

MATERA, 20 aprile 2013



ORDINE DEI DOTTORI AGRONOMI
E DOTTORI FORESTALI
DELLA PROVINCIA DI MATERA



Atti del Convegno

IL DISSESTO IDROGEOLOGICO tra PASSATO PRESENTE e FUTURO

IL DISSESTO IDROGEOLOGICO tra PASSATO PRESENTE e FUTURO

Atti del Convegno

MATERA, 20 aprile 2013
Sala Consiliare Provincia di Matera

Atti del Convegno

IL DISSESTO IDROGEOLOGICO
tra PASSATO PRESENTE e FUTURO

MATERA, 20 aprile 2013
Sala Consiliare Provincia di Matera

INTRODUZIONE

I recenti eventi alluvionali avvenuti nella Regione Basilicata hanno drammaticamente riproposto la necessità di studi e dibattiti mirati alla conoscenza dei fenomeni producibili e delle loro conseguenze che obbligatoriamente devono basarsi su attente analisi geo-morfologiche e accurate indagini storiche. Infatti, sulla base degli eventi passati, spesso si hanno a disposizione testimonianze di eventi analoghi a quelli manifestatisi in tempi recenti ma avvenuti in tempi passati.

Alcuni eventi per il loro elevato tempo di ritorno, in contrapposizione a eventi con frequenza maggiore, sono sempre stati interpretati come fenomeni quiescenti e pertanto il più delle volte disattesi anche a livello di programmazione territoriale. Per onore del vero si deve dare atto che in Basilicata è stata rivolta notevole attenzione ai problemi di carattere idrogeologico nel corso dei primi decenni della seconda metà del secolo scorso, attraverso vaste aree rinsaldate e rimboschite integrate da opere di regimazione delle acque e di difesa idrogeologica.

Prova concreta dell'efficacia di questi interventi è data dall'inesistenza, nelle tante aree interessate, della ripetizione di eventi catastrofici verificatisi in passato. Purtroppo, mentre le aree rimboschite, se non percorse dal fuoco, sono facilmente individuabili, le opere idrauliche (briglie in c.c. e in terra battuta con scivolo di deflusso in c.c.a., drenaggi superficiali e profondi, ripristino morfologico di aree sconvolte, inerbimenti di aree scoscese) non sempre sono rintracciabili per mancanza di un loro inventario e anche perchè spesso si sono integrate e mimetizzate nel territorio nel quale, ancora ora, continuano silenziosamente a svolgere l'importante compito della conservazione e della difesa del suolo.

Altre importanti opere, invece, per mancanza anche di modeste e tempestive manutenzioni sono definitivamente rovinate e la loro assenza mette a rischio la stabilità dei versanti interessati. L'allarme e l'interesse per la difesa del suolo, tuttavia, nonostante le testimonianze di questi recenti ed efficaci interventi di sistemazione idraulico-forestale, si manifestano soltanto a seguito di eventi calamitosi che mettono a soqquadro il fragile territorio della Regione. Occorre, inve-

ce, riaprire il dibattito e l'interesse sui problemi connessi alla difesa e conservazione del suolo anche attraverso mirati interventi nelle aree a maggior rischio senza dover attendere che malaugurate sciagure possano riproporli. Nello stesso tempo mettere in atto azioni di ricerca dei dissesti per conoscere più approfonditamente tali fenomeni e consentire una corretta pianificazione del territorio, nonché una più razionale gestione e organizzazione delle aree per assecondare la realizzazione di adeguate e specifiche opere di salvaguardia nelle aree a maggior rischio. Tutto ciò, in considerazione della maggiore frequenza e insistenza dei fenomeni cosiddetti "estremi".

In questo contesto, le attività agro-forestali attraverso pratiche di gestione sostenibile, possono incidere positivamente sul presidio del territorio e sulla prevenzione dei fenomeni di dissesto, tenuto conto che buona parte del territorio lucano è tutt'ora agricolo e forestale. Bisogna costituire un'unica banca dati regionale frutto dell'integrazione e condivisione delle singole banche dati presenti nei vari dipartimenti regionali (Autorità di Bacino, Ufficio difesa del suolo, dipartimento agricoltura, ...) in modo da individuare le misure di mitigazione più idonee in aree agro-forestali.

Questo permetterebbe anche di redigere un manuale di "buone pratiche" in agricoltura con l'obiettivo di contrastare il degrado dei suoli, contenere i fenomeni di dissesto e i loro effetti sulle infrastrutture. Molti dissesti che coinvolgono la rete stradale provinciale, dipendono proprio dalla mancanza delle buone pratiche agricole dovute anche alla meccanizzazione delle lavorazioni del suolo, alla creazione di sbancamenti, esecuzione di livellamenti, scarsa manutenzione della rete idrografica producendo, di conseguenza, una forte pressione sul suolo e contribuendo alla genesi dei dissesti e degrado.

Dott. Raffaele Nardone
Presidente Ordine dei Geologi
di Basilicata

Dott. Carmine Cocca
Presidente Federazione Regionale
Ordini Dott. Agronomi e Forestali Basilicata

COORDINAMENTO PUBBLICAZIONE

Carmine COCCA, Raffaele NARDONE

CONSIGLIO DELL'ORDINE DEI DOTTORI AGRONOMI E FORESTALI DI MATERA

Presidente: dott. Carmine COCCA
Vicepresidente: dott. Bartolomeo TOTA
Segretario: dott. Domenico DELFINO
Tesoriere: dott. Nicola VIGNOLA
Consiglieri: dott. Francesco BATTIFARANO
dott. Angelo R. CORETTI
dott. Angelo R. FORTUNATO
dott. Vito E. SELLITRI
Agr. Junior Nicola BERLOCO

CONSIGLIO DELL'ORDINE DEI GEOLOGI DI BASILICATA

Presidente: dott. Raffaele NARDONE
Vicepresidente: dott. Franco GUGLIELMELLI
Tesoriere: dott. Domenico LAVIOLA
Segretario: dott.ssa Mary WILLIAM
Consiglieri: dott. Carlo ACCETTA
dott. Massimo COVIELLO
dott. Gerardo COLANGELO
dott. Filippo CRISTALLO
dott. Nunzio ORIOLO

CENNI STORICI SULLA CONOSCENZA DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO IN BASILICATA

FEDERICO BOENZI

Università degli Studi di Bari "Aldo Moro"

Il dissesto idrogeologico rappresenta per la Basilicata un problema storico che, fin dal 1700, studiosi e governanti hanno dovuto affrontare. In questa nota vengono evidenziate, sia pur brevemente, le tappe più salienti che hanno segnato la conoscenza del fenomeno. I processi idrogeologici che interessano la regione sono oggi oggetto di specifici studi con moderne tecniche di monitoraggio. Per il futuro tali studi dovranno essere approfonditi in relazione ai mutamenti climatici, nonchè ai processi di urbanizzazione del territorio.

Prima di parlare, in particolare, del dissesto idrogeologico e delle sue conoscenze storiche, riferite soprattutto alla Basilicata, sembra opportuno fornire qualche chiarimento sul significato del termine. Esso, come è noto, fu introdotto dalla Commissione De Marchi nel 1974 e ribadito nella Legge Quadro del 1984 e fu inteso "come qualsiasi disordine o situazione di squilibrio che l'acqua produce nel suolo o nel sottosuolo". Il termine, come può notarsi, ha un significato abbastanza vasto ed include tutta quella fenomenologia di processi erosivi, che vanno dalle frane alle alluvioni, compresa, secondo qualche autore, anche l'erosione costiera. In realtà, nella cultura scientifica straniera, soprattutto in quella anglosassone, si parla essenzialmente di rischi geologici l. s., che vengono valutati singolarmente, a seconda che si tratti di frane, di alluvioni o di erosione del suolo, pur considerando, naturalmente, la loro interdipendenza.

Tuttavia, a parte queste considerazioni, i fenomeni di dissesto nella nostra penisola, ed in Basilicata in particolare, hanno rappresentato da sempre un problema che le popolazioni hanno dovuto affrontare con approcci e metodologie diversi, ma confluenti verso un unico obiettivo: la protezione del territorio. Senza andare molto indietro nel tempo, una delle prime inchieste sulle condizioni ambientali della no-

stra regione, voluta da Carlo III di Borbone, risale al 1736 e fu condotta dal Gaudioso. Seguirono nel 1809 le osservazioni del Monticelli e soprattutto lo studio effettuato nel 1832 da Afan de Rivera, il quale, in maniera avveniristica, non solo descrisse con oculatezza l'idrografia e la morfologia delle regioni del Regno di Napoli, ma addirittura suddivise le stesse in bacini idrografici, per i quali auspicava precisi e mirati interventi di difesa del suolo.

A questi studi seguirono le varie segnalazioni della Società Economica della Basilicata, dalle quali veniva, giustamente, sostenuta la tesi che l'economia e lo sviluppo della regione erano strettamente legate alle sistemazioni idraulico-forestali del territorio. Osservazioni più mirate sull'importanza della difesa idrogeologica e sulla conoscenza dei caratteri geologici cominciarono ad essere affrontate, dopo l'Unità, grazie all'interessamento di Quintino Sella, che provvide alla costituzione del Comitato geologico italiano nel 1867 e, quindi, subito dopo, nel 1873, dell'Ufficio geologico italiano. Conseguentemente, nel 1877, ebbero inizio i lavori di rilevamento della Carta geologica d'Italia. In particolare, alla fine del 1800, furono inviati in Basilicata gli ingegneri Baldacci, Di Stefano e Viola, per effettuare i rilevamenti geologici e così cominciarono a porsi le basi per una sistematica conoscenza fisica del territorio lucano.

Inoltre, nel 1877, in relazione, fra l'altro, ai numerosi disboscamenti, che si avevano in varie parti d'Italia, soprattutto in Basilicata, al fine di affrontare il problema del dissesto idrogeologico, venne costituita la Scuola di Vallombrosa, primo nucleo storico del Corpo Forestale dello Stato. Sulla scorta di questi studi, nonché di specifiche osservazioni, nei primi del 900, venne pubblicato, per la prima volta, dall'Almagià un elenco dettagliato e commentato delle frane d'Italia, nel quale vennero descritte anche quelle più importanti osservate in Basilicata. In relazione a questi studi e a sollecitazioni locali, fra le quali non vanno trascurate anche quelle di Giustino Fortunato, che, come si sa, fu un attento osservatore delle condizioni naturali della Basilicata, partirono due importanti inchieste: quella di Zanardelli nel 1902 e quella di Nitti nel 1910.

La prima portò alla Legge Speciale del 1904, con la quale ven-

nero previste opere di consolidamento dei centri abitati, sistemazioni idrauliche e rimboschimenti, proposte e idee che vennero riprese da Serpieri nel 1933 con la Legge della "Bonifica Integrale", cui si collegarono i Consorzi di Bonifica, istituiti nella Regione. Nella seconda metà del secolo scorso, i fenomeni legati al dissesto idrogeologico, soprattutto quelli franosi, cominciarono ad essere oggetto di specifici studi geologico-tecnici da parte delle Università di Bari, Napoli, Roma, nonché da Istituti del C.N.R. In quegli stessi anni, in seguito alla catastrofica alluvione di Firenze del 1966, venne varata la Legge 632 sulla Difesa del suolo e venne costituita la Commissione De Marchi, i cui atti furono pubblicati nel 1974. In essi significative sono le osservazioni di Rossi Doria, fra le quali particolarmente interessante per la gestione del territorio fu quella riguardante "Il Bacino Idrografico", inteso come unità di riferimento per qualsiasi studio. Tra il 1970 ed il 1977 furono emanate tutte le norme che trasferivano alle Regioni le funzioni amministrative e statali riguardanti la difesa del suolo. Tuttavia, come al solito, una nuova svolta alla conoscenza e al controllo del dissesto venne nel 1998, dopo la disastrosa alluvione che colpì la Campania, con un Decreto Presidenziale del Consiglio dei Ministri. Con tale Decreto furono date le direttive per una maggiore e più approfondita conoscenza del rischio idrogeologico; nello specifico, nel 2001, venne stipulata una Convenzione tra il Servizio Geologico Nazionale (ora Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i Servizi Tecnici e le Regioni).

In particolare, con il Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), la Regione Basilicata predispose una accurata relazione sul dissesto in Basilicata, indicando le Aree soggette a movimenti franosi, le misure tecniche da prendere, gli eventuali trasferimenti. All'elaborazione delle aree sottoposte a rischio ha partecipato l'Università di Basilicata. Gli studi più recenti sui fenomeni di dissesto si basano su nuove tecnologie, nello specifico: 1) i dati GPS; 2) i DEM; 3) i GIS, che sono di notevole ausilio ed importanza. A queste nuove metodologie, devono, tuttavia, in molti casi affiancarsi specifici studi di carattere geomorfologico e sedimentologico, che portano alla ricostruzione cronologica dei processi erosivi che interessano il

territorio. Ad esempio, lo studio dei depositi alluvionali olocenici può fornire una visione spaziale e temporale dei processi di esondazione e quindi rivedere le aree soggette ad alluvionamenti. La situazione per il futuro, con le nuove tecnologie e metodologie a disposizione, sembra più facile da controllare. Tuttavia non possono essere trascurati due importanti fattori: il primo è rappresentato dai cambiamenti climatici ed, in particolare, dall'innalzamento della temperatura; il secondo dall'eccessivo processo di antropizzazione del territorio. Per quanto riguarda i cambiamenti climatici, pur se valutati con prudenza, non vanno ignorati a priori.

Le conseguenze legate all'aumento della temperatura, come è noto, sono rappresentate dal sollevamento del livello del mare, da periodi di aridificazione e dall'accentuarsi di improvvisi ed intensi fenomeni meteorologici, connessi all'aumento dell'energia del sistema atmosferico. A questo proposito può rilevarsi che nuovi studi climatologici condotti in Basilicata hanno evidenziato che, dal 1923 al 2000, si sono avute una diminuzione della piovosità di circa 156 mm., nonché una maggiore frequenza di periodi aridi. Infine è interessante notare che recenti ricerche, condotte da studiosi dell'Università della California, hanno riconosciuto nell'alta atmosfera la presenza di veri e propri fiumi di vapor d'acqua.

