



# CONSOLIDAMENTO IDROGEOLOGICO E RIPRISTINO DELLA VIABILITA' INTERROTTA AD ALIANO (MT)

di Nedo Biancani

10° PROGRAMMA STRALCIO DI INTERVENTI URGENTI PER LA  
RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO DEL MINISTERO  
DELL'AMBIENTE, D.G. DIFESA DEL SUOLO



## 1 *Ambito dell'intervento*

Il comune di Aliano è ubicato nella provincia di Matera, su una collina tagliata in più punti da lunghe e profonde incisioni, le cui superfici esposte coincidono con lineazioni di rotture conseguenti all'evoluzione tettonica dell'area. L'abitato, posto sulla sommità di un crinale che separa le vallate dei fiumi sopra citati, sta assumendo una rilevanza storico-culturale e turistica di importanza crescente. Negli anni 1935-36 il paese è stato

sede del confino del medico, scrittore e artista Carlo Levi, descritto nel libro *Cristo si è fermato ad Eboli*.

L'abitato è posto in una zona a grande vocazione turistico-naturalistica con presenza sia di ambienti fluviali che montani-boscati ed anche culturale e archeologica.

Purtroppo, l'abitato è cronicamente interessato da fenomeni di dissesto e di instabilità legati all'evoluzione geomorfologica del territorio. L'assetto geomorfologico dell'abitato viene descritto anche da Levi, che lo vede posto su «una specie di serra irregolare in mezzo a profondi burroni pittoreschi». Sulla stabilità dell'abitato Levi scriveva: «tutte le case parevano in bilico sull'abisso, pronte a crollare e piene di fenditure». I fenomeni di instabilità che interessano l'abitato sono cronici, e la presenza di profondi burroni che circondano l'abitato fanno ritenere il livello di rischio molto elevato. Da alcuni anni il paese è rimasto isolato dal lato Agri a causa di una grande frana, che ha interrotto la strada che collega l'abitato con il fondo valle dell'Agri, proprio all'ingresso dell'abitato. Tutto questo con grave pericolo per chi transitava la strada prima che l'evento fosse segnalato, e con i disagi dovuti alla strada interrotta.

La strada provinciale Aliano-Alianiello è stata interessata nel 1998 da un movimento di massa di grandi dimensioni a poca distanza dall'abitato di Aliano. I terreni coinvolti nel movimento sono costituiti da sabbie limose, cementate, costituendo in tal modo ammassi, frazionati in blocchi e zolle, anch'essi di dimensione variabile. La zona rivela evidenza di numerose frane antiche e recenti, tipicamente di grandi dimensioni, nei corpi sabbiosi cementati, riconducibili a traslazioni rigide su superfici piane. La stessa area di frana rivela il coinvolgimento in movimenti di grandi e piccole dimensioni, questi ultimi presumibilmente recenti.

La prima e più rilevante manifestazione dell'evento, com'è tipico per frane in questo tipo di materiali, risale al 1998, quando la strada è stata tagliata trasversalmente dal movimento franoso, subendo un abbassamento di 14-15 m su un fronte di oltre 100 m. Nel corso della realizzazione di una palificata, verso l'autunno del 1999, un'ulteriore evoluzione della frana, proprio mentre si realizzava un palo, evidenziava l'impossibilità della realizzazione dell'opera.

Al termine dell'estate dell'anno 2000 la frana, che non ha mai cessato la sua lenta attività, faceva registrare ulteriori movimenti, resi visibili da rotture sul terreno e misurate dagli inclinometri installati pochi mesi prima e subito dopo spezzatisi. Nella seconda metà del 2002 è stato possibile avere una cartografia aerofotogrammetrica aggiornata e, con la costruzione di una pista (resa possibile anche dalla esecuzione di alcune opere) si è potuto finalmente accedere al piede del versante e condurre rilievi per la delimitazione del corpo in movimento.

