



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Associazione Italiana di Geologia e Turismo

Regione Emilia-Romagna
SERVIZIO GEOLOGICO, SISMICO E DEI SUOLI

GEOLOGIA & TURISMO

... A 10 ANNI DALLA FONDAZIONE

**5° Congresso Nazionale
Geologia e Turismo**

Bologna, 6 -7 giugno 2013

ATTI ISPRA

Informazioni legali

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo volume.

ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma
www.isprambiente.gov.it

ISPRA, Atti 2015

ISBN 978-88-448-0721-4

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Citazione consigliata:

D'ANDREA M. & ROSSI R. (a cura di), 2015 – Geologia e Turismo ... a 10 anni dalla fondazione. 5° Congresso Nazionale Geologia e Turismo, Bologna, 6-7 giugno 2013, Atti, ISPRA, Roma.

Coordinamento tecnico-scientifico ed editoriale:

Myriam D'Andrea, Roberta Rossi
miriam.dandrea@isprambiente.it, roberta.rossi@isprambiente.it
ISPRA – Servizio Attività Museali
www.isprambiente.gov.it/it/museo

Revisione dei testi:

Myriam D'Andrea, Roberta Rossi, Alberto Compagnone
ISPRA – Servizio Attività Museali

Revisione dei testi lingua Inglese:

Daniela Genta
ISPRA – Servizio Portale WEB

Coordinamento tipografico:

Daria Mazzella
ISPRA - Servizio Comunicazione

Grafica di copertina:

Franco Iozzoli
ISPRA - Servizio Comunicazione

Elaborazione grafica e impaginazione:

Ti.Gi. Grafica di Mauro Abbafati

Didascalia foto di copertina:

Monte Etna, Patrimonio mondiale dell'Umanità dal 21 giugno 2013: attività parossistica del gennaio 2012. Archivio Ente Parco dell'Etna



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Associazione Italiana di Geologia e Turismo



GEOLOGIA & TURISMO

... A 10 ANNI DALLA FONDAZIONE

a cura di

Myriam D'Andrea e Roberta Rossi

**5° Congresso Nazionale
Geologia e Turismo**

Bologna, 6 -7 giugno 2013

ATTI ISPRA

PREFAZIONE

L'ISPRA dedica un Volume degli Atti al decennale dell'Associazione Italiana di Geologia e Turismo, riconfermando l'interesse dell'Istituto per le tematiche in questo trattato: la conoscenza del territorio, delle sue risorse e dei suoi rischi, la responsabilità della conservazione dei beni ambientali e culturali. Motivo ulteriore di adesione al progetto è la condivisione degli scopi dell'Associazione di cui l'Istituto è, dal 2014, Socio Istituzionale e il fatto che una delle curatrici è Socio fondatore e Vice Presidente dell'Associazione.

Il Volume ha offerto un'ottima occasione anche per ripercorrere brevemente la storia e l'impegno dei primi 10 anni di attività dell'Associazione, e per citare le sinergie da questa attivate con il mondo delle Istituzioni ed Organizzazioni nazionali impegnate nella divulgazione delle scienze della Terra e del loro inserimento nei circuiti del turismo culturale.

Il Volume propone le sessioni e i contributi secondo l'ordine stabilito per il Congresso; ogni sessione è preceduta da una breve presentazione a cura dei convener, ai quali sono stati sottoposti i contributi dagli autori. Si è ritenuto di annettere anche la ricca sessione poster, risultato del cospicuo lavoro di preparazione della mostra itinerante "Viaggio nella geologia dell'Italia, 2° edizione".

Le quasi 800 pagine che lo costituiscono raccontano la geologia del territorio italiano, con alcuni contributi su Argentina, Grecia e Marocco. L'intento da parte di tutti gli autori, è quello di rendere disponibile il patrimonio scientifico, ambientale e culturale, e di farlo percepire anche ad un pubblico meno specialistico.

Le curatrici desiderano ringraziare quanti hanno contribuito, con la loro disponibilità, a completare quest'opera imponente e complessa, in particolare: la Regione Emilia Romagna, per l'impegno di risorse necessarie alla realizzazione grafica del Volume; Paola Barchiesi (del Servizio Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna) e Annalisa Aiello (del Museo Civico "E. Caffi" di Bergamo) per l'assistenza fornita nel corso della lavorazione; i referèe per la collaborazione nella verifica dei testi; tutti gli autori dei contributi per la paziente attesa della pubblicazione. Un sentito ringraziamento va inoltre ai colleghi dell'ISPRA, Alberto Compagnone, Daniela Genta e Franco Iozzoli, per il supporto nella stesura, e a Mauro Abbafati della TIGI Grafica per la pazienza e l'attenzione prestate nell'allestimento grafico del volume.