Tali fiumi prendono origine nelle acque tropicali, per poi spostarsi verso oriente, provocando nelle zone continentali che incontrano improvvise ed intense piogge, con conseguenti alluvioni e frane. I paesi mediterranei, fino ad oggi, non sono interessati da questi fenomeni, ma non si può escludere che fiumi di vapore acqueo, originatisi nel Golfo del Messico, qualora il riscaldamento si acuisse, potrebbero colpire detti paesi con conseguenti intense piogge seguite da periodi di siccità, acuendo così il trend climatico già in atto. Il processo di antropizzazione dell'ambiente fisico del territorio va dunque visto sotto tre aspetti: la tipologia dell'utilizzazione dello stesso, la previsione degli effetti e la mitigazione degli stessi.

BIBLIOGRAFIA

- Almagià R. (1910) - Studi geografici sulle frane in Italia - Mem. Soc. Geogr. It. vol. XIV, Roma
- Afan de Rivera (1832) - Considerazioni sui mezzi da restituire il valore proprio ai doni che la natura ha largamente concesso al Regno delle Due Sicilie - Stab. Fabiano, Napoli
- Antonini G. (1745) - Lucania - Gessari, Napoli
- Cotecchia V. (1960) - Il dissesto idrogeologico nella Provincia di Matera - Ann. Fac. Ing., vol. III, Bari
- Dettinger M. D., Ralph F. M. (2011)- Storm floods and the Science of Atmospheric rivers - EOS, vol. 92, n.32
- Ippolito F. (1967) - Il disordine idrogeologico - Nord e Sud, n. 86
- Piccarreta M., Capolongo D., Boenzi F. (2004) - Trend analysis of Precipitation and drought in Basilicata from 1923 to 2000 within a southern Italy context - Intern. Journal of climatology, 24, 907- 922.

PASSATO, PRESENTE E FUTURO DELLE SISTEMAZIONI IDRAULICO-FORESTALI IN BASILICATA

SALVATORE PUGLISI¹, FRANCESCO GENTILE²

¹Associazione Italiana di Idrografia - ²Università degli Studi di Bari "A. Moro"

Il dissesto idrogeologico in Basilicata è connaturato al suo territorio. Nel XIX secolo si è acuito a causa di estesi diboscamenti. Lo Stato ha cercato di fronteggiarlo con la legge Zanardelli, ma gli effetti non sono stati risolutivi. Molto più efficaci e innovativi sono risultati, invece, gli interventi finanziati dalla Cassa per il Mezzogiorno. Cesato l'intervento straordinario, su tutto il settore è sceso l'oblio. Molte opere sono andate in rovina per mancanza di manutenzione. Nella relazione si evidenzia il fondamentale contributo che le sistemazioni idraulico-forestali hanno dato allo sviluppo del territorio lucano e la loro attualità quale strumento indispensabile nella lotta al dissesto idrogeologico.

Premessa

Nella storia della Basilicata nell'ultimo secolo le locuzioni 'dissesto idrogeologico' e 'sistemazioni idraulico-forestali' sono strettamente correlate. Il primo ha inghiottito, in tutto o in parte, numerosi centri abitati, interrotto strade e causato vittime. E' un repertorio che dura da secoli. Dalla frana di Pisticci del 9 febbraio 1688, che fece 400 vittime, ai paesi fantasma come Craco, abbandonato alla fine degli anni Cinquanta dopo numerosi e costosi tentativi di tenerlo ancora in piedi; dall'evento del 17 febbraio del 1885, nell'Alto Basento, quando franò l'intero abitato di Campomaggiore, per fortuna senza vittime perché due mulattieri di notte, uscendo dal paese, allorché gli animali si impuntarono, rifiutandosi di proseguire, capirono i segni premonitori e diedero l'allarme alla popolazione che così si salvò; a quello del 20

ottobre del 1888, sempre nel bacino del Basento, quando un treno in corsa fu inghiottito da una frana tra gli scali di Grassano e di Salandra. Del franamento di Campomaggiore, diede notizia Giustino Fortunato in Parlamento (Fortunato, 1947).

Del disastro ferroviario, una descrizione si trova in un vecchio almanacco. «Alle tre della notte, un treno proveniente da Napoli, partito da Grassano verso Taranto, si trovò improvvisamente, ad una curva, innanzi ad una enorme massa di terra, che pochi momenti prima una frana aveva portata dalla montagna sulla linea ferroviaria (...). Quasi tutti i viaggiatori dormivano.

Sbattuti violentemente contro le pareti delle vetture, molti furono uccisi, altri rimasero orrendamente feriti. (...) Trenta carabinieri che tornavano da Napoli, dove erano stati per la venuta dell'Imperatore di Germania, noncuranti delle proprie ferite, cominciarono subito l'opera di salvataggio. Estrassero dalle vetture sconquassate i morti ed i feriti, confortarono, aiutarono, placarono gli altri.» (Di Sanza, 1925).

Oltre a questi casi che fecero notizia, molti altri ne avvennero nel territorio lucano che non ebbero rinomanza al di fuori di chi venne colpito. Gli estesi diboscamenti del XIX secolo (Tichy, 1972) ne avevano aggravato, infatti, la vulnerabilità. Per porre riparo a questo stato di cose, lo Stato emanò la legge 31 marzo 1904 n. 140 recante "Provvedimenti a favore della Basilicata", comunemente nota come legge Zanardelli dal nome del Presidente del Consiglio che la volle dopo un suo viaggio sul posto in carrozza e, in certi punti, su carro trainato da buoi.

Ed è proprio nel Regolamento per l'esecuzione di questa legge (R.D. 26 marzo 1905 n.173), all'articolo 19, che per la prima volta entra nella legislazione italiana la locuzione 'sistemazione idraulico-forestale'. Non solo. All'articolo 27 il Regolamento dispose: «I lavori sono eseguiti in ciascun bacino tributario gradualmente, senza interruzione, fino al loro completamento». Questa norma, nella dottrina, diventerà la regola fondamentale della gradualità, continuità, integralità degli interventi.

La legge Zanardelli

Secondo Umberto Zanotti-Bianco¹, la legge Zanardelli produsse più tabelle che opere (Tab.1). «Se si aggiunge che i 35 lotti di lavori eseguiti per sistemazione idraulico-forestale riguardano per lo più semplici fossi o corsi d'acqua interessanti abitati, mentre i lavori più importanti (61) sono ancora tutti da intraprendere e che i seimila ettari rimboschiti si prestano a tanti severi commenti e per la tecnica con cui furono fatte le piantagioni e per la scarsa o timida sorveglianza che ha permesso talora agli animali pascolanti, soprattutto alle avido capre, di distruggere le pianticelle in germoglio, dobbiamo riconoscere giustificati i lamenti della Basilicata che contrappone la franosa, malarica realtà alle speranze, suscitate dal legislatore, della ricostituzione dei suoi boschi e della irreggimentazione delle sue acque» (Zanotti-Bianco, 1926).

¹ Medico, sociologo, saggista, di famiglia settentrionale, fu tra i fondatori dell'Associazione nazionale per gli interessi del Mezzogiorno. Nel 1945 divenne Presidente Generale della Croce Rossa Italiana che lui riorganizzò e rinnovò.

Tab.1 (da Zanotti-Bianco)

Genere delle opere	Opere previste	Opere eseguite	Opere in corso	Opere da iniziarsi
Aquedotti (a intero carico dello Stato).	per 72 comuni 7 frazioni	18 comuni 2 frazioni	21 comuni 4 frazioni	99 comuni 1 frazione
Aquedotti (a 1/2 carico dello Stato).	per 58 comuni	6	19	28
Consolidamenti di abitati.	per 96 comuni	47 (di cui 83 tuttora bisognosi di ulteriori lavori complementari).	5	44
Spostamenti di abitati.	per 9 abitati	1	—	8
Risanamenti.	per 8 comuni	(I lavori iniziati per Potenza e Matera furono sostenuti durante la guerra).	—	—
Opere stradali	2 Nazionali (Km. 137) 11 Provinciali (Km. 282) 100 Comunali (Km. 400)	Km. 80 Km. 94 Km. 247	—	Km. 57 Km. 188 Km. 219
Sistemazione idraulico-forestale.	96	35	—	61
Rimboscimento e rimboscimento terreni.	20,000 ettari distribuiti in 90 comuni.	6,000 ettari in 44 comuni	—	—

I 6000 ettari rimboschiti in effetti furono 5396 come si evince dal documento inedito che vede qui la luce (Tab.2).

INMOBILIZZAMENTI ESORTITI IN BANCALICATA COI FINANZIAMENTI DELLA LEGGE ZABARELLI NEL PERIODO 1911-1927.*

PROVINCIA DI POTENZA

COMUNE	LOCALITA'	MACINO MONTANO	SUPERFICIE PREVISTA DA ZIMBOSCHIERE Ha.	SUPERFICIE EFFETTIVAMENTE ZIMBOSCHIERA Ha.
1) ABBIOLA	Curro-Pascioletto	Alto Basento	162,26,02	70,00,00
2) ABEI	Visciglieta	Alto Basento	100,53,00	100,53,00
3) ARBETO	Torrente Possanoio	Agri	235,14,77	65,00,00
4) ATELLA	Quattrocento Tomoli, Vulture Torella	Ofanto	175,65,00	175,65,00
5) BALTANO	Vallina	Sele	37,78,88	101,13,40
6) BABILE	Acquasanta-Pantani	Ofanto	3,67,42	3,67,42
7) CALVELLO	Pisco	Alto Basento	92,02,44	92,02,44
8) CAMPMAGGIORE	diverse	Alto Basento	22,12,00	17,80,00
9) CANCELLARA	Serra Quarino	Bradano	86,94,50	50,00,00
10) CHIAROMONTE	Pietrapica	Simi	108,75,25	-----
1) PADELLA	SERRA CARTOSA	Simi	49,06,08	41,06,08
2) FOREZZA	S. Martino	Bradano	444,87,19	192,41,80
3) FRANCAVILLA SIMI	Grottole	Simi	27,00,00	27,00,00
4) GERZANO	Maccchia	Bradano	244,00,00	120,00,00
5) LAZZIA	Serra della Rotonda-Frasc Masella-Serra Cuffaro	Noce	304,55,79	89,33,00
6) LAUREZANA	Abtina	Agri	395,40,00	12,00,00
7) LATRONICO	Monastero Alpe	Agri	404,19,89	77,90,00
8) MARATEA	Castello S. Felice-Occorcello	Noce	441,66,00	192,23,00
9) MARICOMINOVO	Tumolo-Torr. Oscuro-Oscuriello	Agri	705,10,30	171,27,00
10) MARICOMPIESE	Civita-S. Nicola-Foresta-Serritelle-Grottole-Volturno	Agri	81,25,08	81,25,08
11) MELFI	Montagna Vulture-Falo Rotondo	Ofanto	363,54,06	358,07,93
12) MOLITERNO	Piano Piccirillo-Manca-Macera-Cugno Piatto	Agri	291,59,20	102,00,00
13) MURO LUCCANO	Fasci-Piano Castello-Torre-Varco Castellote-Furr. S. Maiffo	Sele	250,20,83	188,77,51
14) OFFIDO LUCCANO	Torr. Varco	Ofanto	14,72,20	14,72,20

2.343,84,06

4.394,05,90

A riportare

Tab. 2a

COMUNE	LOCALITÀ	MAGGIO MONTARO	SUPERFICIE PREVISTA DA INDICAZIONE IN.	SUPERFICIE EFFETTIVAMENTE RINCHIUSA IN.
25) PALAZZO S. GERV.	S. Giulia	Riporto	4.994,05,90	2.343,84,06
26) PESCAPADANO	Pescone-Torr. Onana	Brudano	820,00,00	180,00,00
27) PICENO	Poy-Serra Corgiale	Ofanto	277,04,79	116,83,65
28) PIETRAPERTOSA	Gressata-Contramè	Seie	86,85,11	86,85,11
29) PIGNOLA	Piscardillo-Le Casine-La Pagliola-La Torre- Tessa-del Parco-Fosso dei Gamberti-Lasagnone- Berratta-Serranetta-Sifreddo-Cugno delle For- naci	Basento	50,34,98	35,81,67
30) POTENZA	Pallaruta-S. Gerardo-Montocchino-Gallitello	Basento	459,77,59	418,40,12
31) RAPOLLA	Spisoritolo	Basento	2.948,65,64	271,43,00
32) RIGNERO VULturne	Quote abbassomate- sul Vulture	Ofanto	32,76,00	-----
33) RUOTI	Macchia Tommaso-limitoni-Serra delle Frece diverse	Ofanto	455,81,00	296,44,00
34) ROTONDELLA		Seie	159,08,66	55,88,12
35) SAVOIA DI LUCANIA	Fauro Foscati	Seie	43,05,50	43,05,50
36) S. MARTINO D'AGRI	Frati Cuth-S. Barbara-Turr. Tufoia	Seie	107,12,02	106,46,62
37) S. CHIIRICO RAPATO	Torr. Sorda	Agri	29,43,55	22,08,00
38) S. SEVERINO LUCANO	Carsola	Agri	29,00,00	29,00,00
39) TERANOVA POLLINO	Tespone-Angiolochio	Simi	128,09,24	28,08,15
40) TITO	Izzo Palumbo-Poggio Grosso-Poggio Vignola- Terra delle Camuce-Monte e Coste del Lago	Simi	199,98,18	100,00,00
41) TOLVE	Chiaromonte	SEIE	105,64,97	105,64,97
42) TRAMTOLA	Monticelli	Bradano	681,26,44	242,46,42
43) TRICICHERA	Costa Fedale	Agri	102,16,46	100,00,00
44) TRIVIGNO	diverse	Moce	150,87,80	94,24,00
45) VAGLIO	Lo Piano-Possano	Basento	8,83,65	8,84,00
46) VITTEI DI FONTENZA	La Botte	Basento	181,59,60	164,40,00
47) VEROSA	Messere	Seie	189,51,04	120,90,00
48) VIOTIANO	Monte	Ofanto	47,52,00	47,52,00
		Agri	215,62,65	118,00,00
		TOTALE IN.	12.484,52,73	5.135,79,39

