

PROGETTO STRATEGICO PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA FRANA NELL'APPENNINO PUGLIESE DAUNO: APPROCCIO METODOLOGICO E RISULTATI PRELIMINARI

Federica Cotecchia, Claudia Vitone, Giuseppina Mitaritonna
Politecnico di Bari, Dip. Ingegneria Civile ed Ambientale
f.cotecchia@poliba.it, c.vitone@poliba.it, g.mitaritonna@poliba.it

Piernicola Lollino, Francesca Santaloia
Consiglio Nazionale Ricerche – IRPI, Bari
p.lollino@ba.irpi.cnr.it, f.santaloia@ba.irpi.cnr.it

Sommario

La nota illustra i risultati preliminari di un progetto di ricerca multidisciplinare finalizzato alla definizione di una metodologia di previsione del rischio da frana in centri urbani minori ubicati nel settore pugliese dell'Appennino Dauno.

Introduzione

Molteplici fenomeni franosi coinvolgono le successioni sedimentarie tettonizzate affioranti in estese aree del settore pugliese dell'Appennino Dauno (Figura 1a), la cui riattivazione causa ingenti danni alle strutture urbane ed infrastrutture ivi presenti. I diversi studi svolti fino ad oggi sulla franosità e sul rischio da frana in Daunia hanno contemplato soprattutto gli aspetti geologici e geomorfologici dei processi di instabilità (Cotecchia 1963; Melidoro 1971; Zezza et al. 1994, Iovine et al., 1996). Al contempo, le carte di pericolosità da frana redatte, spesso risultano essere degli inventari di frana (IFFI, AVI, PAI), per cui non costituiscono degli strumenti di valutazione dell'evoluzione delle fenomenologie e, dunque, di previsione della pericolosità. Dato il forte condizionamento esercitato dai fenomeni franosi sull'attuale sviluppo economico e sociale dei centri urbani della Daunia, è stata avviata una ricerca, recentemente finanziata dalla Regione Puglia (Progetti Strategici, 2007-2010), finalizzata alla definizione di una metodologia di previsione del rischio da frana che possa essere di riferimento nella pianificazione dei centri urbani minori della regione, che sia dunque atta alla valutazione del rischio alla scala del territorio comunale. La ricerca prevede un'analisi multidisciplinare di tutti i fattori che incidono sul rischio da frana, ossia sulla pericolosità, sulla vulnerabilità degli elementi a rischio e sulla loro esposizione; il progetto di ricerca, infatti, coinvolge unità di ricerca afferenti all'ingegneria geotecnica, alla geologia, alla scienza e tecnica delle costruzioni ed alla pianificazione ed urbanistica. La scala di analisi dei processi è intermedia tra quella di versante e quella regionale e, aspetto innovativo della ricerca, è l'uso di un approccio di tipo deterministico benché non si tratti di analisi di pericolosità da frana per il singolo pendio. Si ritiene infatti che l'uso combinato delle tecniche più avanzate di analisi del territorio e rilievo dei fattori ambientali, in campo topografico, idraulico/idrogeologico e geomorfologico, e degli strumenti di interpretazione e di modellazione della franosità di cui oggi si dispone in campo geotecnico, possano permettere l'applicazione di metodi deterministici alla previsione della pericolosità da frana su aree comprendenti più versanti, benché complessivamente di limitata estensione, quali quelle che sottendono il singolo centro urbano minore. Nel seguito si presentano alcuni aspetti di

impostazione della ricerca e qualche risultato preliminare.