La stratigrafia del sito è stata ricostruita con l'ausilio di numerosi sondaggi meccanici a carotaggio continuo od a distruzione, eseguiti in varie riprese, a profondità variabile da

30 a 50 metri. La lettura delle stratigrafie mostra una notevole omogeneità, riconducibile a tre termini sovrapposti in continuità: sabbie grigie-giallastre – sabbie / silt argillosi / argille giallo-rossicce - silts argillosi / argille grigie.

Le condizioni idrogeologiche del sito sono governate da: permeabilità dello strato di sabbie affioranti; fessurazione e paracarsismo entro i depositi sabbiosi; frazione fina ( $D_{10}$ ) di tali terreni; contrasto di permeabilità con i terreni sottostanti; assetto della stratificazione (dotata di notevole pendenza verso NNE).

In tutti i sondaggi eseguiti non è stata trovata traccia di acqua organizzata in falde idriche. I primi due e l'ultimo dei fattori sopra esposti danno ragione di tale circostanza: il drenaggio profondo è da considerare eccellente e la forte pendenza impedisce condizioni significative di accumulo.

È presente invece, nei periodi di forte precipitazione, una condizione di impregnazione capillare, governata dal terzo fattore elencato, che, se alimentata, può produrre qualche limitato percolamento, fin quando non intercettato da qualche sottile livello limoso argilloso o riassorbito da fenomeni capillari. Dette fasce di impregnazione, tipicamente scure, come visibile sui fronti esposti, alimentano evapotraspirazione differita nel tempo.

## **2 *Gli interventi progressi***

Dopo la frana del luglio 1998 erano stati effettuati alcuni interventi, ai fini del ripristino urgente della viabilità interrotta, con la costruzione di un rilevato a paramenti sub-verticali e di una paratia di pali tirantati.

Le cause della frana, per quanto noto, derivano dalla debolezza del territorio: il versante è risultato "affettato" da una famiglia di fratture tettoniche subverticali di direzione N e  $340^{\circ}$ N, tagliato alla base da una discontinuità stratigrafica, con direzione quasi perpendicolare alla fessurazione, e resa temibile dall'impoverimento granulometrico causato da passati regimi idrogeologici. In pratica, le sabbie cementate risultano appoggiate su un piano inclinato di circa  $21^{\circ}$  mediante uno strato di sferette; il corpo è rimasto stabile fin quando attaccato all'ammasso retrostante dalla debole cementazione residua lungo i piani di frattura subverticali. Non sono state rinvenute falde idriche, ma l'acqua è presente nei terreni per adesione e per capillarità e ha contribuito al franamento mediante meccanismi di aumento del peso dei terreni e di attacco sulle cementazioni carbonatiche negli opportuni contesti geochimici. La riattivazione della frana dopo lunghi e continui periodi di pioggia, estate 2002-primavera 2003, fa ipotizzare anche altri meccanismi di azione dell'acqua, non identificabili nell'instaurazione di pressioni idriche, quanto piuttosto nel dilavamento e trasporto delle frazioni più fini, con

sconvolgimento dei rapporti mutui di contatto (e di forze trasmesse) tra le zolle costituenti il corpo della frana. Il ragionevole tentativo di bloccare la frana, nell'ottica del ripristino della viabilità interrotta, acquisiva, a seguito dei rilievi condotti al piede della frana dopo il conseguimento della sua accessibilità, il carattere di necessità. Infatti, i rilievi evidenziavano il movimento dell'intera zolla in frana a chiudere il fosso principale, che nasce in corrispondenza dell'abitato di Aliano, con conseguenze pericolosissime per l'abitato stesso, a causa del lago artificiale che genererebbe fino a che, una condizione di sifonamento, non ne produrrebbe la distruzione repentina.

Gli interventi di consolidamento e di monitoraggio originariamente eseguiti sono consistiti nella realizzazione di ulteriori due file di tiranti sulla preesistente struttura su pali in destra frana e della paratia di collegamento a monte della strada e nell'esecuzione di ulteriori due strutture di sostegno a micropali nel luglio 2002, con inizio e fine della seconda e terza struttura di consolidamento.