Myriam D'Andrea

*ISPRA, Servizio Attività Museali
Socio Fondatore e Vice-Presidente di Geologia e Turismo*

Roberta Rossi

ISPRA, Servizio Attività Museali, Collezioni Paleontologiche

GEOMORFOLOGIA, MONITORAGGIO STRUMENTALE ED ATTRAZIONE CULTURALE NEL TERRITORIO DI ALIANO (BASILICATA)

di *Silvestro Lazzari*

Cedat Europa – Centro Dati e Servizi per l'Ambiente e il Territorio
Via Ancona 37/G – 85100 Potenza, cedateuropa@virgilio.it

Abstract - Geomorphology, exploitable monitoring and cultural attraction in the territory of Aliano (Basilicata)

The present paper describes the landslides of Aliano town (MT) and the consolidation works made for its preservation.

The evolution of hydrogeological hazard suggested to foresee a monitoring system for the landslides control. The geomorphological elements, the landscape, the interventions and the center of data acquisition could be also an element of cultural attraction.

PREMESSA

Viene illustrato un approccio multidisciplinare in cui tecnologia, innovazione, territorio ed economia si integrano e si fondono con l'obiettivo di contribuire alla protezione ed allo sviluppo della comunità di Aliano, un insediamento appenninico caratterizzato da rilevanti risorse paesistiche e naturalistiche, fruibili nel settore del turismo culturale e del geoturismo.

Il territorio di Aliano è ubicato nel bacino dell'Agri in Basilicata e si caratterizza per essere sede di un complesso sistema geomorfologico causato da fenomeni morfogenetici superficiali e profondi rappresentati da calanchi e da movimenti di versante, che hanno determinato nel tempo un paesaggio affascinante, in continua evoluzione erosiva e gravitazionale.

Questo paesaggio è caratterizzato nel lato occidentale dell'abitato, prevalentemente sabbioso, da balze molto elevate ed in quello orientale, prevalentemente argilloso, da calanchi che si manifestano con forme quanto mai varie e suggestive, che si configurano come dorsi d'elefante, sequenze di solchi ed incisioni, cupole e piramidi di argilla.

L'insediamento di Aliano è interessato da una diffusa demolizione rapida dei versanti, che si è manifestata nel passato con vistosi movimenti di frana che hanno intaccato, con un meccanismo rimontante, la cresta collinare su cui insistono le strutture abitative.

Tuttavia due elementi conferiscono a questo territorio un significativo ed unico interesse scientifico e divulgativo.

Il primo attiene alle opere, spesso maestose e complesse, realizzate per rallentare la demolizione rapida dei versanti. Il secondo riguarda l'evoluzione morfogenetica differenziata, di cui documenti storici ed evidenze sul terreno testimoniano l'esistenza ed il manifestarsi a cadenze coincidenti soprattutto con fenomeni pluviometrici estremi e/o con eventi sismici di significativa magnitudo.

Alcune manifestazioni inerenti l'instabilità nel settore meridionale del centro urbano hanno suggerito all'amministrazione comunale sia di procedere a preliminari attività di monitoraggio strutturale e strumentale, quanto di prevedere un primo sistema di sensori per il controllo dei movimenti e degli spostamenti ed alcune opere di pronto intervento nei settori staticamente più vulnerabili.

La novità è quella di destinare questo sistema non solo ad obiettivi di prevenzione e controllo, quanto a scopi didattici, educativi e sperimentali, anche per arricchire l'offerta da parte di un territorio tra i più interessanti dell'Appennino meridionale ai flussi del turismo culturale e del geoturismo, che mostrano sempre più interesse per Aliano.

I principali elementi di interesse scientifico, culturale e didattico nel settore geologico che questo territorio presenta sono il paesaggio, la geomorfologia, l'erosione, i rischi e gli interventi di difesa del suolo.

1. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE E PROTEZIONE DEI VERSANTI

I terreni su cui questo centro è fondato ricadono nell'ambito dei depositi dei Bacini Intrappenninici del Gruppo di Sant'Arcangelo e specificatamente nel complesso delle Sabbie di Aliano e delle Argille marnose e Sabbie di San Giorgio Lucano (Carbone *et al.*, 2005).

Queste successioni, appartenenti al ciclo Pliocene superiore - Pleistocene inferiore, sono costituite nella zona da sabbie gialle e sabbie argillose grigio-giallastre alquanto addensate e cementate, a grana media e fine, in banchi di spessore variabile da alcuni decimetri ad

oltre 10 metri, con intercalazioni di argille siltose, siltiti, sabbie argillose e lenti conglomeratiche con ciottoli ben arrotondati.

Il substrato sabbioso è ricoperto verso l'alto da un pacco di sabbie argillose sciolte di colore rosso ocraceo, aventi uno spiccato carattere di continentalità. In tale successione sono presenti localmente arenarie giallastre ad aspetto molassico e lenti di conglomerati non molto cementati (Sabbie e Conglomerati di Serra Corneta, attribuiti al Pleistocene inferiore).



Fig. 1 – Struttura a monoclinale con vari lineamenti di faglia nei pressi dell'abitato.

La successione è interessata da fitte famiglie di discontinuità quali giunti e fessure talora beanti, ad andamento per lo più verticale, che conferiscono all'insieme un aspetto talora lastriforme, talora pseudo colonnare.