Tab. 2b

PROVINCIA DI MATERA

COMUNE	LOCALITA'	BACINO MONTANO	SUPERFICIE PREVISTA DA ZINBOCCHE Ha.	SUPERFICIE EFFETTIVAMENTE RIMBOSCHIATA Ha.
1) BERNALDA	diverse	Alto Basento	20,75,00	20,75,00
2) COLIBARDO	Setta Cortina	Sinni	88,20,99	88,20,99
3) FERLANDIA	diverse	Alto Basento	7,98,90	7,98,90
4) MIGLIONICO	Castello-Porta-Crottole e Torre del Fico	Alto Basento	11,93,75	-----
5) OLIVETO LUCANO	diverse	Salandrella	9,78,00	9,78,00
6) PISTICCI	diverse	Alto Basento-Cavone	289,27,00	133,46,00
		TOTALE Ha.....	428,23,64	260,18,89

R I E S P I T O

PROVINCIA DI POTENZA Ha. 12.484,52,73 5.135,79,39

PROVINCIA DI MATERA Ha. 428,23,64 260,18,89

TOTALE GENERALE Ha. 12.912,76,37 5.395,98,28

Rimboschimenti eseguiti in Basilicata con i finanziamenti della legge Zanardelli nel periodo 1911-1929 (fonte: Ispettorato Regionale delle Foreste per la Basilicata - Potenza)

Tab. 2c

Tra le peculiarità della legge Zanardelli vi fu la istituzione dei Consorzi di manutenzione delle opere (art.27 del R.D. 26 marzo 1905 n.173). A questo proposito «un senso di indicibile tristezza mi invade - scriveva uno dei Commissari Civili - quando io penso alla sorte che toccherà a gran parte delle opere che con sacrificio finanziario lo Stato esegue [e che] andranno lentamente distrutte.» (Zanotti-Bianco, 1926). Questo aspetto della politica dei lavori pubblici in Basilicata, per quanto riguarda la mancanza di manutenzione delle opere di sistemazione idraulico-forestale, in un secolo non è cambiato. E' stato semplicemente ignorato.

La Cassa per il Mezzogiorno

La Cassa svolse un compito immane nel campo della difesa del suolo allo scopo di mettere in sicurezza molti centri abitati e di trasformare l'agricoltura, sia costruendo dighe per l'irrigazione, sia mettendole al riparo - purtroppo soltanto dopo l'inizio della costruzione - dall'insidia solida², sia drenando la sovrappopolazione agricola artificiale. Molti lavori si eseguivano in economia. Per tutti gli anni Cinquanta, tra Ispettorati forestali, Consorzi di bonifica, Ente per lo sviluppo dell'irrigazione, si stima che nel settore delle sistemazioni idraulico-forestali trovassero impiego, nella regione, più di 5000 braccianti forestali. L'Ufficio bacini montani della Cassa fu fatto decollare da funzionari del Corpo Forestale dello Stato ivi comandati, e poi sostituiti da nuovi assunti appositamente addestrati in corsi *ad hoc* tenuti da Maestri come Livio Zoli. Le nuove leve del Corpo Forestale avevano quasi tutti una doppia laurea. Questo insieme di quadri non solo eseguì i lavori assegnati ma sovente, accanto ai metodi tradizionali, a basso impatto ambientale, secondo le norme del D.M. 20 agosto 1912, ne introdusse di nuovi, particolarmente originali e innovativi.

² «La creazione del serbatoio va di norma preceduta dalla sistemazione idraulico-forestale del bacino imbrifero relativo» (De Horatiis, 1922).

La correzione dei torrenti calanchivi

Il versante ionico lucano conta estese aree calanchive. Ne diede una rappresentazione cartografica d'insieme il geografo francese Bernard Kayser (1961).

In una prima fase storica, a partire dalla fine del XVIII secolo, l'obiettivo degli interventi è stato il recupero produttivo dei terreni degradati presenti nei bacini calanchivi, mediante l'impiego di piccole opere idrauliche e lavori di modellamento delle pendici. Questo orientamento ha prevalso sino alla metà del XX secolo e in tale ambito la tradizione sistematoria italiana rientra nel campo delle sistemazioni idraulico-agrarie (Bubani, 1950; Calzecchi-Onesti, 1952).

Successivamente, soprattutto a partire dalla metà del secolo scorso, l'interesse si è spostato verso la sistemazione idraulico-forestale dei bacini calanchivi, per impedire danni agli insediamenti ed alle infrastrutture presenti, derivanti dall'evoluzione incontrollata dei processi erosivi, oppure per limitare l'interrimento degli invasi artificiali (Puglisi e Trisorio Liuzzi, 1992).

Oggi le aree calanchive presentano anche un notevole interesse naturalistico e paesaggistico, il che porta alla definizione di iniziative per la costituzione di riserve naturali e, in generale, per la loro tutela.

Lo strumento principale utilizzato per la sistemazione dei bacini calanchivi sono le briglie in terra. Tali opere seguono una filosofia costruttiva largamente diffusa nel settore delle sistemazioni idraulico-forestali: quella di compiere la sistemazione con i mezzi offerti dal bacino che si deve sistemare ovvero di realizzare le opere con i materiali disponibili sul posto (Puglisi, 1963).

Tale orientamento trova espressione anche nel citato Decreto ministeriale del 20 agosto 1912 "Approvazione delle norme per la preparazione dei progetti di lavori di sistemazione idraulico-forestale nei bacini montani" che, all'art. 12, prescrive: "Sono da impiegare i materiali rustici del sito, pietre, legnami, chiedendo alla forza di vegetazione i materiali viventi pel consolidamento dei terreni ..." mentre, all'art. 11, richiama la necessità di operare secondo criteri di economia: "Ogni proposta deve essere ispirata a grande economia, modestia e semplicità, escludendo qualunque opera di lusso ...".

La briglia in terra è una tipologia di opera largamente utilizzata nella sistemazione dei bacini calanchivi in considerazione dei numerosi vantaggi che presenta: in corrispondenza di terreni instabili, può subire, senza gravi inconvenienti, assestamenti e deformazioni plastiche; ammette dal punto di vista statico un numero elevato di sopraelevazioni; raggiunge economie nei costi di costruzione (soprattutto nel passato in relazione al costo ridotto della manodopera); è caratterizzata da un limitato impatto ambientale e paesaggistico (Gentile, 2008).

A fronte di tali vantaggi, presenta un unico, ma rilevante, svantaggio: è una traversa non trascinabile, per cui occorre porre particolare attenzione alla realizzazione del dispositivo di scarico dei deflussi.

La soluzione adottata più frequentemente per risolvere tale problema è costituita dalla realizzazione di scaricatori o scivoli centrali di deflusso, rivestiti con lastre di conglomerato cementizio gettate in opera. Si tratta di un canale di scarico prolungabile, cioè sopraelevabile con la briglia. Le lastre hanno generalmente uno spessore di 15 cm e possono prevedere una leggera armatura di irrigidimento.

Un'alternativa è costituita dalla realizzazione di scaricatori o scivoli centrali di deflusso, rivestiti con elementi prefabbricati. Gli elementi sono costituiti da piccole lastre rettangolari in conglomerato cementizio, forate al centro e agli angoli. Prima della posa in opera delle lastre si effettua la semina; quindi nel foro centrale viene infisso un paletto di ancoraggio, mentre dagli altri fori fuoriesce la vegetazione, in modo da determinare un rivestimento misto lapideo ed erbaceo.

Tali soluzioni risultano insufficienti all'aumentare delle portate da smaltire. Nelle aree calanchive del materano, nei fossi ("pantoni") di fondovalle con sezione ad U caratterizzati da maggiori valori delle portate defluenti, è stata usata la briglia "a bacino", caratterizzata da ali in terra e corpo centrale in calcestruzzo. In tali casi l'altezza delle opere viene definita ricercando la condizione di stabilità della sponda verticale o sub-verticale (Gentile et al., 1998).

Per contenere la produzione di sedimenti dei versanti calanchivi, eccedente di molto i volumi che nella loro discesa a valle venivano intercettati dalle briglie in terra, non era sufficiente aprire solchi erodenti sulle creste a lama di coltello, non essendo lo scopo della

sistemazione la creazione di campi coltivabili, come aveva fatto il Landeschi (1775) e continuato Bubani (1950). Il rimedio escogitato fu suggerito dall'osservazione che sui calanchi allignavano spontaneamente specie suffruticose (*Lygeum spartum* L. e *Atriplex halimus* L.) che però non riuscivano a diffondersi perché private di semi dalle piccole colate di fango che si generavano nei compluvi tra le creste. Per impedirne la formazione furono aperti dei solchetti a spina di pesce, con interasse 2÷3 metri, che dal compluvio scaricavano i deflussi nel solco erodente aperto nel displuvio. In tal modo si intercettavano le colate iniziali, si accresceva l'erosione delle creste, e si consentiva alla vegetazione spontanea di affermarsi, essendo indisturbata (fig. 2). Questa tecnica, che si è descritta per il suo valore paradigmatico, non è più praticabile sia per l'elevato costo della manodopera, sia perché le aree calanchive, come detto prima, oggi si preferisce destinarle a parco naturale.



Fig. 1a. Una delle briglie a bacino con ali in terra costruite nel fosso Santo Stefano (Rifeccia) affluente di sinistra del fiume Bradano a monte dell'invaso di San Giuliano.

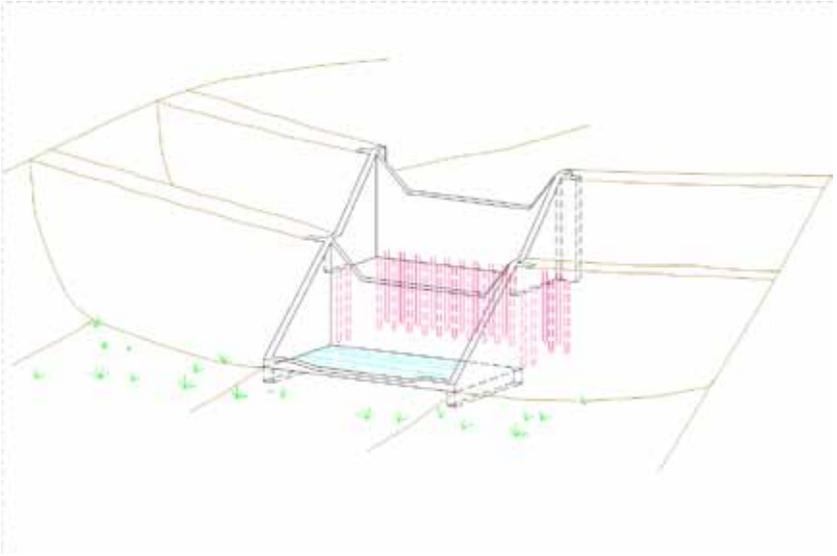


Fig. 1b. Schema della sopraelevazione su pali di briglia a bacino.



Fig. 1c. Briglia a bacino del fosso Santo Stefano dopo la sopraelevazione.

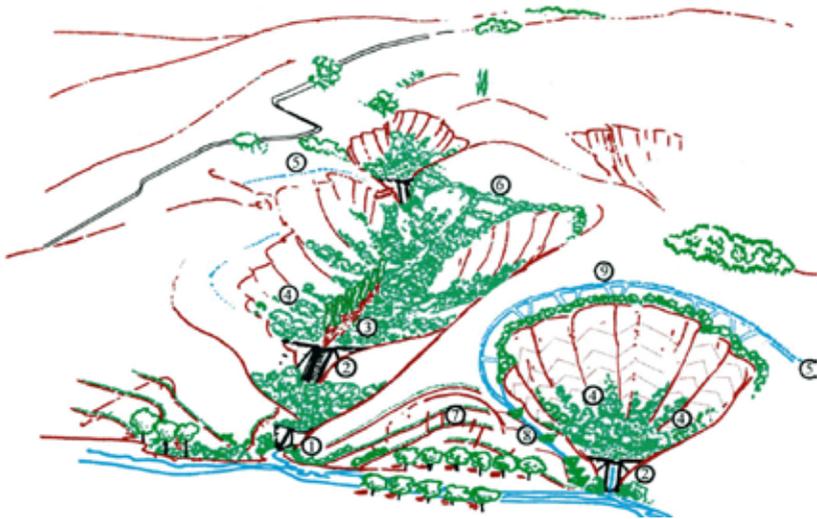


Fig. 2. Sistemazione idraulico-forestale di un torrente calanchivo. 1) briglia a bacino con ali in terra; 2) briglia in terra avente scivolo rivestito con lastre di calcestruzzo; 3) colmata con vegetazione spontanea; 4) ventaglio calanchivo con canali erodenti sulle creste a lama di coltello e solchetti a spina di pesce negli impluvi; 5) fosso di guardia; 6) gradonate vive; 7) graticciate vive; 8) brigliette verdi; 9) acquidocci che scaricano nei canali di cresta.

La sistemazione delle frane

Due dei numerosi interventi di sistemazione idraulico-forestale di aree in frana eseguiti dal Corpo Forestale dello Stato, riguardanti il ripristino di una strada e la messa in sicurezza di un centro abitato, meritano di essere ricordati per la loro peculiarità.

Nel 1956 il versante interessato dai lavori di costruzione della strada Tursi-Le Serre fu colpito dalla riattivazione di alcune frane che produssero gravi danni sia al corpo stradale che ai relativi manufatti. Il progetto di sistemazione fu improntato a criteri tradizionali, ma non del tutto adeguati all'importanza dei fenomeni da contrastare; di conseguenza, se ne impose, in corso d'opera, una revisione completa che ebbe inizio nel 1957 e si svolse a più riprese sino al 1962.

