assestamento gravitativo profondo, legato probabilmente alle dislocazioni indotte da un terremoto avvenuto 10 anni prima e innescato da un periodo di intensa precipitazione, attiva, a distanza di alcune decine di minuti dal movimento profondo, una serie di frane, anche dello spessore di poche decine di metri, (frane di colamento o rotazionali) che portano a isolare verso nord l'intera città di Ancona e circa 3.000 persone restano senza tetto.

La zona della frana di Ancona si estende da un'altezza di 170 m s.l.m. sino al livello del mare e presenta un fronte costiero di circa 2 Km. Lo spessore dell'ammasso franato è di circa 100-120 m. I terreni sono ascrivibili ad una successione Plio-Pleistocenica caratterizzata da argille marnose grigio bluastre stratificate del Pliocene inferiore-medio, con intercalazioni siltosi e sabbiose, sopra cui giace in trasgressione, il Pleistocene costituito da argille siltosi marnose grigio-azzurre, stratificate nella parte superiore con livelli arenacei sabbiosi.

La morfologia superficiale è condizionata da una serie di numerosi e complessi movimenti. Le coltri pluvio-colluviali, con spessori di alcune decine di metri, sono franate verso valle come colate di masse argilloso-limose favorite anche a causa dell'impregnazione da parte delle acque piovane.

La Frana risultò essere una complessa DGPV (movimento gravitativo intraformazionale profondo) con superfici di scorrimento sovrapposte di cui la più profonda a -75 m dal p.c. con immersione verso Nord. La giacitura degli strati e le differenze litologiche tra i terreni essenzialmente marnosi del Pliocene e quelli siltosi-sabbiosi del Pleistocene contribuiscono a porre il versante in una grave condizione di pericolosità geologica.

Risulta comunque chiaro anche da dati storici (primi avvisi di frane nel 1700) che questa struttura continuerà a costituire in futuro un fattore di rischio soprattutto per la viabilità (strada e ferrovia) della zona e quindi per i collegamenti dell'area nord della città di Ancona.

All'evento franoso seguirono anni di studi geologici finalizzati a definire un progetto di consolidamento dell'intera area. Dopo tali studi (la Frana di Ancona è tra le più studiate di Europa) si venne alla consapevolezza che il consolidamento risultava inaccettabile sia per le ingenti somme da stanziare che per il forte impatto ambientale che avrebbe cambiato lo stato dei luoghi in modo sostanziale (rilevato a valle di più di 30 m).

Matura così nell'Amministrazione Comunale la convinzione di doversi rapportare al fenomeno franoso con un atteggiamento di possibile "convivenza leggera", ovvero orientato non ad un'eliminazione del rischio, risultato peraltro impossibile anche a fronte di ingenti opere di consolidamento, ma ad una riduzione dello stesso.

In questa ottica sono stati eseguiti stralci funzionali di progetti di consolidamento riguardanti in particolar modo le zone più vicine al centro abitato e dove la superficie di frana e scollamento è più profonda (circa 100 m). Sono inoltre state realizzate opere di drenaggio profondo con pozzi drenanti

collegati assieme in una rete funzionale, paratie di setti in c.a. tirantate e drenaggi superficiali con rimboschimenti e sistemazione del versante. L'amministrazione comunale ha comunque intenzione di estendere le opere di drenaggio sia superficiale che profondo a tutta l'area in frana fino all'abitato di "Torrette".

Oggi la zone è un vastissimo parco urbano vissuto dalla cittadinanza in tutte le stagioni dove la vista del mare e del porto è totale. Per quest'ultimo motivo è chiamato "Parco Belvedere".

La regione Marche, stante l'elevata vulnerabilità dell'area ed il reale pericolo al fine di rilasciare l'agibilità (temporanea e condizionata) delle abitazioni richieste abbandonate durante l'evento franoso ha indirizzato la propria attività imponendo all'Amministrazione Comunale di attivare un sistema di monitoraggio in tempo reale e la contestuale predisposizione di un piano di emergenza per la popolazione interessata.