Nel giugno 2001 è cominciata l'attività di controllo topografico su alcuni punti della gabbionata e delle strutture esistenti, o nel frattempo costruite, dal nuovo riferimento in sinistra cantiere, con misure inizialmente mensili, e successivamente infittite, dopo la riattivazione del movimento avvenuta il 12.9.2002. Sono state inoltre eseguite ulteriori perforazioni inclinometriche, interrotte, a varie quote dopo la riacutizzazione del movimento del 12.9.02 e con semplice rivestimento, da esplorare con sonda TV. Dopo tale data, il Laboratorio di Idrogeologia Applicata dell'Università della Basilicata, che curava anche le misure inclinometriche, ha posto in opera una stazione per il rilevamento dell'emissione acustica generata dal movimento della frana, rivelatasi particolarmente utile per il monitoraggio dell'evoluzione cinematica della stessa. Il monitoraggio del movimento di diversi punti del corpo di frana ha rivelato che la frana è sensibile agli eventi climatici, con meccanismo complesso, che tiene conto di grosse zolle perimetrali in spostamento verso NE, cui segue un meccanismo di insaccamento e spostamento verso N anche delle zolle comprese tra la strada e le zolle perimetrali. Queste ultime, parzialmente frantumate, erano aggredite in modo particolare dalle acque di ruscellamento superficiale, che si insinuavano tra le fratture e dilavavano le parti sciolte. Non apparivano invece, come tipico per questi materiali e per questi tipi di frane, rilevanti condizioni di pressioni interstiziali, posto che l'ammasso drena sia per la costituzione sabbiosa, sia per le grosse fratture che lo affliggono.

Nel contesto delle rilevanti fratture rilevate sul terreno e dei grossi spostamenti misurati su una delle zolle perimetrali, gli spostamenti in corrispondenza della strada e delle strutture realizzate erano centimetrici. Questi ultimi dunque evidenziavano un corretto lavoro di interdizione al movimento della massa in frana esplicito dalle strutture esistenti e nel frattempo realizzate, anche se la quota di carico da esse

sopportata era forzosamente superiore a quella ad esse destinata in progetto.

Non esistevano pertanto controindicazioni al proseguimento e al completamento delle opere di consolidamento, quantitativamente ridefinite, alla luce delle maggiori dimensioni volumetriche complessive rivelate dal corpo di frana.

Nel movimento verso N-NE del corpo di frana nella prima rottura, questo si è parzialmente appoggiato sul versante opposto di un fosso laterale, in prossimità della sua confluenza con un fosso più grande. Conseguentemente, è stato progettato, e realizzato quasi nella sua totalità, un intervento di sistemazione e colmamento di questi due fossi, per ricostituire il piede del versante in frana ed anticipare il movimento di chiusura della valle, che, altrimenti avrebbe conseguenze catastrofiche sull'abitato.

Il corpo di frana, sulla base delle misure topografiche dirette e confermate dalle misure effettuate con GPS continua un movimento lungo il fronte delimitato dagli speroni con velocità costante di poco meno di 1 mm al giorno. Le ultime misure disponibili risalivano al 30 giugno 2004. Le evidenze di nuove rotture e di gradini sul terreno apparivano ridotte nonostante permanesse, senza gli alleggerimenti richiesti in precedenza, il soprappeso costituito dalle gabbionate di testa. Risultava rifilato in quota l'ultimo sperone a valle, onde è possibile visualizzare l'appoggio contro la parete verticale che delimita la frana di un blocco massosi in precedenza, sul quale, a sua volta, si evidenziava una superficie recente di scorrimento. Sono state eseguite operazioni di rinforzo sul piano di scivolamento del primo degli speroni, con presenza di boiaccia in due punti sulla pista che passa al di sotto. Si sono colmate le fessure determinatesi sul ciglio di monte, lato prima diaframma su micropali, mediante immissione di acqua miscelata a cemento, con rapporto orientativo di 1 q a mc con moderata pressione.