La zona denominata “Le Serre” è situata a SO di Tursi, comune in provincia di Matera. Dal punto di vista geologico, è costituita dal Flysch di Gorgoglione, cui sono sovrapposte le argille varicolori della Falda di Rocca Imperiale; in contatto tettonico con tali terreni, si rinvengono, al margine sud-occidentale del centro abitato, le Sabbie di Tursi del complesso postorogene plioquaternario (Mostardini e Pieri, 1967). Depositi continentali olocenici, rappresentati da ampi corpi detritici di frana e da alluvioni sabbiosoghiaiose, sono presenti lungo l'alveo del torrente Pescogrosso, che incide al piede il versante.

In conseguenza dell'assetto geologico, i fenomeni franosi presenti sono di due tipi (Del Prete et al., 1980): uno, concernente riprese degli scorrimenti rotazionali profondi, singoli e multipli; l'altro, riguardante fenomeni di frana superficiali.

Al primo tipo appartengono i movimenti franosi più profondi ed antichi, probabilmente inattivi già prima di effettuare gli interventi sistematori, mentre al secondo appartengono quelli più recenti, che costituiscono la vera attività franosa che ha interessato la pendice.

I lavori eseguiti sono consistiti in drenaggi profondi con sovrapposte canalette di smaltimento delle acque superficiali, briglie di piccole dimensioni realizzate con vari materiali, ricostituzioni boschive.

Considerato lo scopo dell'intervento di sistemazione dell'area franosa, ossia la difesa della strada, e l'ammontare dei fondi disponibili, le opere vennero disposte in modo preponderante nelle zone che all'epoca mostravano maggiore mobilità, mentre se ne fece impiego limitato nelle rimanenti.

Nelle aree maggiormente interessate da colate in movimento, furono realizzati drenaggi profondi disposti trasversalmente e longitudinalmente, con profondità variabile da 2 a 6 metri; aperto un cavo a sezione trapezia, fino a raggiungere il piano di scorrimento, vi si alloggiava il cunicolo e il sovrastante vespaio in pietrame, superiormente sigillato con materiale argilloso compatto.

L'opera veniva completata, dove necessario, da un cunettone di smaltimento delle acque superficiali realizzato con elementi prefabbricati, montati ad embrice nella porzione superiore del cavo trapezio per l'intero suo sviluppo. Dove imposto dalle pendenze, nel cunettone furono inseriti salti di fondo aventi anche funzione di brigliette di an-

coraggio per il corpo drenante, munite di fori passanti per consentire lo scarico nel cunettone delle acque raccolte dal cunicolo retrostante (Puglisi, 1979).

Le altre opere utilizzate sono state principalmente briglie di piccole dimensioni realizzate con vari materiali: a partire dalle aree di valle briglie in gabbioni di dimensioni maggiori e quindi, risalendo lungo i fossi, briglie di dimensioni via via più piccole in calcestruzzo, in muratura, in pietrame e malta, in pietrame a secco, in legname, oltre alle già citate brigliette di ancoraggio. Venne inoltre realizzato un lungo sistema di canalette che, in maniera più o meno ininterrotta, si estendevano per circa 400-450 m, fino a raggiungere la strada a monte.

Infine, il tratto del torrente Pescogrosso che incide in sinistra idrografica l'area in frana venne sistemato mediante grosse briglie in muratura di pietrame e malta o in calcestruzzo non armato, per arrestare i processi di erosione al piede del versante.

Alle opere descritte fu associato in tutta l'area un intervento di rimboschimento. Fu utilizzato principalmente il Pino d'Aleppo, in questa zona spontaneo, di cui già esistevano esemplari maturi in grado di disseminare, ma la cui rinnovazione naturale era stata sempre scarsa a causa dei movimenti franosi superficiali. Lungo il basso versante fu impiegato l'Eucalipto, specie a rapido accrescimento, così come avveniva frequentemente in quegli anni.

I lavori di ricostituzione boschiva non ebbero lo sviluppo inizialmente previsto per cui, per avviare la ripresa biologica, fu necessario chiudere a difesa di pascolo l'area interessata. Da rilevare oggi è la presenza di vegetazione spontanea molto rigogliosa lungo i rami, dove ad esempio ci si può imbattere frequentemente in fitti addensamenti di *Calicotome spinosa*, che rendono particolarmente difficoltosa l'esecuzione dei rilievi.

La riuscita del rimboschimento è stata agevolata dalla natura argilloso-arenacea del terreno ospitante, dalle favorevoli situazioni di acclività, nonché dalla particolare stazione climatica. Nella zona, infatti, il Pino d'Aleppo è spontaneo e l'Eucalipto è bene acclimatato. Il concorso di tali circostanze ha reso possibile, nel primo caso, la semina a spaglio con risultati molto soddisfacenti.

Oggi si può verificare l'efficacia complessiva dell'intervento

eseguito e dei rimedi adottati attraverso l'osservazione della stabilità generale raggiunta dalla pendice, nonché dell'attuale condizione del manufatto stradale e delle opere annesse che impegnano la parte franosa risanata.

I buoni risultati conseguiti possono essere attribuiti a varie ragioni: le opere di sistemazione sono state concentrate in modo da contrastare i fenomeni effettivamente condizionanti l'evoluzione morfologica della pendice; l'intervento si è concretizzato in opere di difesa attiva tendenti ad eliminare le cause dei processi erosivi e franosi e non nella semplice realizzazione di strutture passive atte a contenerne gli effetti; la ripresa biologica è stata favorita da più circostanze, quali il modesto spessore delle masse in effettivo movimento, la natura ricettiva dei materiali di smantellamento del flysch arenaceo e la scelta adeguata delle specie e del tipo d'impianto (Gentile et al., 2004).

Accanto a tali considerazioni, va però osservato che in tutta l'area sono presenti i segni di una ripresa dei movimenti erosivi, mentre le fessurazioni in alcune opere fanno ritenere che esistano movimenti del terreno tuttora attivi. Sono evidenti, inoltre, processi di erosione spondale al piede dell'area sistemata, dovuti all'azione delle acque del torrente Pescogrosso che richiedono interventi correttivi.

L'impiego di opere di dimensioni modeste e realizzate prevalentemente con materiali naturali (pietrame e legname) e il largo impiego di misure estensive di rimboschimento, potrebbero far definire l'intervento nel suo complesso come "a basso impatto ambientale". Il miglioramento della qualità ambientale dell'area, conseguente all'intervento di sistemazione, è confermato dalla realizzazione, in tempi abbastanza recenti, di un'area verde comunale ad uso ricreativo, interna al perimetro interessato dai movimenti franosi, reso ormai stabile.

Un modello sistematorio analogo è stato adottato dall'Ispettorato ripartimentale delle foreste di Potenza per il consolidamento dell'abitato di Trivigno (PZ), interessato da un movimento franoso classificabile come scorrimento rotazionale evolvente a colata. I lavori eseguiti non hanno subito danni nell'alluvione del marzo 1973, che interruppe la superstrada Basentana e la ferrovia NA-TA, sottostanti il centro abitato, e la frana non è stata rimobilitata dal terremoto del 23 novembre 1980 che colpì l'Irpinia e la Basilicata (Palmentola et al., 1984).

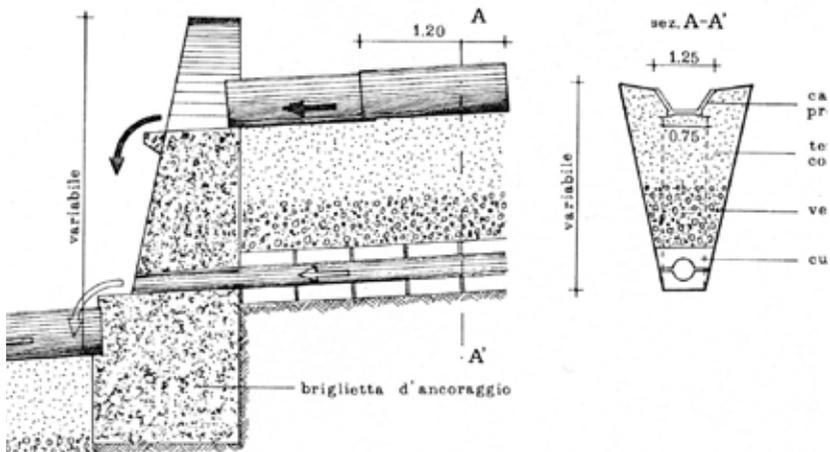


Fig. 3. Sezione longitudinale e trasversale dei drenaggi profondi 6 m con sovrastante canaletta di deflusso prefabbricata, disposta a embrice. Il cunicolo ogni 20 m circa viene portato in superficie mediante brigliette di ancoraggio rompitratto onde evitare che entri in pressione. All'attualità la cunetta può farsi in legname e pietrame se si è sicuri che vi sarà manutenzione.





Fig. 4. La pendice di Contrada Le Serre a Tursi come appariva nel 1956 prima dei lavori di consolidamento della frana e nel 1992

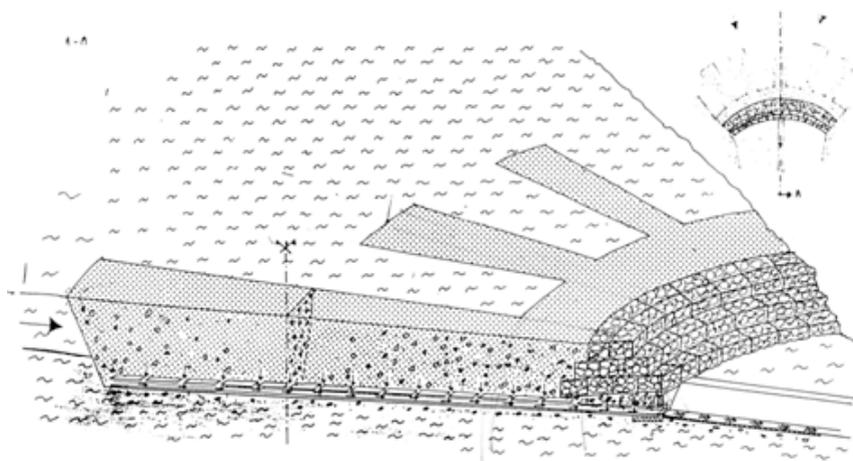


Fig. 5. Gabbionata curvilinea con retrostanti cunei drenanti per stabilizzare la colata formatasi a valle degli scorrimenti rotazionali che avevano colpito il rione periferico di S-O a Trivigno.

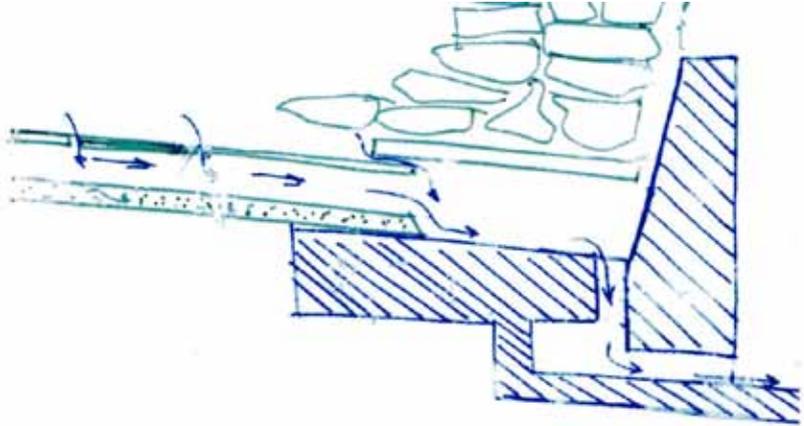


Fig. 6. Particolare della fondazione in cemento armato della gabbionata di fig. 5 avente l'ufficio di raccogliere tutte le acque drenate a monte, defluenti dai cunicoli, e di immetterle in un solo canale di scarico a valle dell'opera.



Fig. 7. La gabbionata di fig. 5 dopo il completamento dei lavori.

Briglie filtranti e briglie metalliche prefabbricate

Le briglie filtranti furono realizzate nell'Appennino Lucano dal 1965 al 1968 per la sistemazione dei torrenti del flysch e del flysch-calcareo. Nella classificazione di Puglisi, tali torrenti traggono la propria denominazione da quella che Margaropoulos attribuì al gruppo dei torrenti della Catena Centrale dell'Ellade. Sono torrenti "assai frequenti nelle zone appenniniche ed anche nell'Appennino Lucano dove l'ossatura calcarea è, come in Grecia, ricoperta lateralmente da coltri flyschoidi. Queste formazioni sedimentarie, rimaneggiate e caotiche, sono facilmente disgregabili ed assai erodibili, specie nel clima mediterraneo. Le pendici più prossime all'edificio calcareo, scalzate al piede dal burronamento, aggredite in superficie dagli agenti meteorici ed indebolite all'interno dalle acque diacatiche, danno luogo a vasti fenomeni franosi, in atto o in potenza. Il distacco di larghe porzioni del ricoprimento flyschoidi, priva le masse calcaree del loro sostegno laterale, predisponendole, soprattutto lungo le linee di discontinuità tettonica, come già per i torrenti calcarei, alla produzione di blocchi più o meno grandi che rotolano a valle in occasione di nubifragi. I massi poi proseguono la loro discesa verso il basso lungo l'alveo torrentizio principale in uno ai materiali fini e colloidali forniti dal flysch. Non è infrequente il sorgere di lave torrentizie. Gravi sono i pericoli indotti dalla violenza di questi torrenti per i centri abitati, le opere stradali, anche importanti, e per l'agricoltura" (Puglisi, 1968a).

In questi torrenti l'impiego di briglie filtranti nasce dall'obiettivo di effettuare una selezione del trasporto solido operato dalla corrente, costituito da materiale sia a granulometria fine sia a granulometria grossolana, in conseguenza della natura litologica dei terreni affioranti (Puglisi, 1968b).

Il primo intervento in Italia (1965) fu realizzato a Sasso di Castalda (PZ) nel Vallone Le Ripe, affluente del torrente Pergola, tributario del fiume Sele, con foce al Tirreno; successivamente nel torrente Inferno ad Anzi (PZ), e poi nel Fiumicello di Abriola (PZ), entrambi affluenti del torrente Camastra, tributario del fiume Basento, con foce allo Ionio (tab. 3).