Il sistema di monitoraggio progettato consiste in un controllo integrato continuo sia a livello superficiale che profondo di tutta l'area. La prima fase del monitoraggio che riguarda il controllo di superficie è ormai attiva da qualche mese e nei prossimi verrà messo in funzione il "secondo stralcio" che prevede il completamento del sistema attraverso la realizzazione del monitoraggio profondo.

Monitoraggio topografico di superficie

Il sistema di monitoraggio automatico installato è in grado di individuare ogni movimento superficiale nell'area. Ad ogni ciclo di misura le informazioni vengono inviate in tempo reale al Centro di controllo dove vengono elaborate in automatico. Dall'analisi dei dati si generano una serie di allarmi che vengono gestiti dal Centro di controllo, attivo 24 ore su 24, situato presso il Comune di Ancona dove uno staff di Tecnici specializzati ha il compito di analizzare le informazioni raccolte e valutarne la gravità e, in caso la situazione lo richieda, di dare il via alle operazioni previste dal piano di protezione Civile predisposto.

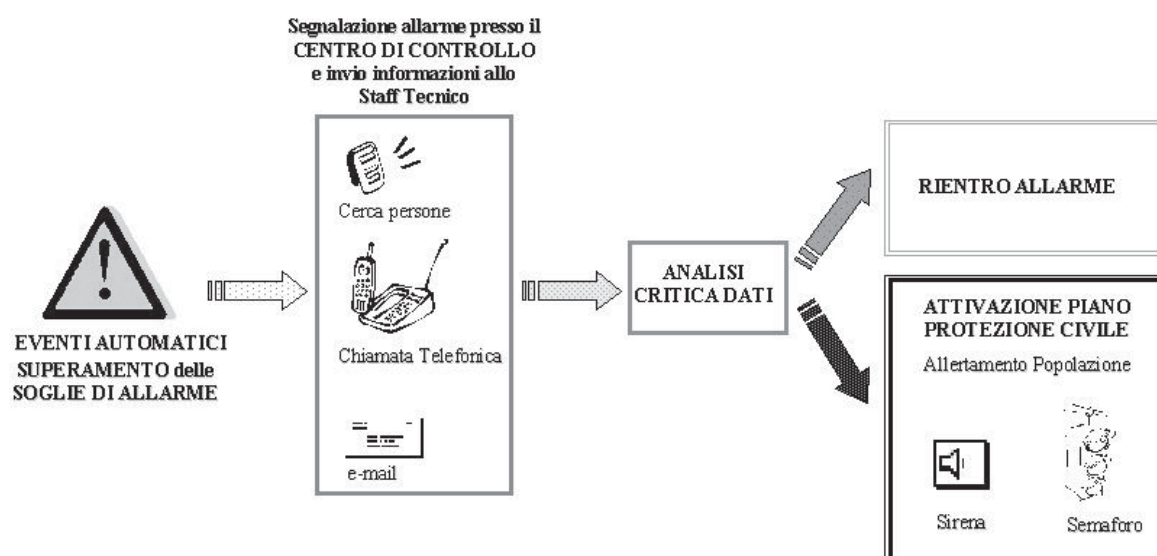


Figura 1: funzionalità del Sistema - attivazione allarmi e Soglie di tolleranza

Il sistema di monitoraggio è composto da 7 Stazioni Totali Automatiche Robotizzate per la misura di 230 prismi, 34 sensori GPS geodetici (*Global Position System*) di cui 8 Reference (Doppia Frequenza L1+L2), 26 punti di monitoraggio (Singola Frequenza L1) e 7 sensori clinometrici di altissima precisione per il controllo della stabilità delle postazioni di misura della rete di I e II livello (cabine di rilevamento automatizzate).

L'utilizzo combinato combinazione di queste tre tecnologie di misura consente di monitorare nelle tre coordinate (3D, X, Y, Z) un numero elevato di punti ed iperdeterminarne la posizione a garanzia di un controllo affidabile e efficace. Il sistema consente quindi di monitorare e controllare in automatico e in continuo la stabilità e/o gli eventuali movimenti e cedimenti degli edifici che insistono nell'area in frana.