Assetti geologici e geomorfologici

Nella I fase della ricerca, svolta con analisi preliminari in tutti i 24 centri urbani di catena presenti nella regione dauna, tre principali assetti geologici sono stati identificati. Gran parte di detti centri sorge infatti su placche rocciose, costituite da alternanze di calcari e terreni fini (Flysch di Faeto) o da arenarie con intercalazioni argillose (Flysch di San Bartolomeo), che sovrastano sequenze di terreni prevalentemente argillosi (Marne Argillose del Toppo Capuana o Flysch Rosso con interstrati di argille bentonitiche), caratterizzati da un grado di fessurazione da medio ad intenso (*assetto GE1*; Figura 1b). Taluni abitati risiedono invece su versanti in cui i contatti tra le formazioni a dominante componente litoide e quelle pelitiche presentano un assetto monoclinale, concordante o discordante (*assetto GE2*; Figura 1b). Infine, qualche centro urbano giace su un'area ove prevale in affioramento un'unica formazione geologica (*assetto GE3*; Figura 1b). Le principali tipologie di frana (Cruden & Varnes, 1996) rilevate in tali contesti sono rappresentate sia da scorrimenti composti, multipli e profondi (*tipologia di frana TF1*, Figura 1c) che da frane complesse e composite, da superficiali a mediamente profonde, identificabili come scorrimenti rotazionali evolventi in scorrimenti di fango, con una o più aree di alimentazione (*tipologia di frana TF2*, Figura 1c). Entrambe le tipologie coinvolgono le aree con assetti *GE1* e *GE2*. In particolare, i movimenti di massa *TF2* interessano inizialmente le porzioni inferiori dei versanti, ove affiorano i terreni argillosi, e tendono ad avanzare per retrogressione verso monte, arrivando a coinvolgere direttamente la placca lapidea, in contesti tipo *GE1*, sulla quale usualmente sorgono i centri storici degli abitati. Gli scorrimenti di fango singoli costituiscono la terza tipologia di frana individuata (*TF3*, Figura 1c). Essi coinvolgono versanti con assetti *GE2* o *GE3*, con profondità minori di 20÷30 m, e sono spesso riconosciuti come colate negli inventari delle frane, ma dati di recente acquisizione riconoscono in essi la presenza di una superficie di scivolamento che ne controlla il meccanismo. Questi scorrimenti si trovano oggi spesso ad interagire con zone di recente espansione urbana, al di fuori degli affioramenti lapidei, dove strutture ed infrastrutture fondano ormai direttamente sulle sequenze argillose. Le diverse frane rilevate sono attive lente e/o molto lente ($v < 5 \cdot 10^{-5}$ mm/sec; Cruden & Varnes, 1996), talora con periodi di maggiore velocità di spostamento. Stante la rappresentatività di questi assetti geologici e di frana per l'intero gruppo di territori comunali esaminati, la ricerca intende analizzare i meccanismi che generano dette frane per dedurre strumenti adeguati di previsione dell'evoluzione di dette fenomenologie e, dunque, della suscettività da frana in questi contesti. A tal fine, il lavoro sarà sviluppato in un sito campione che risulti il più rappresentativo per assetto geologico e di frana della regione, nell'ambito del quale sviluppare la metodologia di previsione del rischio.

Comportamento meccanico dei terreni coinvolti

I terreni coinvolti nei meccanismi di frana in studio sono ascrivibili alle *Formazioni strutturalmente complesse* (Esu, 1977). Si tratta infatti di terreni caratterizzati da una mesostruttura fessurata e disomogenea, prodotto degli intensi processi deformativi di origine tettonica cui le formazioni sono state sottoposte. In particolare, con riferimento al grado di fessurazione, le argille del Flysch Rosso, ovvero le argille varicolori scagliose in Figura 2a e le argille bentonitiche in Figura 2b, possiedono rispettivamente una mesostruttura da molto intensamente ad intensamente fessurata (I6 e I5 nella classificazione di Cotecchia et al., 2006), mentre le Marne Argillose di Toppo Capuana in Figura 2c si presentano mediamente fessurate (I4 nella classificazione di Cotecchia et al., 2006). La fessurazione, allorché da media ad intensa, può essere intesa come una nuova variabile di stato del materiale (Cotecchia

& Santaloia, 2003, Cotecchia et al., 2006). In particolare, la sperimentazione condotta mostra che, a differenza delle argille non fessurate naturali, la struttura, indebolita dalla fessurazione, rende l'argilla naturale caratterizzata da resistenze e pressioni di snervamento inferiori a quelle dello stesso terreno ricostituito (Vitone, 2005).

Un primo caso di studio: Celenza Valfortore

Un primo caso di analisi del progetto è stato l'abitato di Celenza Valfortore (FG). L'assetto geologico ed idraulico dell'area in esame è stato ricostruito sulla base di rilievi in sito e di dati rivenienti da diverse campagne geognostiche pregresse (dati stratigrafici, inclinometrici e piezometrici – Progetti di consolidamento anni 1982-2005).