Il tutto assume una conformazione a monoclinale, avente immersione a N-NE, inclinazione dell'ordine di 20°- 25° e troncata a sud da un insieme di deformazioni ad andamento E-W. È poi individuabile un sistema di faglie ad andamento N-S/E-W, che hanno dislocato dei grossi blocchi.

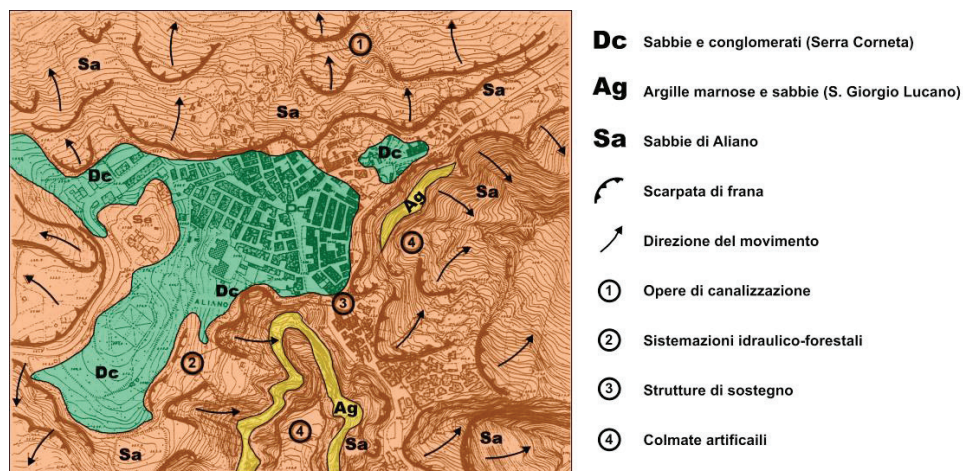


Fig. 2 - Schema geomorfologico e degli interventi (Lazzari S., 1986 rivisto).

L'assetto morfologico è condizionato quindi non solo dalla litologia, ma soprattutto dal sistema di discontinuità tettoniche prima menzionate (Fig. 1). Nel settore meridionale dell'abitato il reticolo idrografico si configura attraverso incisioni molto profonde con profilo a V e pareti subverticali che raggiungono altezze dell'ordine dei 100 m, mentre lungo il versante settentrionale, ove la stratificazione è a franapoggio, la morfologia è più dolce ed è caratterizzata da una serie di gradini talora in contropendenza, incisi da piccoli torrenti dall'accentuata erosione lineare. In corrispondenza degli affioramenti argillosi, prevalenti nel versante meridionale, l'erosione assume forme tipiche dei calanchi. La carta geologica fornisce una sintesi della struttura geologica e morfologica del rilievo di Aliano (Fig. 2).

Dal suo esame emerge che tutti i contorni di questo centro sono intaccati da fenomeni erosivi molto avanzati e da frane profonde, antiche e recenti, che nel passato hanno mobilitato grandi volumi di terreno, con meccanismi di rottura che spesso si sono manifestati con una cinematica molto rapida.

Tra i fenomeni più rilevanti va ricordato l'antico ed esteso scorrimento traslativo che ha mobilitato pacchi di sabbie su superfici planari argillose, individuate da alcuni fori di sondaggio a quote dell'ordine di 30 m, localizzato nel versante settentrionale di Aliano. Nel lato sud la tipologia del dissesto si differenzia nettamente.

Infatti le ripide pareti che bordano il centro storico sono per lo più intaccate da movimenti del tipo crollo e ribaltamento, nonché da intensa erosione evolventesi in

sistemi calanchivi, fenomeni questi evidenti nell'ambito sia del Fosso Bersagliere, del Fosso Dirroito e del Fosso delle Vigne, dove le balze sabbiose sono interessate da "sftettamenti" di tipo rotazionale o planare con conseguenti distacchi e crolli (Varnes, 1978).

Tra le cause principali vanno segnalate non solo la presenza di discontinuità strutturali, quanto l'erosione prodotta al piede dalle acque incanalate e le pressioni idrauliche che si instaurano nell'ambito delle fessure, soprattutto a seguito di eventi pluviometrici estremi o di infiltrazioni da reti idriche e fognanti (Fig. 3).

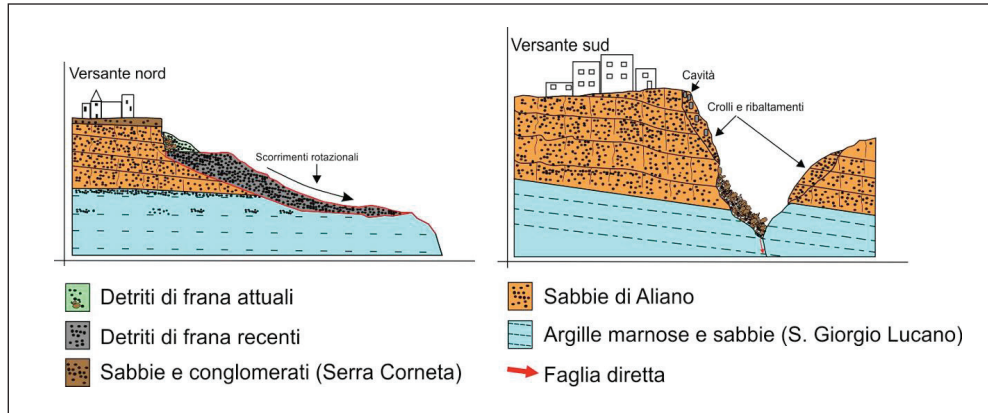


Fig. 3 - Meccanismi differenziati di demolizione rapida dei versanti nord e sud di Aliano.