In caso di particolari esigenze e/o di emergenza il sistema può essere diversamente configurato: i sensori GPS della rete di I e II livello possono infatti operare in modalità Real Time (RTK), mentre le Stazioni Totali Robotizzate effettuare in continuo la lettura dei prismi. Tutte le attività di ri-configurazione operative del sistema e delle modalità di acquisizione degli strumenti in campo sono eseguite da remoto.

A - Sistema GPS:

1. Rete di riferimento principale (I livello) costituita da 3 postazioni esterne all'area soggetta a rischio di frana con n. 3 sensori GPS geodetici a doppia frequenza L1+L2 posizionati su due edifici stabili e su una cabina fondata su palo in c.a.

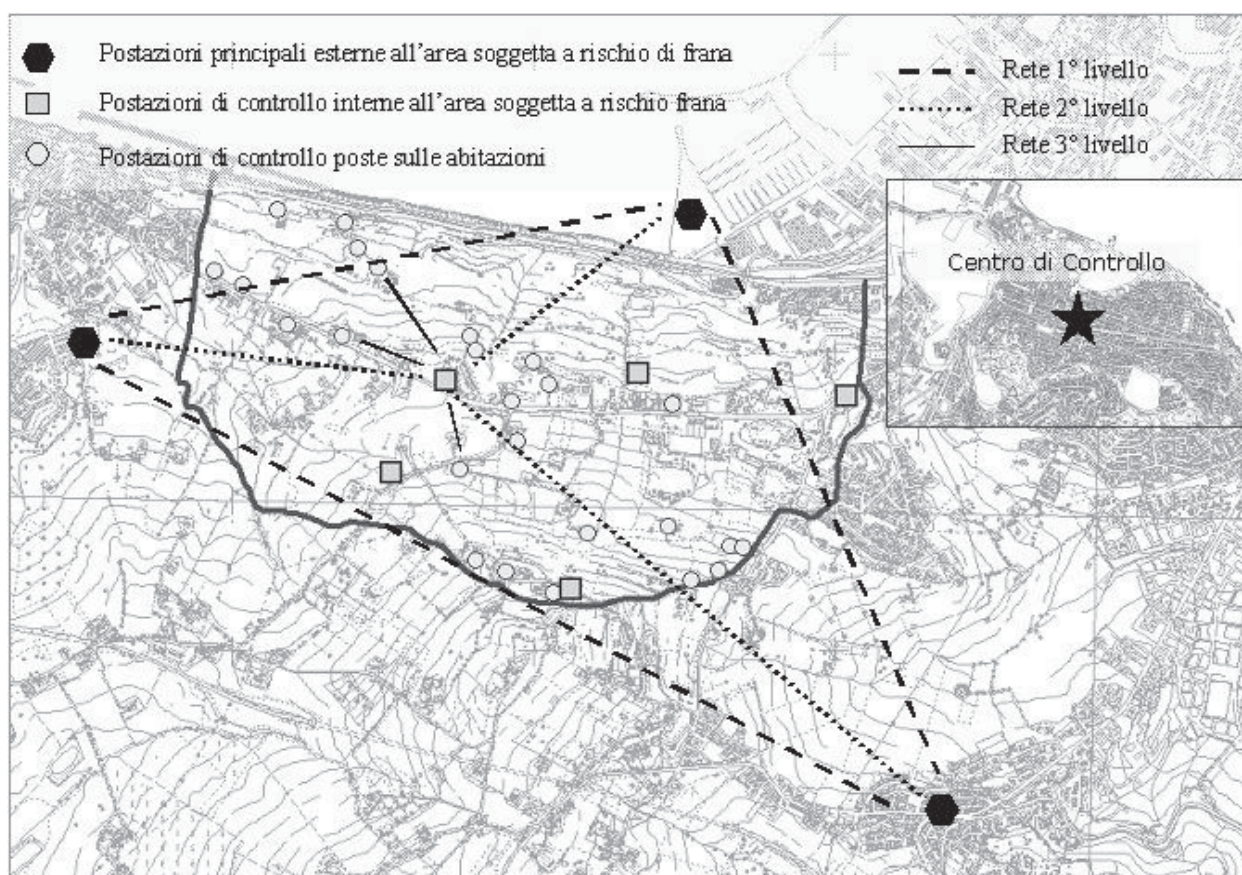


Figura 2: architettura Sistema di Monitoraggio Topografico di superficie

2. Rete di riferimento secondaria (II livello), costituita da 5 postazioni interne all'area soggetta a rischio di frana con n. 5 sensori GPS geodetici a doppia frequenza L1+L2 posizionati su un edificio e su 4 cabine fondate su pali in c.a.
 Questi sensori GPS geodetici (n.3+n.5) hanno la prerogativa di realizzare (nel complesso) una rete GPS di alta precisione che deve operare nel sistema di monitoraggio su più livelli di gestione garantendo alla rete di sensori GPS (a singola frequenza L1) posti sugli edifici da monitorare (n. 26) un robusto network di riferimento, offrendo in caso di necessità di poter operare anche in real time RTK.

3. Rete di riferimento terza (III livello) costituita da n. 26 sensori GPS geodetici a singola frequenza L1 posizionati su 26 edifici abitati da monitorare a rischio di instabilità nell'interno della frana oggetto del controllo.

L'utilizzo di sensori GPS a Doppia Frequenza garantisce una migliore qualità delle misure ed una più ampia versatilità del sistema.

B - Stazioni totali robotizzate

Sono state installate 7 Stazioni Totali Automatiche Robotizzate di cui tre in zone considerate geologicamente stabili e le restanti su in aree a rischio di frana. Tutte le Stazioni Totali Automatiche sono installate nelle stesse postazioni in cui sono posizionati i sensori GPS geodetici a Doppia frequenza (L1+L2) e costituiscono la Rete di monitoraggio di Livello I e II. La scelta di realizzare alcune Postazioni di misura all'interno della frana è legata alla necessità di monitorare in modo omogeneo ogni porzione di territorio ed ogni edificio ivi presente.