Torrente	Comune	Anno di costruzione	Bacino sotteso (ha)	Lunghezza totale (m)
Vallone Le Ripe	Sasso di Cast.	1965	29	15,30
Vallone Inferno	Anzi	1966	415	16,75
Vallone Inferno	Anzi	1967	508	11,80
Vallone Inferno	Anzi	1967	735	41,45
Fiumicello	Abriola	1967	370	19,10
Vallone Le Ripe	Sasso di Cast.	1967	28	18,80
Vallone Inferno	Anzi	1968	873	24,80

Tab. 3. Briglie filtranti realizzate per la correzione di torrenti del flysch-calcareo nel Potentino

Il disegno delle briglie filtranti derivava da quello dalle briglie piene a gravità, sostituendo al corpo centrale in muratura una griglia di elementi orizzontali opportunamente spazati. Tale tipologia di opera rispondeva a due requisiti, uno funzionale e l'altro costruttivo. Dal punto di vista funzionale lo scopo era quello di selezionare il trasporto solido, costituito da elementi grossolani, provenienti dall'ossatura carbonatica, ed elementi a grana fine e media forniti dalle coltri flyschioidi di ricoprimento dell'edificio calcareo.

Con la selezione operata dalla griglia si volevano dividere i sedimenti prodotti nel bacino sotteso dall'opera, cioè far proseguire a valle quelli più piccoli e trattenere a monte quelli di dimensioni maggiori, in modo da ottenere una colmata porosa e filtrante in grado da un lato di correggere la pendenza longitudinale, dall'altro di rinalzare le sponde del torrente senza far rigurgitare la falda.

Dal punto di vista costruttivo, invece, si puntava a realizzare opere economiche parzialmente prefabbricate. La griglia, infatti, veniva montata dopo aver costruito lo zoccolo di fondazione e le spalle della briglia in calcestruzzo; era realizzata con profilati d'acciaio a doppia T, oppure con elementi in calcestruzzo o con rotaie ferroviarie usate. Nel caso delle sezioni più ampie si ricorreva ad appoggi intermedi, oppure a contrafforti in calcestruzzo (Gentile et al., 2006).

Per la spaziatura delle barre orizzontali della griglia si adottava un criterio empirico basato sull'osservazione dei materiali che tappezzavano l'alveo.

Le opere filtranti, dopo l'esecuzione, come spesso accade, sono state lasciate prive di manutenzione; ad esse, in tempi successivi, sono state intercalate briglie tradizionali.

In un'indagine effettuata circa quarant'anni dopo la realizzazione delle opere (Gentile et al., 2006) le opere hanno mostrato interessanti effetti di rinaturazione spontanea. Essendo stato osservato, in occasione di sopralluoghi, che le briglie filtranti presentavano vegetazione igrofila sul paramento di valle si è condotta una rilevazione in campo, a carattere pluridisciplinare, per analizzare sia lo stato delle opere, sia il tipo di vegetazione affermatasi a seguito della stabilizzazione prodotta dalle briglie filtranti rispetto a quelle piene.

La vegetazione rinvenuta (arbusteto) è interpretabile come uno stadio dinamico preforestale tendente alla ricostituzione del bosco caducifoglio. L'indagine è stata limitata alle sole briglie accessibili, seppure con difficoltà, in quanto le altre avrebbero richiesto l'impiego di operai e mezzi per liberarle dalla vegetazione in cui si trovano immerse.

Uno degli aspetti interessanti nella realizzazione di briglie filtranti risiedeva nella possibilità di ottenere una parziale prefabbricazione dell'opera. Negli stessi anni e negli stessi bacini venivano sperimentate, sulla scorta di esperienze analoghe effettuate negli Stati Uniti, anche le briglie prefabbricate a cassa metallica. L'obiettivo specifico era quello di testare la possibilità di adottare in ambito sistematorio la prefabbricazione delle opere e la meccanizzazione dei cantieri, con lo scopo finale di conseguire una riduzione dei costi di realizzazione (Puglisi, 1967).

Per raggiungere tale obiettivo vennero utilizzati elementi metallici già esistenti in commercio per la realizzazione di muri di sostegno (bin walls) a struttura scatolare. Gli elementi metallici, di peso e ingombro limitati, venivano posti in opera e collegati tra loro con bulloni in modo da formare dei cassoni da riempire con materiale di riporto prelevabile sul luogo d'impiego. Il risultato era costituito da

una struttura costituita da scomparti di lunghezza costante di 3 metri circa, pari alla lunghezza degli elementi longitudinali anteriori e posteriori, ed aventi profondità variabile con l'altezza dell'opera e il carico d'esercizio. La diversa profondità degli scomparti era ottenuta con l'impiego di elementi trasversali detti "distanziatori" di lunghezza e spessore variabile. Aumentando le dimensioni dell'opera aumentava anche lo spessore degli elementi longitudinali. Tutti gli elementi che componevano la struttura erano di lamiera stampata, quindi leggeri e facili da maneggiare; potevano essere convenientemente sovrapposti con un minimo ingombro per il trasporto e la sosta in cantiere. Ciò costituiva un rilevante vantaggio soprattutto nel caso dei cantieri per la correzione dei torrenti, ubicati spesso in luoghi aspri e di difficile accesso.

Il montaggio dei vari pezzi avveniva rapidamente e non richiedeva l'impiego di manodopera specializzata. I cassoni o scomparti costituenti la briglia venivano fondati direttamente sul terreno, preventivamente spianato, ed il materiale proveniente dallo scavo poteva essere utilizzato successivamente per riempire i cassoni. Uno o più scomparti centrali venivano realizzati di altezza minore per poter costituire la gaveta (Puglisi, 1967).

A quel ciclo di esperienze appartengono la costruzione di un dispositivo filtrante derivatore per mettere in parallelo il Vallone Primo con il torrente San Felice affluenti della Fiumarella di Vietri (Figg. 8-9), (Puglisi, 1968b; 1972) e la realizzazione di una briglia autostabile prefabbricata in acciaio nel torrente Le Canne, tributario del Camastra a Laurenzana (fig. 10), (Puglisi, 1974).

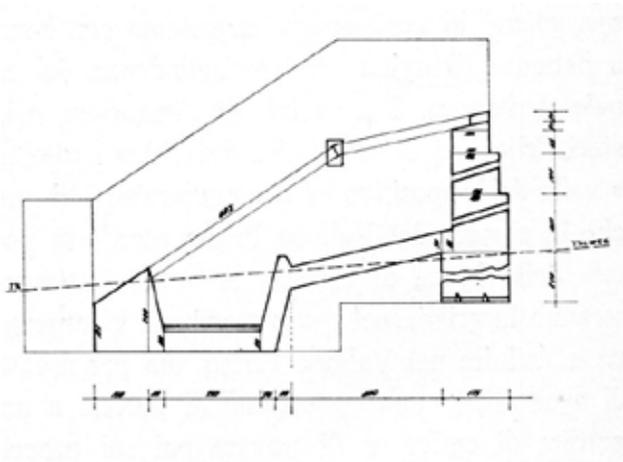
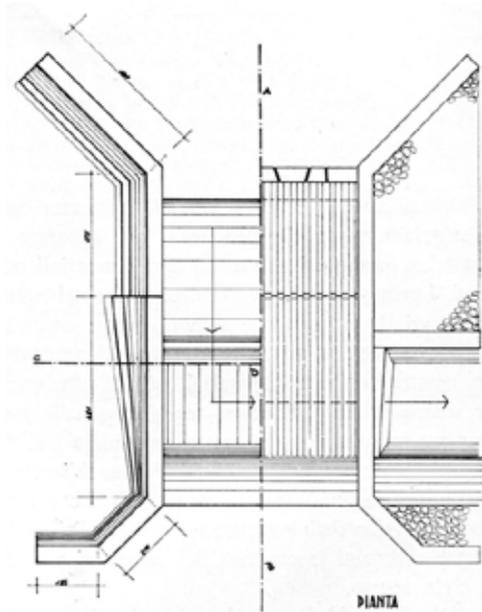


Fig. 8. Pianta e sezione del dispositivo filtrante derivatore costruito nel Vallone Primo.



Fig. 9. Modello del dispositivo filtrante derivatore di cui alla figura 8.



Fig. 10. Briglia autostabile prefabbricata in acciaio nel Torrente Le Canne, tributario del Camastra a Laurenzana. La parete ha posteriormente due travi di bordo laterali che mediante tiranti incernierati la collegano alla suola. Il colmamento di questa assicura l'equilibrio esterno del manufatto.

Presente e futuro

Il presente e il futuro si possono trattare insieme perché il disinteresse per la sorte delle opere che hanno contribuito a mantenere in piedi la Basilicata è da ritenere che continuerà. Al presente le opere vulnerabili si presentano come in figura 11. L'efficacia iniziale dell'opera ha provocato il rigoglio della vegetazione spontanea a monte che ha parzializzato la gàveta; inoltre si osserva che le acque stanno aggirando il manufatto, provocando l'erosione e la demolizione progressiva delle ali in terra. Il conseguente svuotamento della colmata attiva la ripresa dell'erosione rimontante.

Mentre le opere con parti in terra, per mancanza di manutenzione sono in sfacelo unitamente a tutto ciò che esse reggevano nelle aree in dissesto del territorio - rimonta biologica compresa - le briglie filtranti, malgrado qualche acciaccio, si presentano ancora efficienti ed efficaci dal punto di vista della ricostruzione degli ecosistemi preesistenti al dissesto idrogeologico (fig.12). Sono altresì più durevoli le grandi opere costruite dal Corpo Forestale su incarico della Cassa per il Mezzogiorno a presidio di grandi arterie di comunicazione (fig.13).



Fig. 11. La briglia a bacino sopraelevata su pali e con ali in terra del Fosso Santo Stefano, dopo essersi colmata è stata invasa dalla vegetazione spontanea che ha parzializzato la gàveta. Si osserva che le acque stanno aggirando il manufatto. L'erosione delle ali ne determina la demolizione e lo svuotamento della colmata con ripresa dell'erosione rimontante.

La convinzione che la classe politica non provi interesse per questa branca delle opere pubbliche, nasce dall'osservazione, evidenziata come sopra, e dai documenti. Nel 1987 uno degli scriventi fu coordinatore dell'area tematica "Difesa attiva del territorio e tutela dell'ambiente" alla 1ª Conferenza regionale dell'agricoltura svoltasi a Potenza nel mese di gennaio. Al punto 3.4 "Catasto e manutenzione delle opere" egli disse: «Venendo alle azioni di breve e medio termine è da avvertire che gli interventi di difesa e conservazione del suolo eseguiti nell'ultimo trentacinquennio sono stati consistenti ma arealmente limitati. L'obiettivo di completare l'armatura idraulico-forestale può avviarsi con immediatezza cominciando dalla manutenzione delle opere eseguite affinché non ne vadano perduti gli effetti (...) Salvo sporadiche eccezioni tutte le opere realizzate sono in stato di totale abbandono. Si tratta di un capitale fisso sociale di inestimabile valore del quale non si conosce l'esatta consistenza perché varie sono state le fonti di finanziamento e molti gli enti che hanno svolto attività in questo settore (...) La prima azione da compiere è di natura conoscitiva attraverso la formazione di un catasto delle opere. A questo scopo si allega una scheda che consente di rilevare puntualmente sia le opere che il loro stato di conservazione». Nella pubblicazione degli atti la scheda fu omessa.

Può sempre accadere che le cose cambino, ad esempio con i provvedimenti contro la disoccupazione, o perché le opere di difesa del suolo possono eseguirsi in deroga al patto di stabilità, o per decisione di Bruxelles, o altro ancora. In questo caso, dalla ricognizione delle opere possono trarsi indicazioni utili sul tipo di quelle adottate negli USA (Puglisi, 1969) classificando le opere in maniera che alle varie tipologie vengano riferite caratteristiche quali durata, manutenzione, materiali impiegati, impatto ambientale e così via. Dal censimento delle opere si dovrebbe quindi partire per evitare di fare progressivamente decadere l'efficacia di questa "ossatura strutturale" presente sul territorio e della cui importanza non sempre si è consapevoli. Proprio dall'analisi degli interventi effettuati in passato e dalla valutazione della loro efficacia, in relazione al notevole tempo trascorso, può infatti essere riaffermato il ruolo centrale che le sistemazioni

idraulico-forestali devono ancora svolgere nella difesa del territorio dal dissesto idrogeologico.



Fig. 12. Briglia filtrante nel Vallone dell'Inferno dopo 40 anni dalla costruzione. L'opera è sifonata. Dalla griglia di rotaie ferroviarie usate esce un arbusto di *Salix purpurea* L., specie igrofila ripariale la cui presenza denota umidità edafica, interpretabile come uno stadio dinamico preforestale tendente alla ricostituzione del bosco caducifoglio.

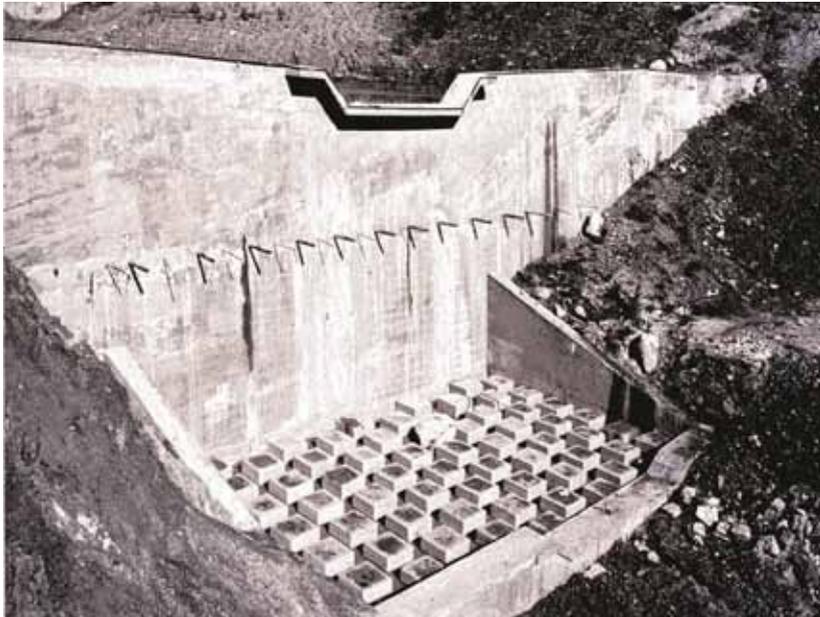


Fig. 13. Briglia a mensola alta 10 m fondata su pali nel Vallone Le Malde a Vietri di Potenza. I muri d'ala sono a gravità.