Risultano quindi di interesse culturale, didattico e scientifico le forme che caratterizzano le varie tipologie di fenomeni franosi, nonché la loro evoluzione nel tempo.

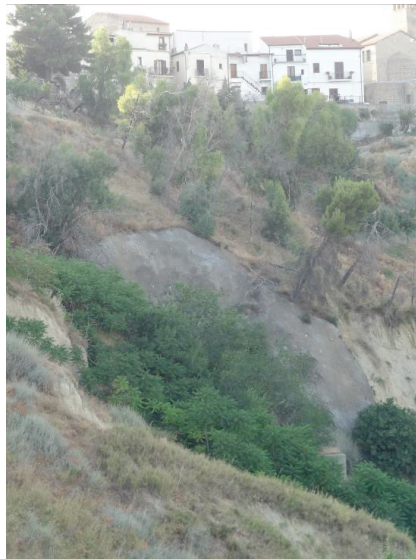


Fig. 4 - Lavori di colmata e di gunita ancorata nel versante est dell'abitato.

Pertanto il territorio di Aliano si può considerare un laboratorio didattico a cielo aperto, nel settore della geologia, della geotecnica e della geologia applicata.

Per la protezione del sistema urbano sono stati realizzati nel passato degli interventi sistematori, aventi soprattutto la finalità di rallentare il decorso dei fenomeni di demolizione rapida dei versanti.

Un notevole interesse conoscitivo fornisce il sistema di opere consolidanti, di rinaturazione arborea, di colmata delle incisioni torrentizie e di regolazione del complesso sistema di raccolta e smaltimento delle acque, realizzato a varie cadenze temporali lungo gran parte delle aree periferiche di questo centro (Lazzari, 1986).

In particolare nel versante sud sono state realizzate voluminose colmate, sovrastate da canali rivestiti e briglie, per regolare il deflusso

delle acque ed impedire l'erosione al piede delle balze sabbiose. Lungo il lato nord è stata data priorità alle opere di deflusso idrico entro canali rivestiti. Alcune operazioni di rimboschimento hanno avuto parziale successo a causa dei fenomeni di erosione e di demolizione rapida che hanno danneggiato o asportato le piantagioni. Lungo la cinta urbana sono state eseguite alcune strutture di sostegno, talora ancorate in direzione verticale ed orizzontale al terreno (Fig. 4).

Questo sistema di difesa ha contribuito notevolmente sia a ridurre la velocità di demolizione dei versanti, sia a contenere gli effetti della gravità. Oggi è urgente tuttavia realizzare il monitoraggio delle opere e procedere alla loro manutenzione, ove si renda necessario, per prevenire irreversibili danni.

Il sistema di difesa e di consolidamento va altresì completato anche con tecniche più evolute (ad esempio mediante interventi di ingegneria naturalistica).

Tali problematiche sono molto evidenti nel lato sud del centro urbano, interessato dai recenti interventi di monitoraggio.

Su tale versante gravano infatti importanti infrastrutture culturali quali il Museo della Civiltà Contadina, l'Anfiteatro e l'Auditorium.

2. INDIZI DI INSTABILITÀ RECENTE

Per acquisire informazioni sulla geomorfologia dell'area interessata da recenti tracce di instabilità è stata eseguita un'analisi del versante meridionale dell'abitato a partire dal lato sud-ovest, sottostante il Museo, sino a quello sud-est, sottostante il quartiere posto nei dintorni del municipio.

L'assetto statico è stato analizzato mediante osservazioni dirette ed immagini riprese da terra e dallo spazio. La disponibilità di immagini, riprese alcuni decenni fa, ha consentito anche di effettuare una stima attendibile dell'evoluzione morfodinamica avvenuta nel tempo, per valutare anche la rapidità del degrado, oltre che le cause ed i meccanismi evolutivi.

Il versante sottostante il Museo è costituito da una parete a profilo subverticale avente un'altezza superiore a 100 m, in cui sono ben evidenziate delle bancate sabbiose a media cementazione, intercalate da sottili livelli argilloso-limosi e ghiaiosi, con immersione a N-NE e giacitura monoclinale con inclinazioni dell'ordine di 20°-25°.

La successione presenta numerose discontinuità che ne riducono la resistenza d'insieme e risulta particolarmente esposta all'erosione superficiale prodotta dalle precipitazioni idrometeoriche.