### **3 *Gli interventi realizzati***

La strada Aliano-Alianello assumeva un aspetto molto importante per il collegamento di Aliano con la Val d'Agri, anche di intenso flusso di traffico, che collega il Comune con il Metapontino. Le opere pregresse avevano sinora arginato, ma non contenuto, il fenomeno franoso, stante la limitatezza degli interventi, a causa della mancanza delle risorse finanziarie. La mancata prosecuzione avrebbe vanificato quanto già realizzato ed innescato, in maniera irreversibile, il riattivarsi del movimento con le relative conseguenze catastrofiche per l'abitato. Inoltre, era necessario urgentemente ridurre i disagi provocati alla popolazione a seguito della interruzione del collegamento, in quanto per unire i due centri Aliano ed Alianello (distanti solo 4 km) occorreva percorrere una strada alternativa di circa 50 km, con disagi in tutto l'arco dell'anno, per la diversa dislocazione nei due centri delle strutture

sanitarie, scolastiche, amministrative, sociali, etc. L'urgenza era dettata anche sotto l'aspetto della Protezione Civile. Ripristinare il collegamento e completare le opere di stabilizzazione del versante è apparso indifferibile. Sono stati previsti:

#### *Interventi di completamento per il consolidamento*

In funzione dei risultati conseguiti e delle azioni intraprese ed in via di esecuzione e/o completamento, si è ritenuto necessario innanzitutto proseguire nella campagna di monitoraggio e raccolta dati già descritta in precedenza.

Per dare poi consistenza definitiva agli interventi già realizzati ed in corso di esecuzione, si è ritenuto necessario proseguire, in funzione anche del comportamento della frana nel tempo, nella costruzione di opere e manufatti di consolidamento (micropali, macropali rigidi, rimodellamento e sistemazione idraulica di superficie).

#### *Interventi per il ripristino viario*

Per ripristinare la viabilità tra Aliano e Alianello è stata prevista la costruzione di un nuovo ponte, a tre luci, con struttura portante costituita da due pile centrali e da spalle laterali; la posizione planimetrica delle due pile è esterna rispetto al ciglio superiore del movimento franoso e risulta di accertata sicurezza rispetto alla stabilità complessiva del manufatto, come meglio dettagliato nelle apposite relazioni di settore (geologico-geotecnico e di calcolo strutturale). La sezione corrente del viadotto è di tipo composto (struttura in acciaio alla quale è solidale la soletta in calcestruzzo armato).

Si è così redatto il progetto dei lavori di «Completamento del ripristino viario Aliano-Alianello e di completamento del consolidamento del pendio sottostante».

L'importo necessario era di € 5.365.000,00.

L'Amministrazione ha reperito presso la Regione Basilicata risorse per € 1.398.515,00. Il Ministero dell'Ambiente (D.G. Difesa del Suolo), ha messo a disposizione un finanziamento di 2.500.000 €, nell'ambito del 10° *Programma stralcio di interventi urgenti per la riduzione del rischio idrogeologico*, ai sensi dell'art. 16 della L. 179/2002.

Il Gruppo di Lavoro che ha seguito il progetto e i lavori era composto da: Geom. Nicola Di Ruggiero (Comune di Aliano), Ing. Donato Grieco (Responsabile del Procedimento, Ufficio Infrastrutture e Difesa del Suolo, genio Civile di Matera), Prof. Ing. Giuseppe Spilotro, Prof. Ing. Pierino D'Ambrosio (progettista), Prof. Ing. Antonio Di Santo (progettista), Prof. Dr. Nedo Biancani (Referente per il Ministero dell'Ambiente-DG Difesa Suolo, Assistenza al R.U.P., Consulente, supervisore). Nel periodo era Sindaco il Dr. Antonio Colaiacovo.

Il nuovo ponte è stato inaugurato il 22 maggio del 2008.

L'esperienza testimonia un caso di successo degli interventi in emergenza. La criticità soggiacente può stimolare la

riflessione, più ampia, se quella degli interventi in emergenza sia irrimediabilmente destinata a costituire la via ordinaria della *governance* della tutela del territorio, specialmente in un ambito delicatissimo come quello della difesa del suolo.

Nel caso di Aliano, la geologia non era disposta a concedere tempo per la riflessione sulle politiche di gestione del rischio idrogeologico.