BIBLIOGRAFIA

Bubani D. (1950). La sistemazione dei calanchi. *Monti e Boschi*, 10/11:515-521.

Calzecchi-Onesti A. (1952). La lotta al calanco. *Giornale di Agricoltura*. 27 gennaio, 3, 10, 17 febbraio.

De Horatiis M. (1922). Sull'interrimento dei laghi artificiali e sulla difesa relativa. *Atti del 1° Convegno Tecnico-Forestale Italiano (Firenze 1921)*: 183-201.

Del Prete M., Puglisi S., Trisorio Liuzzi G. (1980). Analisi critica dei risultati di una sistemazione idraulico-forestale presso Tursi (MT). *Ri-*

vista Italiana di Geotecnica. XVI (3): 3-14.

Di Sanza F.(1925). La Basilicata. Almanacco di cultura regionale, Remo Sandron Editore, Palermo- Roma.

Fortunato G. (1947). Un paese che si smuove e scende. “Pagine e ricordi parlamentari”, Vol.I: 235-246, Vallecchi Editore Firenze.

Gentile F. (2008). Le briglie in terra. In Sistemazione dei bacini montani e difesa del suolo (a cura di V.Ferro): 383-402. Nuova Ed. Bios, Cosenza.

Gentile F., Puglisi S., Trisorio Liuzzi G. (1996). Il controllo dell’erosione gully. Quaderni di Idronomia Montana. 15:329-334.

Gentile F., Puglisi S., Trisorio Liuzzi G. (1998). Some aspects of linear erosion control in Mediterranean watersheds. Quaderni di Idronomia Montana. 17:77-89.

Gentile F., Puglisi S., Zaccone C. (2004). Un esempio di sistemazione a basso impatto ambientale di un’area in frana in Italia Meridionale. Atti X Congresso Internazionale Interpraevent. Riva del Garda. Vol.2: 161-172.

Gentile F., Zaccone C., Forte L., Mantino F., Puglisi S. (2006). Impiego di briglie filtranti in un torrente della Basilicata e aspetti della rinaturazione indotta dal tipo d’intervento. Quaderni di Idronomia Montana. 26:413.423.

Kayser B. (1961). Recherches sur les sols et l’erosion en Italie Méridionale. Lucanie, Paris

Landeschi G.B. (1775). Saggi di agricoltura di un parroco sanminiatese.

Mostardini F., Pieri M. (1967). Note illustrative della Carta Geologica d’Italia. Foglio 212. Montalbano Ionico. Libreria dello Stato, Roma.

Palmentola G., Puglisi S., Trisorio Liuzzi G. (1984). Wasser- und Forstregulierung im Abrutschge fährdeten Flußbecken von Trivigno (Basilicata) im südlichen Apennin im Gebiete des Erdbebens von 1980. Mitteleilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien. 153:43-67.

Puglisi S.(1963). Esperienze ed orientamenti di tecnica delle sistemazioni calanchive. Min. Agr. For. Collana Verde n.9.

Puglisi S. (1967). Briglia metallica prefabbricata sul torrente Fiumicel-

lo di Abriola, Notiziario forestale e montano, 160.

Puglisi S. (1968a). Carattere degli interventi di sistemazione idraulico-forestale. In U. Bagnaresi, A. Puggelli, S. Puglisi (eds.), *La sistemazione del suolo nei territori montani*, Edagricole, 29-45.

Puglisi S. (1968b). Resoconto delle esperienze in corso con dispositivi filtranti in alcuni torrenti dell'Appennino. *L'Italia Forestale e Montana*. XXIII (6): 261-273.

Puglisi S. (1969). Adozione di tecnologie e procedimenti di tipo industriale nei lavori di sistemazione idraulico-forestale. *Annali Accademia Italiana di Scienze forestali*. XVIII:211-225.

Puglisi S. (1972). Nuove opere per la correzione dei torrenti. Atti delle giornate di studio di idraulica sui "Nuovi criteri di progettazione e nuove opere di sistemazione dei torrenti" (Udine 12-13 dicembre 1972): 36-40.

Puglisi S. (1974). Briglia autostabile in prefabbricati metallici. *Commission International du Génie Rural. Atti delle Giornate di Studio della 1ª sezione* (Firenze 12-16 settembre 1972). Vol.III:355-366.

Puglisi S. (1979). Il ruolo delle sistemazioni idraulico-forestali in aree soggette a processi erosivi e franosi. *Geologia Applicata e Idrogeologia*. XIV (II): 209-223.

Puglisi S. (1982). Quelques aspects de la R.T.M. en Basilicate. *Revue Forestière Française*, 5:182-196.

Puglisi S. (1990). Difesa attiva del territorio e tutela dell'ambiente. Atti Prima Conferenza Regionale sull'Agricoltura (Potenza, 29-31 gennaio 1987). Vol. 1: 527-567.

Puglisi S., Trisorio Liuzzi G. (1992). La correzione dei torrenti da disfaccimento di tipo calanchivo. *Quaderni di Idronomia Montana*, 11/12:219-251.

Tichy F. (1972). *Die Walder der Basilicata und die Entwaldung im 19. Jahrhundert*, München.

Zanotti-Bianco U.(a cura di). (1926). *La Basilicata*. Collezione Meridionale Editrice, Roma.

IL DISSESTO IDROGEOLOGICO TRA PASSATO, PRESENTE E FUTURO

GERARDO CALVELLO, PASQUALE ALBERTI

Ufficio Difesa del Suolo - Regione Basilicata

Premessa

Nel decennio 1991-2001 in Italia si sono verificate dodicimila frane e oltre mille piene. Solo nell'anno 2003 i principali eventi alluvionali hanno coinvolto più di trecentomila persone e le risorse economiche necessarie al ripristino delle aree colpite sono pari a 2.184 milioni di euro. Tantissimi sono poi gli episodi di piena e gli allagamenti minori che ogni anno provocano alluvioni di aree agricole, piccoli e grandi centri urbani, causando notevoli danni anche senza vittime civili. La superficie nazionale interessata da rischi idrogeologici legati a frane e alluvioni è pari al 7,1% del totale, vale a dire a 21.505 Km²; i comuni a rischio alluvioni e frane sono ben 5.581. Calabria, Basilicata, Valle d'Aosta sono regioni in cui il 100% dei Comuni è a rischio, seguite da Lombardia (99%) e Toscana (98%).

Soltanto i principali eventi alluvionali verificatisi dal 1993 hanno causato 343 vittime, con danni economici per oltre 10 miliardi di euro. Bastano questi dati per comprendere come in Italia la questione del rischio idrogeologico e il degrado dei corsi d'acqua siano un problema prioritario. L'esposizione al rischio di frane e alluvioni è molto elevata e costituisce un problema di grande rilevanza sociale, sia per il numero di vittime che per i danni prodotti alle abitazioni, alle industrie ed alle infrastrutture. Per la complessità dei fenomeni naturali ed i loro immediati riflessi sulla vita sociale degli uomini e donne residenti ed agenti sul territorio, l'assetto idrogeologico è ormai da considerarsi infrastruttura complessa, diffusa capillarmente, con proprie esigenze di governo, di sviluppo, di conservazione e manutenzione, con necessità di proprie regole e limiti d'uso.

Nota storica riferita alla Basilicata

In Basilicata sono 184.000 gli ettari interessati dai processi erosivi e dai dissesti idrogeologici e 25.000 gli ettari afflitti da frane. Sono 118 i comuni (su 131) che risultano ammessi a consolidamento con provvedimenti legislativi o decreti specifici, (L. 31 marzo 1904 n. 140 Legge Zanardelli, L. 9 luglio 1908, n. 445, D.L. 27 giugno 1915, n. 1082) riguardanti per lo più i centri storici e solo marginalmente le zone di nuova espansione, mentre 19 abitati sono stati ammessi a trasferimento totale o parziale (10 in provincia di Potenza e 9 in provincia di Matera), incluso il comune di Craco, trasferito ormai quasi totalmente in località Peschiera. Dopo gli eventi luttuosi causati dalla frana in località Timponi il 26 luglio 1986 fu promulgata la L. 27 marzo 1987, n. 120. (Interventi per Senise, per il Consolidamento e il trasferimento di insediamenti abitati - Studio predisposto dalla Commissione nominata dalla Regione nov. 1987)

La legge quadro e la definizione di bacino idrografico

L'entrata in vigore della legge 18 maggio 1989, n.183, "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo" giunge alla conclusione di un lungo dibattito culturale e politico svoltosi in Italia. Tale dibattito affonda le sue radici nella costituzione della "Commissione De Marchi" avvenuta nel 1966, ne sono seguiti, in più di trenta anni, la elaborazione e quasi la metabolizzazione dei concetti base del progetto legislativo. Per un corretto approccio alle problematiche della difesa del suolo occorre riflettere sui seguenti due elementi. "La Commissione De Marchi aveva lucidamente individuato nel bacino idrografico l'unità fisica inscindibile all'interno della quale, con unitarietà di visione e di criteri, debbono essere inquadrati gli interventi per la difesa idraulica e per la sistemazione del suolo, da attuarsi secondo uniformi concezioni tecniche. I capisaldi concettuali posti dalla Commissione risultano oggi interamente recepiti nella legge 183 che, nel fissare un quadro di soggetti, procedure e strumenti, delega alla successiva fase attuativa la precisazione e la definizione di metodi, indirizzi e norme mirate al pieno adempimento delle finalità proposte". La legge rappresenta dunque una riforma generale della pianificazione dell'ambiente compreso nel contorno del bacino idro-

grafico e, nell'insieme dei bacini, dell'intero territorio nazionale. Tale riforma è incentrata sulla visione integrata delle molteplici problematiche di difesa del suolo, di salvaguardia ambientale delle risorse, in una ottica di multidisciplinare intersezione di fattori anche sociali ed economici. Ne deriva una profonda innovazione del pensare sul territorio, ma ne deriva anche una notevole complessità nella migliore comprensione dei metodi da utilizzare per intervenire in modo utile e positivo sul territorio stesso.

Definizione di bacino idrografico

“Un elemento morfologico fondamentale della circolazione superficiale è il bacino imbrifero. Si definisce bacino imbrifero di una sezione di un corso d'acqua, che prende a sua volta il nome di sezione di chiusura del bacino, quella parte di superficie terrestre il cui ruscellamento superficiale contribuisce ai deflussi attraverso la sezione stessa. Vale a dire che tutta l'acqua che precipita sul bacino imbrifero e non filtra e evapora, defluisce prima o poi per la sezione considerata. Attraverso la sezione di chiusura del bacino defluiscono anche parte dell'acqua infiltrata, che non esce dal bacino imbrifero per altra via, ma viene restituita al corso d'acqua a monte di essa nonché eventuali apporti sotterranei provenienti da altri bacini imbriferi.

Altre innovazioni introdotte dalla legge quadro

“La prima novità è l'istituzione delle **Autorità di Bacino**, le quali, assumendo come contesto territoriale di riferimento l'area del bacino idrografico, non saldata a dimensioni amministrative consolidate, contribuisce, unitamente alla legge 8 giugno 1990, n.142, sull'ordinamento delle autonomie locali, a ridisegnare un nuovo modello organizzativo dell'intervento pubblico a livello territoriale, in risposta alle attuali esigenze di nuove e più adeguate forme di aggregazione e di più avanzati sistemi di relazioni intersoggettive. Un'altra fondamentale novità della legge è l'introduzione del **Piano di Bacino** idrografico quale strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo per affrontare in una visione sistematica tutte le problematiche legate alla salvaguardia del territorio ed alla corretta gestione delle sue risorse. Nel sistema di gerarchia delineato dalla legge, il piano di

bacino assume una posizione sovraordinata nei confronti degli altri strumenti di pianificazione di settore, ponendosi come vincolo anche rispetto alla pianificazione urbanistica.

Il decreto legge 11 giugno 1988, n.180 (Decreto Sarno)

Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania. Il 5 e 6 maggio 1998, in seguito al verificarsi di eccezionali precipitazioni piovose, avvennero disastri idrogeologici nell'area del sarnese, nella regione Campania. L'11 giugno 1998 venne emanato il Decreto legge n.180, denominato Decreto Sarno con la finalità di individuare le aree a più elevato rischio idrogeologico ed alla conseguente adozione di idonee misure di salvaguardia e prevenzione. In base ad esperienze di pianificazione già effettuate è possibile definire quattro classi di rischio, secondo la classificazione di seguito riportate. Le diverse situazioni sono aggregate in quattro classi di rischio a gravosità crescente (1 = moderato, 2 = medio, 3 = elevato, 4 = molto elevato), alle quali sono attribuite le seguenti definizioni:

moderato R1: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;

medio R2: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;

elevato R3: per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni al patrimonio ambientale;

molto elevato R4: per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio am-

bientale, la distruzione de attività socio-economiche.

Attuali riferimenti legislativi

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 Norme in Materia Ambientale.

La materia della Difesa del Suolo viene assorbita, ritrattata e aggiornata dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 Norme in Materia Ambientale, in particolare agli artt. 54,...72.