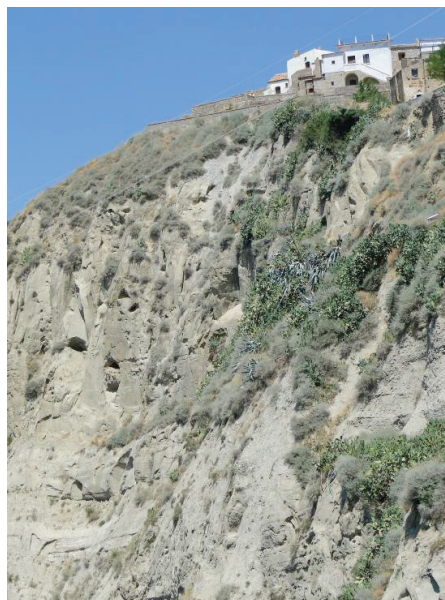


Fig. 5 – Versante sud sottostante il Museo, interessato da discontinuità strutturali, erosione e cavità antropiche.

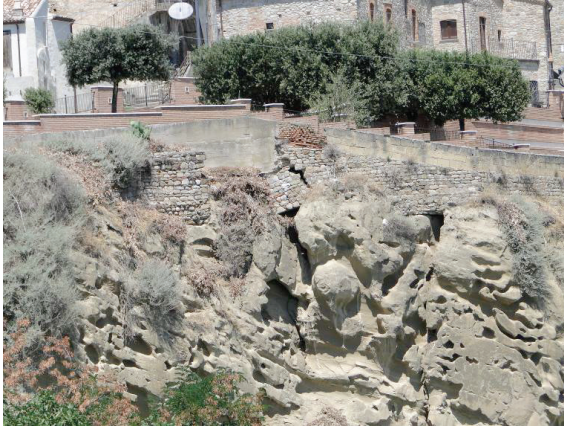


Fig. 6 – Parete instabile sottostante l'anfiteatro, dove vanno realizzati lavori di pronto intervento.

Tali discontinuità sono rappresentate da piani di strato talora ben netti, intaccati da fessure subverticali che spesso riducono l'ammasso a veri e propri diedri colonnari isolati da vuoti (Fig. 5). Sono presenti a vari livelli i resti di antiche cavità antropiche in parte troncate da precedenti collassi del pendio.

I meccanismi di degrado riscontrati sono di due tipi: il primo è legato all'azione meccanica erosiva delle acque in superficie ed alla loro penetrazione in profondità attraverso le fessure e le discontinuità, fattore quest'ultimo

estremamente pericoloso sia perché causa l'appesantimento delle masse, sia perché agevola lo scorrimento reciproco dei blocchi sabbiosi isolati dalle fessure; il secondo è dovuto essenzialmente alle forze di gravità e causa veri e propri collassi di porzioni di versante, con cinematica prevalente di crollo.

Esaminando la documentazione fotografica ripresa dall'alto ed anche da varie angolature a terra si è potuto constatare che negli ultimi decenni il pendio non ha subito profonde e sostanziali modifiche, pur presentando elementi di instabilità piuttosto diffusi.

Emerge pertanto l'opportunità a breve termine di mantenere almeno la situazione statica attuale eliminando rapidamente le possibili cause di innesco di fattori instabilizzanti. In particolare si è osservato che il piazzale prossimo al museo presenta alcuni elementi di possibile instabilizzazione, che consistono nella presenza di ribassamenti e fessurazioni che, oltre a far perdere la impermeabilizzazione ottenuta con la pavimentazione, hanno verosimilmente danneggiato e resa inagibile la rete di raccolta e di smaltimento dell'acqua. I distacchi hanno tra l'altro raggiunto il muro perimetrale museale.

Inoltre il muro di sostegno del piazzale presenta qualche elemento di instabilità lungo il piano d'appoggio, che nel tempo potrebbe determinarne un serio danneggiamento.

Una situazione pressoché simile presenta l'arco di versante che si sviluppa dalla zona a nord – est del piazzale del municipio, sino al di sotto dell'anfiteatro, sotteso da pareti spesso a profilo subverticale alquanto degradate.

Anche in quest'area i fenomeni di degrado esaminati sono riconducibili a due tipologie, di cui la prima è dovuta all'azione erosiva delle acque ed alla loro conseguente penetrazione in profondità attraverso la rete di discontinuità, mentre la seconda è dovuta essenzialmente alle forze di gravità che causano veri e propri movimenti gravitativi di porzioni di versante.