Ogni Stazione Robotica esegue in automatico misure su prismi passivi posizionati sulle abitazioni presenti sia nell'area interessata dal dissesto (Punti di monitoraggio) che al di fuori di essa (Punti di riferimento) per un totale di 230 riflettenti. Ogni 30 minuti viene eseguito un nuovo ciclo di misura. Le letture coniugate in entrambe le posizioni del cannocchiale e multiple su ogni punto consentono un controllo qualitativo sulle misure.

Il controllo degli edifici pubblici o privati presenti in frana è legato alla necessità dell'Amministrazione pubblica di rilasciare l'agibilità, mentre il controllo di alcune strutture di consolidamento, realizzate subito dopo l'evento franoso, è funzione della comprensione della sua efficacia.

C_Clinometri bi-assiali

In corrispondenza di ciascuna postazione della Rete di monitoraggio di Livello I e II sono stati inoltre installati dei sensori clinometrici bi-assiali di altissima precisione. Essi rappresentano il "Controllo del Controllore" ovvero sono deputati alla verifica della stabilità statica delle postazioni principali per la misura delle inclinazioni su 2 assi ortogonali X e Y e per la Misura della Temperatura interna

D_Sistema di Comunicazione

La trasmissione del dato proveniente dai diversi sensori avviene in due modalità in funzione del livello di importanza dell'informazione trasmessa:

- a. Rete di I e II Livello: trasmissione del dato in tempo reale via WiFi Hiperlan. Il sistema è costituito da una dorsale di collegamenti radio punto-punto tra le stazioni di misura robotizzate fino al Centro di controllo. La trasmissione del dato in tempo reale è effettuata attraverso una infrastruttura di ponti radio su frequenze ad uso libero di 5,4 Ghz (Hiperlan) che consente una trasmissione robusta, un ridotto impatto ambientale grazie ai meccanismi di controllo dei disturbi, un controllo dinamico dei canali e della potenza in base alla degradazione del segnale.
- b. Rete di III Livello: trasmissione dei dati via GSM con comunicazione "periodica" in modalità "dialing". Scarico dati ogni 6 ore.

E' questo un caso di convivenza attiva con un fenomeno franoso ingente da parte di una Amministrazione Pubblica. Una nuova filosofia che supera dinamicamente i soliti concetti statici della comune ingegneria laddove gli stessi risultino palesemente inattuabili o troppo costosi riducendo al contempo il rischio per le popolazioni abitanti le aree dissestate.