In particolare l'art. 61 indica le competenze delle regioni:

Art. 61

1. Le regioni, ferme restando le attività da queste svolte nell'ambito delle competenze del Servizio nazionale di protezione civile, ove occorra d'intesa tra loro, esercitano le funzioni e i compiti ad esse spettanti nel quadro delle competenze costituzionalmente determinate e nel rispetto delle attribuzioni statali, ed in particolare:

- a) collaborano nel rilevamento e nell'elaborazione dei piani di bacino dei distretti idrografici secondo le direttive assunte dalla Conferenza istituzionale permanente di cui all'articolo 63, comma 4, ed adottano gli atti di competenza;
- b) formulano proposte per la formazione dei programmi e per la redazione di studi e di progetti relativi ai distretti idrografici;
- c) provvedono alla elaborazione, adozione, approvazione ed attuazione dei piani di tutela di cui all'articolo 121;
- d) per la parte di propria competenza, dispongono la redazione e provvedono all'approvazione e all'esecuzione dei progetti, degli interventi e delle opere da realizzare nei distretti idrografici, istituendo, ove occorra, gestioni comuni;
- e) provvedono, per la parte di propria competenza, all'organizzazione e al funzionamento del servizio di polizia idraulica ed a quelli per la gestione e la manutenzione delle opere e degli impianti e la conservazione dei beni;

- f) provvedono all'organizzazione e al funzionamento della navigazione interna, ferme restando le residue competenze spettanti al Ministero delle infrastrutture e dei trasporti;
- g) predispongono annualmente la relazione sull'uso del suolo e sulle condizioni dell'assetto idrogeologico del territorio di competenza e sullo stato di attuazione del programma triennale in corso e la trasmettono al Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio entro il mese di dicembre;

Il ruolo dell'Ufficio Difesa del Suolo

A partire dagli anni 90 la politica ha pensato più volte di ridimensionare drasticamente l'Ufficio Difesa del Suolo della Regione Basilicata. L'Ufficio deriva, infatti, dal vecchio e glorioso Genio Civile, a cui erano attestate numerose competenze estese ai consolidamenti degli abitati, alle concessioni di derivazione delle acque pubbliche, ai programmi dell'edilizia pubblica e dell'edilizia scolastica. Inoltre, il potere decisionale dell'Ingegnere Capo era decisamente troppo ingombrante per le aspirazioni "programmatiche" della politica. Tuttavia sopravviveva l'attività di difesa idraulica, di consolidamento degli abitati e di accettazione dei depositi delle opere in c.a.

Il D.lgs 152/2006 ha restituito alle regioni le competenze peculiari, precedentemente elencate, nel settore della Difesa del Suolo; sicché l'Ufficio Difesa del Suolo è tornato ad avere una funzione operativa di notevole importanza. Forse anche in virtù di una consolidata tradizione nella esecuzione delle opere di difesa idraulica e di consolidamento degli abitati. Si può dire che oggi è leggibile, attraverso l'osservazione delle opere realizzate nel decennio trascorso e nella corposa attività di progettazione ed esecuzione attuale, una notevole evoluzione delle metodologie di intervento. Si è passati dal massiccio impiego del c.a., diffusosi a partire dagli anni settanta, alla previsione e realizzazione di opere di ingegneria naturalistica in cui l'Ufficio è stato pioniere. E' certamente mutato anche l'approccio allo studio delle problematiche con l'inserimento di una concreta fase di ricerca delle soluzioni più efficaci, ma, al tempo stesso, meno impattanti e in un continuo impegno anche nella ricerca dei materiali più idonei.

Esempi di opere realizzate con criteri di ingegneria naturalistica sistemazione idrogeologica del pendio a monte del Fosso Varcaturò nel comune di Calvello (PZ)

Il dissesto verificatosi nel gennaio 2001 sulla parete sovrastante il Vallone Varcaturò nel comune di Calvello (PZ) offrì all'Ufficio Difesa del Suolo un'occasione importante di ricerca e sperimentazione delle nuove tecnologie a cui si è fatto sopra riferimento.

Infatti, su un fronte apprezzabile in circa 45 m. e per uno sviluppo in altezza di circa 24 m., dopo un periodo di precipitazioni intense, le acque meteoriche erano penetrate nella parte fratturata delle rocce più superficiali andando a lubrificare le superfici di contatto con il substrato meno permeabile costituito da maggiore componente argillosa.

I coefficienti di attrito tra parti differenti delle formazioni avevano subito un sensibile decremento e si mobilitarono masse superficiali sino a coinvolgere anche i massi contenuti nei primi strati.

Lo svuotamento della parete, che ha coinvolto anche le fondazioni di un fabbricato, fu apprezzabile in massa in circa 1.550 metri cubici.

Sul lato destro osservando la parete da valle, ad una altezza di circa 7,00 m. dall'estradosso del canale di convogliamento delle acque del Vallone Varcaturò, si osservò una scaturigine di acqua che, per la posizione che occupava, non poteva essere individuata come la causa del dissesto, ma indicava l'esistenza di acque sotterranee che avevano percorsi occulti all'interno del rilievo su cui sorge l'antico abitato di Calvello.

Criteri progettuali e scelte tecniche poste a base del progetto

Il dissesto, così come descritto, si presentava come una ferita in fregio al pendio, le case di questa parte del centro antico di Calvello apparivano librate nell'aria. L'idea informatrice del progetto di risanamento statico fu quella di risarcire il versante restituendo ad esso condizioni di stabilità e ricercando un effetto di rinaturazione del pendio. A tal fine apparve subito necessario rimodellare il pendio secondo la sua originaria conformazione e, per far fronte a questo vuoto materico

che la frana aveva determinato, si è pensò di ricorrere ad una tecnologia atta a ricostruire le parti di territorio perdute. In tal senso si fece riferimento a situazioni simili risolte con progettazioni ed esecuzioni dei lavori seguite direttamente dagli stessi progettisti a Terranova di Pollino in località Casa del Conte e lungo il fiume Noce in corrispondenza del km 3 + 300 della Strada Statale 585. Tali interventi avevano già dato risultati molto positivi anche in relazione al tempo trascorso dalla ultimazione dei lavori. Si pensò innanzitutto di ripulire i profili del pendio, determinatisi successivamente alla frana del gennaio 2001, dai detriti del crollo e di conferire ad essi una conformazione appena più regolare, badando a non sconvolgere in nessun caso l'assetto dei terreni.

Successivamente si progettò una trave in cemento armato di fondazione lungo il canale artificiale realizzato precedentemente mediante struttura scatolare. Dal piano definito dall'estradosso della trave di fondazione sarebbe iniziata la disposizione dei teli di terre armate tipo verde, il loro montaggio secondo la angolazione di 70° che avrebbe dovuto ricalcare l'angolazione originaria del pendio. Sui teli disposti e montati nella conformazione preordinata vennero stesi per strati il riempimento con materiale arido commisto nella prevista percentuale al terreno vegetale per costruire un rilevato strutturale. Gli strati di materiale arido commisto al terreno vegetale furono rullati in modo da ottenere la necessaria compattazione del rilevato strutturale. All'interno del materiale costituente gli strati furono inseriti semi di essenze autoctone in modo da avere un rapido inerbimento delle superfici a vista. Gli strati furono progettati e calcolati strutturalmente per bancate alte ciascuna 58 cm.; in favore della sicurezza operativamente si posero in opera strati di 50 cm.

Il pendio ricostruito presenta dei ripiani ampi 3,00 m. che occorrono sia per seguire in modo più degradante, meno impattante il pendio originario, sia per creare dei sentieri pedonali.

Progetto di risanamento della frana in sinistra idraulica fiume Basento nell'isola amministrativa di Tricarico

La frana di Brindisi di Montagna Scalo (PZ) si sviluppa lungo il versante sinistro del fiume Basento, in località "Serra del Ponte", a circa 18 km a Sud-Est di Potenza, in un'area che ricade nell'Isola Amministrativa del Comune di Tricarico (PZ). Si tratta di una colata attiva nei terreni argilloso - marnosi del complesso geologico di Lagonegro, con una estensione longitudinale di circa 700 metri. La zona di accumulo si spinge fino all'alveo del fiume Basento, ostruendo parzialmente le sezioni di deflusso.

Tale zona risente delle condizioni di periodica alimentazione, sia per il flusso diretto del materiale detritico incanalato, sia per ricoprimento di lingue di fango più mobili, entrambe frutto delle riattivazioni invernali a seguito di periodi climatici sfavorevoli, con eccezionali precipitazioni anche nevose, e dell'arretramento della corona a monte e della destrutturazione del materiale collassato dal coronamento e nelle varie parti del corpo di frana. Le condizioni di rischio indotte dalla colata derivano dalla presenza in sponda destra del Basento (sponda opposta a quella su cui si attiva la frana) della linea ferroviaria Potenza-Metaponto e, poco più a monte, della strada statale n. 407 "Basentana".

Inoltre, sul versante sinistro, il movimento franoso insidia una strada provinciale della quale ha già coinvolto e distrutto un tornante realizzato su muri in pietra.

Sulla base degli studi condotti e delle esperienze già consumatesi sull'area in frana appare opportuno utilizzare le esigue risorse disponibili in opere di bonifica idraulica del pendio. Appare cioè imprudente se non inutile tentare di contrastare il fenomeno al piede con opere rigide, palificate in calcestruzzo armato, muri rigidi di sostegno e contenimento.

Appare invece più fruttuoso cercare di eliminare la causa prima del movimento franoso che è la presenza di acque superficiali e di media profondità che, agendo su formazioni geologiche argillose destrutturate, in pendenze notevolissime, mobilitano le masse di terre-

no instabili. Se pure i drenaggi sono opere antichissime, storicamente risalenti agli Assiri e Babilonesi, l'importanza dell'esito della presente progettazione ha condotto anche a ricercare nuove soluzioni tecniche nel campo delle opere drenanti e sono state individuate nuove tecnologie che innanzi si espongono.

Trincee drenanti

La quota di posizionamento del livello di falda è stata valutata sulla base dei rilievi freaticometrici eseguiti in fori esistenti all'uopo attrezzati con tubazione piezometrica.

Trincee drenanti non tradizionali

All'interno del corpo di frana, in alternativa all'utilizzo di trincee drenanti a gravità tradizionali, realizzate con inerti e tessuto non tessuto, si utilizzerà il sistema GABBIODREN T® che consente la realizzazione di trincee drenanti a gravità mediante l'utilizzo di pannelli prefabbricati ad alte prestazioni idraulico-meccaniche. Il pannello drenante è costituito da uno scatolare in rete metallica a doppia torsione in maglia esagonale tipo 8x10 con filo di diametro 2,70 mm zincato a caldo con rivestimento Zinco-Alluminio 5%. Lo scatolare metallico è rivestito internamente con un geotessile di filtrazione e separatore, all'interno del quale è presente il nucleo drenante costituito da "ciottoli" di polistirolo non riciclato, imputrescibile, insolubile e chimicamente inerte alle acque. Alla base del pannello è presente un collettore di fondo, costituito da un tubo in polietilene ad alta densità corrugato nella parte esterna con fenestrazione radiale e a doppia parete, con camera liscia interna in polietilene a bassa densità, del diametro esterno di 160 mm e interno di 137 mm.

Fasi esecutive di posa

Il GABBIODREN T viene fornito confezionato in speciali pacchi contenenti fino a sette elementi di dimensioni 2x1x0,30 (e fino a 14 nel caso di pannello 2x0,50x0,30).

Il montaggio della linea avviene in maniera semplice, unendo due facce dei pannelli (un lato "maschio" con un lato "femmina" e

legando gli stessi mediante legature con filo metallico. Le legature devono unire due pannelli in almeno 8-10 punti e devono preferibilmente essere realizzate con filo raddoppiato al fine di ottenere punti di giunzione sicuri e stabili a vantaggio della continuità della linea drenante. Si procede in maniera analoga a quanto sopra illustrato in modo tale da formare una linea composta da quanti più pannelli possibile. La lunghezza dell'allineamento sarà in relazione alla velocità di avanzamento dello scavo e alla risposta di tenuta delle pareti della trincea.

Qualora il terreno di fondo scavo non fornisca le necessarie garanzie di impermeabilità (per porosità o per permeabilità secondaria data da fratturazione), è opportuno utilizzare una guaina impermeabilizzante "occhiellaia" al fondo dei pannelli. La guaina viene srotolata a terra fuori scavo, prima dell'allineamento e della legatura dei pannelli stessi e legata alla maglia metallica, con filo di ferro o punti di legatura, attraverso gli occhielli. Dopo aver legato i pannelli uno all'altro si alzano i bordi della guaina e, attraverso gli occhielli, vengono effettuate le legature sul corpo del dreno con l'ausilio di filo metallico. terminate le operazioni di assemblaggio e legatura del sistema GABBIODREN T si procederà calando la fila di pannelli mediante macchine operatrici o con l'ausilio di corde.

Opportuni accorgimenti vengono forniti per l'ottimale montaggio del sistema. Per garantire un corretto funzionamento delle trincee nel tempo, è infine conveniente prevedere la realizzazione di pozzetti di ispezione al loro interno, in corrispondenza dei previsti salti, per permettere il periodico lavaggio dei tubi di drenaggio con acqua in pressione.

Vantaggi rispetto alla trincea drenante tradizionale

I vantaggi derivanti dall'utilizzo del sistema proposto in alternativa al sistema classico (ghiaia + tubo + geotessuto) sono:

- maggiore sicurezza: i pannelli drenanti vengono assemblati a bordo scavo e successivamente calati nella trincea dall'esterno. Gli operai non devono pertanto entrare in scavo per lavorazioni inerenti l'innesto tra i tubi o la sistemazione del tessuto;

- gestione di cantiere: i materiali preassemblati consentono di avere aree di cantiere pulite e sgombrare da grandi quantità di inerti e frequenti passaggi di camion per gli approvvigionamenti;

- alleggerimento del versante: la riduzione dei volumi e dei pesi consente di ridurre i carichi transitanti su aree fragili e instabili inoltre si realizza un alleggerimento dei versanti in dissesto;

- maggiore velocità di posa: i pannelli drenanti possono essere posati, nella maggior parte delle condizioni di terreno e di scavo, alla medesima velocità di avanzamento dell'escavatore nell'apertura della trincea.

Piccoli pozzi e tubi di estrazione: Sistema di captazione e allontanamento acque

Il numero e la consistenza delle sorgenti e dei punti acqua danno spiegazione di come sia frequente, in concomitanza delle stagioni piovose, il riattivarsi del fenomeno franoso.