La figura 6 visualizza nel dettaglio la situazione di degrado esistente all'ingresso dell'abitato, dove necessitano urgenti interventi di recupero statico e di regolazione del deflusso idrico a difesa delle sovrastanti strutture edilizie, minacciate da un sistema complesso di fattori instabilizzanti rappresentato da antiche cavità, da fessurazioni e da erosione idrica, su cui è opportuno intervenire in una prima fase con opere a limitato

impatto e di sicura efficacia. È da rilevare altresì che ambedue i versanti sono sovrastati da antiche abitazioni oggi per gran parte restaurate, che rappresentano un'importante testimonianza storica ed antropologica di quartieri un poco più ampi, parte dei quali sono stati nel passato intaccati da rapide deformazioni gravitative, che ne hanno causato il crollo o hanno costretto gli organi regionali e comunali competenti a dichiararne l'inagibilità e la successiva demolizione (Fig. 7). Criterio quest'ultimo discusso e talora criticato, ma purtroppo reso necessario dal rischio imminente e dall'esigenza di garantire la pubblica e privata incolumità, in base alle norme all'epoca vigenti.

Le antiche testimonianze urbane risparmiate dal dissesto, recuperate ed oggi utilizzate anche per fini economici e turistici, in quanto aventi un importante valore sociale, storico ed economico, vanno tutelate e protette, perseguendo una razionale e funzionale azione di controllo dell'evoluzione statica dei sottostanti pendii, congiunta ad interventi di prevenzione e consolidamento. Ma poiché l'evoluzione morfogenetica dei versanti è continua e per molti versi incontrollabile, tale azione deve essere costante e ben programmata, creando dei presidi strumentali ed operativi avanzati. Anche questo può rappresentare un elemento didattico di come recuperare antiche testimonianze urbane in ambiti di elevata complessità statica.

Necessita quindi un'opera di difesa attiva ed organizzata del territorio e del suolo, che potrebbe divenire anche un'iniziativa da proporre per fini didattici ad un vasto pubblico scolastico, scientifico, tecnico e professionale, anche allo scopo di richiamare visitatori nell'abitato di Aliano.

Un progetto non facile, ma possibile da realizzare ed anche estremamente innovativo nelle sue varie articolazioni tecnologiche ed operative.

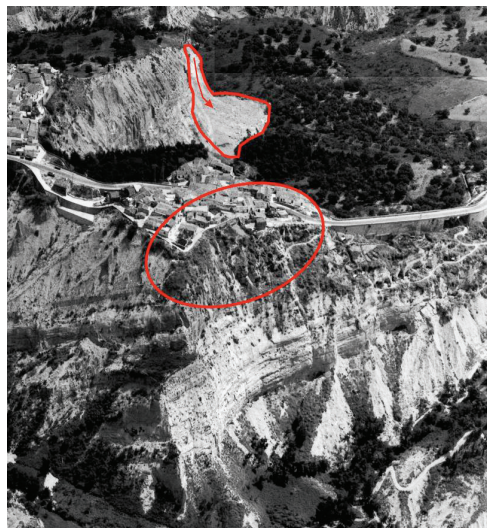


Fig. 7 - Immagine storica scattata da aereo nel 1973. Al centro il settore urbano da monitorare, in alto un'estesa frana da crollo in atto.

3. MONITORAGGIO REALIZZATO E PROPOSTO

Come prima accennato, alcune evidenze apparse sulla pavimentazione e sulle strutture dell'area posta a fianco del Museo della Civiltà Contadina, costituite da lesioni in evoluzione, hanno suggerito al Comune di attivare, tramite lo scrivente, una prima fase di rilievi e di monitoraggio, al fine di accertare le cause e prevedere degli interventi, se del caso a carattere di urgenza, con l'obiettivo di prevenire problematiche che la storia geologica di Aliano ha periodicamente messo in luce, con effetti ad elevato rischio (Lazzari, 2012).



Fig. 8 – Controllo di fessurazione nel centro abitato mediante fessurimetri, distanziometri laser e GPS.

Oltre ai consueti rilievi geognostici di superficie, supportati da immagini telerilevate, si è ritenuto di effettuare misure periodiche di precisione mediante strumentazione sia meccanica che laser, d'uso corrente in simili situazioni, facente parte del più complesso Sistema di Monitoraggio Ambientale (SIMONA) di cui lo scrivente può disporre (Fig. 8).

Nel piazzale sono stati quindi installati 3 fessurimetri a lettura diretta adeguatamente ancorati alle due facce delle fessure più significative, nonché individuati 4 punti fissi per misure di precisione con il distanziometro laser.

Le letture strumentali sono state realizzate a partire dal luglio 2012 e proseguite per alcuni mesi, sino a quando i sensori sono stati irrimediabilmente danneggiati da atti vandalici.

Le letture dei fessurimetri meccanici, realizzate, tuttavia in periodi di scarsa piovosità non hanno fornito elementi di immediato allarme, in quanto non hanno

visualizzato alcuna variazione in rapporto alla lettura iniziale (0).

Le misure distanziometriche eseguite con strumentazione di maggiore precisione, hanno individuato invece dei movimenti millimetrici tra il muro di sostegno del piazzale e quello del Museo.