L'assetto dell'area su cui sorge l'abitato è del tipo *GE2* (Figura 1b) per la sovrapposizione 'radicata' del Flysch di San Bartolomeo (SBO nel seguito) su argille scagliose varicolori del Flysch Rosso (FYR nel seguito), ad elevata componente smectitica ($Sm=65\%$; $IP=39\%$). SBO è costituito da un membro arenaceo inferiore ed uno superiore prevalentemente argilloso ($Sm=33\%$; $IP=46\%$); tuttavia, localmente sono presenti anche inversioni della predetta successione. Il centro storico è ubicato essenzialmente sul membro arenaceo del SBO, mentre la porzione recente dell'abitato fonda direttamente sulle argille del FYR o del SBO (Figura 3). Inoltre, strati di detrito o di terreno di riporto di spessore significativo (5-10 m) sono rinvenuti in maniera diffusa nelle aree sommitali del rilievo su cui sorge l'abitato, spesso in cresta di frana. I versanti sono interessati principalmente da frane del tipo *TF2* (Figura 1c), localmente profonde (30÷40 m dal p.c.) e con più aree di alimentazione (Figura 3). Dette frane, in atto o suscettibili di potenziale rimobilitazione, coinvolgono sia FYR che il membro argilloso di SBO. La superficie di falda ha profondità media di 2-3 m dal p.c. Le scarpate di frana raggiungono, per evoluzione retrogressiva, le aree di fondazione dei fabbricati (Figura 3). Le resistenze medie mobilizzate nelle bande di taglio che confinano alcuni degli scorrimenti sono state dedotte con analisi a ritroso (Morgenstern & Price, 1965), implementando distribuzioni delle pressioni interstiziali desunte da analisi di filtrazione agli elementi finiti (*SEEP/W*, GeoStudio 2004) e risultano essere pari a $c'=0$ kPa e $\phi'=16.5^\circ$ per le argille del FYR e $c'=0$ kPa e $\phi'=22^\circ$ per le argille del SBO. Detti parametri di resistenza corrispondono a condizioni di resistenza massima in zona *wet* per le argille FYR e condizioni di resistenza post-picco delle argille del Flysch SBO. Valutazioni del tipo sin qui discusso sono in corso di formulazione per la maggior parte dei 24 siti danni di catena, al fine di poter confrontare i meccanismi di frana più diffusi nelle aree comunali della regione e scegliere il sito pilota ove svolgere le analisi più approfondite che vadano a definire la metodologia di previsione del rischio obiettivo del progetto.

Ringraziamenti

La ricerca è stata finanziata con i fondi del Progetto Strategico (PS_119) della Regione Puglia.

Bibliografia

- Cotecchia V. (1963), "I dissesti franosi del Subappennino Dauno con riguardo alle strade provinciali", *La Capitanata*, I, 5/6, 162-168.
- Cotecchia, F. & Santaloia, F. (2003), "Compression behaviour of structurally complex marine clays", *Nakase Memorial Symposium on Soft Ground Engineering in Coastal Areas*, Japan, 63-72.
- Cotecchia, F., Vitone, C., Cafaro, F., Santaloia, F. (2006), "The mechanical behaviour of intensely fissured high plasticity clays from Daunia", *Characterisation. and engng properties of Natural Soils Singapore*, 1975-2003.
- Cruden D.M. & Varnes D.J. (1996), "Landslide Types and Processes", A.K. Turner and R.L. Schuster (eds), *Landslide-Invest. and Mitig.*, Transp. Res. Board, Spec. Rep. 247, Nat. Res. Co., USA, 36-75.

- Esu, F. (1977), "Behaviour of slopes in structurally complex formations", *The Geotechnics of Structurally Complex Formations; Proc. intern. symp.*, Capri, 2, 292-304.
- GeoStudio (2004), Geo-Slope International Ltd., Calgary, Alberta, Canada.
- Iovine G., Parise M. & Crescenzi E. (1996), "Analisi della franosità nel settore centrale dell'Appennino Dauno". *Memorie della Soc. Geol. Italiana*, 51, 633-641.
- Melidoro G. (1971), "Movimenti franosi e zonizzazione del bacino del Fiume Fortore." *Geol. Appl. e Idrogeol.* 6, 17-39.
- Melidoro G. (1982), "Indagini geologiche sulle condizioni di stabilità dell'abitato di Celenza Valfortore." *Relazione tecnica*.
- Morgenstern N.R. & Price V.E. (1965), "The analysis of the stability of general slip surface", *Géotechnique*, 15, 239-247.
- Vitone C. (2005), "Comportamento meccanico di argille da intensamente a mediamente fessurate". *Tesi di Dottorato*, Politecnico di Bari.
- Zeza F., Merenda L., Bruno G., Crescenzi E. & Iovine G., 1994, "Condizioni di instabilità e rischio da frana dell'Appennino Dauno Pugliese". *Geologia Applicata e Idrogeologia*, 29, 77-141.