Le discontinuità ed il quadro fessurativo individuati in vari punti, pur non mostrando segni di rapida evoluzione, attesa anche la stagione secca in cui le misure sono state realizzate, rappresentano tuttavia delle evidenze in superficie di fenomeni di degrado strutturale del versante, in cui le forze gravitative cominciano a prevalere rispetto a quelle resistenti che, di per se stesse, sono minate da cause geologiche e strutturali (rocce tenere e famiglie di discontinuità piuttosto fitte), da antiche cavità antropiche e dalla deleteria azione dell'acqua di infiltrazione. Effetti acceleranti possono essere eventi a rapido impatto, quali piogge intense, neve e ghiaccio, nonché scuotimenti sismici.

Un'accelerazione dei movimenti gravitativi si potrebbe manifestare qualora le due fenomenologie (piogge e sismi) dovessero verificarsi in concomitanza, come è ad esempio avvenuto al bordo del Fosso Bersagliere, a seguito del terremoto campano-lucano del 23/11/1980.

L'insieme degli elementi geomorfologici, cinematici e strutturali raccolti ha suggerito di procedere lungo due direttrici. La prima volta a realizzare un sistema di monitoraggio strumentale da collocarsi sia sul piazzale e sulle strutture, quanto nel corpo della ripida parete per valutarne eventuali deformazioni nel tempo e nello spazio. In tale quadro anche il versante sottostante l'anfiteatro va monitorato in quanto intaccato da discontinuità quali vuoti, fessurazioni ed erosione idrico-eolica.

È stato suggerito altresì di collocare dei fessurimetri anche lungo alcuni tratti di parete e di piazzale ubicati nel margine orientale del rione Uma, delimitato anch'esso da elevate pareti degradate, che possono subire evoluzioni geomorfologiche a rapido impatto.

Questo sistema avanzato di controllo del territorio ha l'obiettivo di intervenire con tem-

pestività e, ove se ne rendesse necessario, realizzare le opportune opere di presidio e di salvaguardia.

La seconda direttrice attiene ad una proposta di intervento mediante opere urgenti, mirate ad eliminare le più immediate cause di squilibrio del settore urbano minacciato. Tra gli interventi sono stati segnalati lavori di impermeabilizzazione, di ripristino della rete di smaltimento delle acque, di colmata di giunti e fessure e di realizzazione di alcune strutture di sostegno (Fig. 9).

Questo in attesa di individuare opere, anche di nuova concezione, ma ben più costose, capaci di consolidare in via permanente i versanti esposti agli effetti della gravità e dei fattori idrometeorici.

Un aspetto di particolare interesse ed utilità nel quadro delle strategie di difesa e conoscenza del territorio assume la strumentazione di monitoraggio prevista, che costituisce un avanzato sistema integrato di controllo dell'evoluzione morfogenetica dei versanti, mediante tecniche *real-time* ed in remoto, basate su piattaforme terrestri e spaziali munite di sensori ed integrate da tecnologie ICT, confluenti in un centro di acquisizione dati informativo programmato nel centro abitato di Aliano (Lazzari, 2011). In tale quadro si inserirebbe anche lo studio diretto delle pareti inaccessibili, da realizzare mediante rociatori specializzati e droni leggeri di ultima generazione utilizzati per effettuare riprese video-fotografiche da piccola distanza, per valutare il sistema di giunti e delle cavità antropiche, che rappresentano delle pericolose discontinuità delle masse sabbiose.

Questo sistema è mirato non solo al controllo, alla previsione ed alla prevenzione di eventi che inducono un rischio sull'insieme degli insediamenti e sulla rete di infrastrutture e servizi, quanto ad innescare processi di conoscenza sulle moderne tecniche di Osservazione della Terra, indispensabili alla tutela del territorio e dell'ambiente. La rete di monitoraggio, promossa dal Comune di Aliano, potrà divenire così uno strumento a duplice funzione, tecnologica e di prevenzione dalle calamità da un lato e didattico-scientifica dall'altro.

Con questo sistema avanzato sarà possibile ottenere immagini ed informazioni numeriche da remoto ed in tempo reale, attraverso vari sensori digitali inseriti al suolo (deformometri, estensimetri, inclinometri, distanziometri, *etc.*), integrati da immagini telerilevate sia da aereo sia da satellite, ed anche da informazioni fornite in caso di eventi da un mezzo mobile terrestre (Fig. 10).

La valenza culturale appare a prima vista molto importante in quanto il monitoraggio consentirà ad un target molto ampio comprendente studenti, tecnici, docenti, amministratori e specialisti, non solo di conoscere il territorio di Aliano nei suoi aspetti più sa-

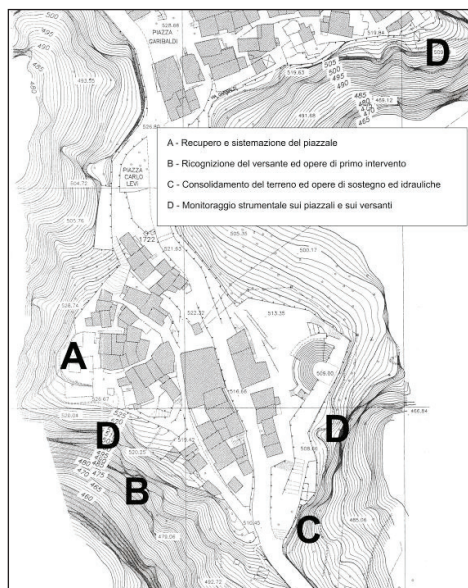


Fig. 9 - Planimetria degli interventi previsti.

lienti e caratteristici, in un quadro di sintesi e di evoluzione spaziale e temporale, quanto di richiamare visitatori, essendo un raro esempio organizzativo, logistico ed interattivo capace di fornire una qualificata risposta alla domanda espressa dal turismo culturale e tecnologico.

Il centro, che comporterà limitati oneri finanziari, sarà anche arricchito di elementi iconografici, da software avanzati e da prodotti multimediali che ne qualificheranno l'uso e stimoleranno delle attività di ricerca su un territorio di grande valenza scientifica, geoambientale e culturale.

Questo progetto può rappresentare quindi l'occasione per la nascita ad Aliano di un'organizzazione che si specializzi tra l'altro nella gestione tecnologica sia di questo centro che degli itinerari previsti nell'ambito delle risorse naturali di cui il territorio è particolarmente ricco, con positive ricadute sull'occupazione di giovani specialisti.

Sarà pertanto un'occasione per programmare un futuro migliore di una piccola comunità che vive in un habitat che può ritenersi a tutti gli effetti un museo naturalistico a cielo aperto.

La tutela dal dissesto idrogeologico di questo caratteristico centro urbano e dei suoi monumenti assume una rilevanza non trascurabile, perché il luogo si collega al nome di Carlo Levi, un medico che era anche uno scrittore e pittore, noto per aver soggiornato in Lucania, prima a Grassano e poi ad Aliano alla fine degli anni '30, dove ha trovato ispirazione per scrivere il noto romanzo *"Cristo si è fermato ad Eboli"*, nel quale sono descritti luoghi, personaggi e paesaggi di una realtà meridionale povera ed arretrata.

Alcuni paesaggi tipici delle balze sabbiose e dei calanchi sono ben raffigurati in alcune tele dipinte da Levi.

Lo scrittore è sepolto ad Aliano, dove sono stati allestiti un Museo della Civiltà Contadina, nell'abitazione dove egli ha soggiornato ed un museo a lui dedicato, ubicato in via Cisterna. Proprio a valle del primo museo è collocata l'area degradata che è stata studiata e monitorata, oggetto peraltro del presente lavoro.

Aliano è anche sede del Parco Letterario "Carlo Levi", noto per le numerose manifestazioni realizzate negli anni e programmate per il futuro.

Cultura letteraria e cultura del territorio e del paesaggio trovano quindi una grande sintesi in questi luoghi, dove le testimonianze del passato e le tecnologie del futuro possono convivere e contribuire allo sviluppo di questo suggestivo angolo della Basilicata.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- CALDARA M., LOJACONO F., MORLOTTI E., PIERI P. & SABATO L. (1988) – *Caratteri geologici e paleoambientali dei depositi plio-pleistocenici del bacino di S. Arcangelo (parte settentrionale). Italia meridionale.* Atti 74° Congr. Naz. Soc. Geol. It. B: 51-58, Sorrento.
- CARBONE S., CATALANO S., LAZZARI S., LENTINI F. & MONACO C. (1991) - *Presentazione della carta geologica del bacino del fiume Agri.* Mem. Soc. Geol. It., 47, Roma.
- CARBONE S., DI STEFANO A. & LENTINI F. (2005). – *Note illustrative della Carta Geol. d'Italia 1:50.000, F. 506 b. "S Arcangelo".* APAT, 116 pp., Roma.
- LAZZARI M. (2011) - *Note illustrative della Carta Inventario delle frane della Basilicata centro-occidentale.* Regione Basilicata, CNR-IBAM, Ed. Zaccara, 134 pp., Potenza.
- LAZZARI S. (1986) - *Criteri e tecniche di intervento per la tutela e la protezione dei centri urbani della Basilicata interessati da movimenti franosi.* Associazione Geotecnica Italiana, Atti del XVI Convegno Nazionale di Geotecnica, Bologna.
- LAZZARI S. (2011) - *Sistemi tecnologici avanzati per il controllo e la mitigazione dei rischi ambientali.* In: *Le modificazioni climatiche e i rischi naturali*, pp.197–200. Polemio M. (Ed.), CNR – IRPI, Bari.
- LAZZARI S. (2012) – *Studio geologico - tecnico sull'area del Museo della Civiltà Contadina e dell'Anfiteatro.* Relazione tecnica. Comune di Aliano (MT).
- LENTINI F. (1980) - *Carta geologica del bacino dell'Agri F. 507, "Piscitici", scala 1:50.000, S.EL.CA., Firenze.*
- REGIONE BASILICATA, AUTORITÀ DI BACINO (2008) - *Piano di Assetto Idrogeologico,* 275 pp., Potenza.
- VARNES D.J. (1978) - *Slope movements: types and process. Landslide analysis and control.* Nat. Ac. Sci, S.R. 176, 11-33, Washington