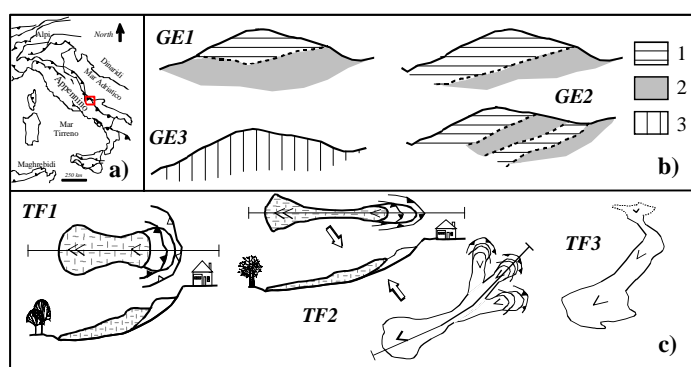


Figura 1 - Carta strutturale dell'Italia e ubicazione dell'area di studio (a); schemi degli assetti geologici (b) e delle tipologie di frana (c) individuati nelle aree ove affiorano due formazioni geologiche a prevalente componente lapidea (1) o argillosa (2) oppure un'unica formazione (3).

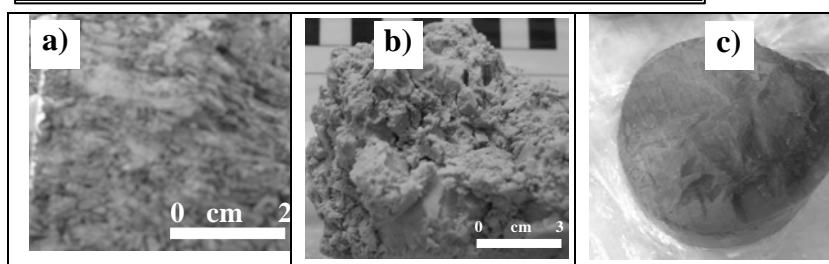


Figura 2 - Mesostruttura delle argille varicolori scagliose (a), delle argille bentonitiche (b) del FYR e delle argille marnose (c) di Toppo Capuana.

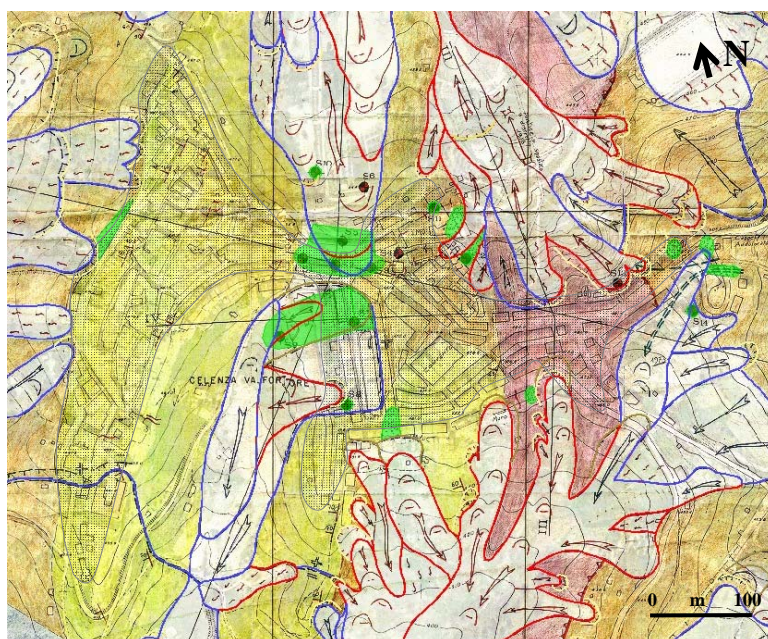


Figura 3 - Celenza Valfortore: carta geomorfologica con indicazione degli affioramenti (Melidoro 1982, modificato). Legenda: terreno di riporto (verde); membro arenaceo SBO (giallo chiaro); membro argilloso SBO (giallo scuro); argille varicolori del FYR (rosa); i contorni dei corpi di frana rilevati attivi e quiescenti sono riportati rispettivamente in rosso e in blu. Il tratto grigio delinea il perimetro del paese.