La caratteristica di molti punti acqua a scaturigine naturale fa pensare a sfruttare la gravità per sottrarre l'acqua in alternativa a sistemi elettromeccanici di pompe idrauliche, con un evidente risparmio di energia e semplificazione tecnologica. A tale scopo si prevede, in corrispondenza dei punti acqua e delle sorgenti evidenti, la installazione di piccoli pozzi della profondità di 10 m. realizzati mediante:

- perforazione profonda 10 m.;
- infissione di tubo camicia;
- posizionamento di tubo di acciaio sfornellato della profondità di 10 m.;
- riempimento con materiale arido tra bordo perforazione e tubo sfornellato con progressivo sfilaggio del tubo camicia;
- collegamento dei pozzi in serie e con condotta di scarico e adduzione a corpo idrico lontano dal corpo di frana.

Dal fondo dei pozzi partiranno dei tubi installati con lieve pendenza, sempre in acciaio, del diametro di 140 mm, che dovranno fuo-

riuscire a valle, lungo il pendio. Si installeranno, infine tubi in polietilene ad alta resistenza verdi, che accompagneranno le acque fuori dal corpo di frana, in un altro displuvio confluyente nel fiume Basento. E' raccomandabile, per quanto possibile, il monitoraggio sistematico dei più significativi efflussi sorgentizi censiti e ricadenti nell'area interessata dal dissesto.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Interventi per Senise, per il Consolidamento e il trasferimento di insediamenti abitati - Studio predisposto dalla Commissione nominata dalla Regione nov. 1987;
- 2) Rapporto 3 marzo 2006 - Roma - Lega Ambiente;
- 3) Rapporto Interinale Difesa del Suolo - Ministero LL PP e Ministero Ambiente - aprile 2001;
- 4) 13 anni di difesa del Suolo - P. Alberti - marzo 2003.





LE DIRETTRICI DI DEFLUSSO DI TIPO EFFIMERO: CARATTERISTICHE E RISCHIO IDROGEOLOGICO

ANGELO DOGLIONI, ORAZIO GIUSTOLISI, VINCENZO SIMEONE
Politecnico di Bari - Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile e dell'Architettura

Le direttrici di deflusso effimere: ephemeral steam

Le direttrici di deflusso che costituiscono il reticolo idrografico di un territorio sono corsi d'acqua perenni se, negli anni di precipitazioni ordinarie, sono interessati sempre da un certo deflusso anche se modesto, stagionali se interessati da deflusso solo durante alcune stagioni. Completano il reticolo idrografico le direttrici di deflusso a carattere effimero o *ephemeral stream* (Fig. 1). Si tratta di incisioni morfologiche caratterizzate da deflusso solo occasionalmente durante o immediatamente dopo le precipitazioni. Possono essere asciutte per periodi di tempo molto lunghi anche anni, per poi essere interessate da deflussi anche rilevanti per brevissimi periodi di tempo a seguito di precipitazioni particolarmente intense.

Gli *ephemeral stream* assumono nomi diversi nei diversi paesi dove sono presenti. Alcuni esempi sicuramente non esaustivi sono i termini *wash* in America Sud occidentale; *arroyo* in America Latina, *winterbourne* nel Regno Unito, *wadi* nei paesi arabi, *creek* in Australia, *ramblas* in Spagna ed in Puglia *lame*.

Nelle regioni caratterizzate da climi caldo aridi o semi-aridi, specialmente se di natura carsica dove è spesso assente un reticolo idrografico perenne o stagionale l'intero reticolo idrografico risulta costituito da "*ephemeral stream*". Questi costituiscono una sorta di reticolo idrografico apparente che è di norma asciutto e che convoglia deflusso solo in occasione di precipitazioni di particolare intensità e durata. Tali morfologie sono molto diffuse nel bacino del Mediterraneo dove lo spessore del terreno vegetale è di norma modesto e i suoli piuttosto permeabili (Doglioni & Simeone, 2010).

Tipico esempio è l'area murgiana, caratterizzata dall'assenza di

un reticolo idrografico attivo, ma dove è invece presente un articolato reticolo di ephemeral stream (Fig. 2) che prendono il nome di lame. Si tratta di incisioni per lo più larghe ed a fondo piatto nelle quali in occasione di precipitazioni particolarmente intense e prolungate si incanalano le acque di ruscellamento. Sono di norma idraulicamente non attive e occasionalmente a seguito di eventi eccezionali possono convogliare portate di acqua anche rilevanti (Fig. 3). Pur interessando tutto il territorio murgiano, sembrano a luoghi perdersi interrompendo la loro continuità e diventando non più individuabili in ampie porzioni di territorio per lo più pianeggianti ed antropizzate da diffuse attività agricole.

La loro origine non sempre è immediatamente legata a fenomeni di tipo erosivo, ma spesso è legata a condizionamenti tettonici. L'analisi morfometrica e strutturale di alcuni bacini di *ephemeral stream* nella regione pugliese (Cristino et Al. 2013) ha evidenziato come essi non sempre presentino un grado di maturità geomorfologica elevata. Questo aspetto, congiuntamente all'età dei terreni su cui sono impostati e l'assenza di significativi depositi alluvionali, fanno ritenere che non siano caratterizzati da dinamiche erosive classiche; ma che la loro origine possa essere connessa a fratture del substrato carbonatico apertesi a seguito del sollevamento tettonico della piattaforma murgiana. Una tale origine consentirebbe di spiegare l'assenza di una piena continuità e l'irregolarità dei bacini e dei profili.

L'attivazione idraulica degli ephemeral stream

A causa dell'assenza di deflusso per lunghi periodi, a volte anche anni, il livello di pericolosità degli ephemeral stream tende spesso ad essere sottovalutato e/o la loro presenza può essere addirittura a volte dimenticata, tanto da dar luogo ad una utilizzazione antropica anche degli "alvei" di deflusso effimero. Tuttavia, quando a seguito di precipitazioni particolarmente rilevanti, queste direttrici di deflusso effimere si attivano dal punto di vista idraulico possono dar luogo a piene improvvise, dette *flash flood*. Queste possono risultare particolarmente pericolose perché coinvolgono zone dove non ci si aspettava deflusso a causa della prolungata assenza ed episodicità dello stesso. Particolarmente interessante ad esempio è il caso della città di Bari. Verso l'area

urbana, essa drena un ampio ed articolato reticolo idrografico apparente (Cotecchia, 2006; Polemio, 2010) che in occasione di alcuni eventi di pioggia eccezionali ha convogliato verso la città portate di diverse decine di metri cubi al secondo nel 1915, nel 1926 e 2005.

La formazione di deflusso nei reticoli idrografici apparenti di tipo effimero è un fenomeno complesso, non comune e difficilmente osservabile a scala pluriannuale, tanto è che a volte possono passare diversi decenni fra un fenomeno di attivazione quello altro successivo. Nei territori di tipo carsico, dove la gran parte delle acque di pioggia tende ad essere assorbita per infiltrazione e senza dare luogo al ruscellamento, solo in occasione di piogge molto intense e sufficientemente prolungate, l'entità dell'afflusso può superare la capacità del terreno di assorbire e/o trattenere le acque di pioggia attivando i fenomeni di ruscellamento e di deflusso. Affinché si determini un deflusso è infatti necessario che le piogge, che danno luogo allo stesso, superino una certa soglia intensità/durata (Camarasa et Al. 2001; Doglioni et Al. 2012a). La rarità degli eventi di attivazione idraulica fa sì che non esistano serie storiche da poter analizzare su base statistica tali da definire la pericolosità ad essi connessa. L'attivazione del deflusso e l'entità dello stesso nei reticoli idrografici di tipo effimero è fortemente condizionato dalla morfologia del bacino scolante. Si tratta infatti di bacini che, come detto, sono caratterizzati da un reticolo spesso non gerarchizzato discontinuo ed a luoghi incerto che attraversa terreni generalmente abbastanza permeabili dove non sempre il deflusso riesce a raggiungere le sezioni finali. Esso può in parte perdersi attraverso zone caratterizzate da pendenze molto basse e/o da grande capacità di assorbimento e/o in depressioni e/o in vaste aree interessate da attività agricole.

Si tratta pertanto di elementi del reticolo idrografico per i quali è difficile sviluppare uno studio idraulico di tipo classico. La particolarità e la rarità degli eventi fa sì che anche la letteratura scientifica internazionale sia abbastanza avara di casi di studio ben documentati trattandosi di eventi rari e particolari. Inoltre il più delle volte si tratta di analisi a posteriori di eventi disastrosi in assenza di misure, e basati su valutazioni di massima dell'evento piovoso che ha dato luogo al deflusso, in special modo in relazione alla sua distribuzione spaziale. Tuttavia i pochi contributi scientifici disponibili sottolineano come si tratti

di fenomeni di non semplice modellazione statistica, fornendo alcuni contributi interessanti. Camarasa et Al. (2001) per esempio, in uno studio relativo alle ramblas nell'area di Valencia (Spagna), mostrano come il coefficiente di deflusso in corrispondenza delle attivazioni sia fortemente variabile, rendendo impossibile una valutazione dei contributi specifici relativi al bacino della singola incisione morfologica. Gli stessi autori sottolineano come in questi "stream" si verifica deflusso solo occasionalmente a seguito di eventi di pioggia particolarmente concentrati nel tempo e nello spazio, non sempre facilmente rilevabili se non attraverso una fitta rete di pluviometri ed attraverso analisi satellitari, a conferma dell'importanza dell'evento piovoso di innesco in relazione alla morfologia locale del terreno. Da ultimo evidenziano anche il fatto che di norma meno del 5% dell'afflusso si trasforma in deflusso e solo occasionalmente si supera il 10%, con un picco del 17%.

La valutazione della pericolosità idraulica degli ephemeral stream

Ai fini della valutazione della pericolosità idraulica connessa agli ephemeral stream, stanti le particolarità geomorfologiche ed idrauliche dei bacini da essi sottesi, non sempre è corretto utilizzare gli approcci classici utilizzati per i corsi d'acqua ordinari. Questi prevedono, per semplicità, che l'analisi idrologica, attraverso cui si valuta l'entità della portata di deflusso nel tempo, venga sviluppata in forma disaccoppiata da quella idraulica in cui si valuta come la portata riesce a defluire nel reticolo idrografico e le eventuali aree di esondazione. L'analisi idrologica viene svolta valutando, in funzione dell'entità della pioggia, delle caratteristiche del terreno e dell'ampiezza del bacino, il volume di acqua che defluisce nella sezione di chiusura del bacino stesso. Il volume così calcolato viene fatto defluire nel tempo utilizzando una funzione prefissata (idrogramma unitario di piena IUH) la cui forma dipende dalle caratteristiche morfologiche sintetizzate attraverso alcuni parametri morfometrici integrali del bacino. Sulla base dell'idrogramma di progetto così stimato, è successivamente valutata la capacità del bacino a valle della sezione di chiusura di far defluire la portata di progetto e le eventuali aree di esondazione.

Gli studi più recenti (Berardi, 2013; Doglioni et al., 2012a; Doglioni et Al. 2012b) hanno evidenziato che questo tipo di approccio può dar luogo, nel caso di ephemeral stream, ad errori rilevanti, specialmente per i tempi di ritorno più bassi (30 anni), quelli corrispondenti alla alta pericolosità idraulica secondo il DPCM 29.08.98. La modellazione idraulica del deflusso di tale sistema idraulico è importante che sia sviluppata tenendo specificamente conto almeno del dato morfologico del territorio che è distribuito e facilmente acquisibile con i moderni strumenti di geomatica, integrando il modello idraulico con quello idrologico, così da seguire il fenomeno fisico di formazione e propagazione del deflusso nel reticolo idrografico. Si tratta di una dinamica particolarmente complessa per gli ephemeral stream, stanti la loro particolarità geomorfologica ed il forte condizionamento strutturale nelle caratteristiche morfologiche dei bacini.

Solo in questo modo è possibile cogliere come l'attivazione del reticolo idrografico sia difficoltosa per le piogge con più basso tempo di ritorno, dando luogo a portate modeste ed a idrogrammi irregolari e molto diversi da quelli classici per i più bassi tempi di ritorno (30 anni). Nelle Figg. 4 e 5 sono riportati gli idrogrammi di piena valutati attraverso un approccio integrato idrologico ed idraulico con il software Infoworks RS 2D per precipitazioni con diverso tempo di ritorno (30, 200 e 500 anni) nel caso della lama Marcinase nel territorio di Molfetta (BA). È evidente l'irregolarità e la profonda differenza fra l'idrogramma relativo al tempo di ritorno 30 anni rispetto agli altri 2 casi (Fig. 4). In Fig. 5 attraverso la forma normalizzata degli idrogrammi è evidenziata la forte irregolarità degli stessi e la forma completamente diversa per i diversi tempi di ritorno.

In Fig. 6 sono posti a confronto gli idrogrammi di piena valutati attraverso un approccio classico (Idrogramma di Mokus) ponendoli a confronto con quelli valutati attraverso un approccio integrato idrologico ed idraulico (Infoworks RS 2D). Si vede che solo nel caso di tempi di ritorno più elevati (500 anni) i risultati di un approccio integrato idrologico ed idraulico tendono ad avvicinarsi a quelli di un approccio tradizionale.

Conclusioni

Gli ephemeral stream sono direttrici di deflusso di tipo effimero che convogliano acque di ruscellamento solo in rare occasioni e danno luogo a reticoli idrografici “apparenti”. Si tratta di elementi morfologici tipici di aree a clima arido o semiaridi come quelli del bacino del Mediterraneo. A causa della rarità della loro attivazione la loro presenza viene spesso dimenticata, trascurata o sottovalutata, anche se possono dar luogo a gravi fenomeni di dissesto e pericolosità idrogeologica.

Nella programmazione dell’uso del territorio e della pericolosità idraulica la loro presenza va debitamente tenuta in conto sia come elementi ambientali caratteristici di un territorio, sia come elementi di pericolosità idraulica. Tuttavia non possono essere considerati come dei corsi d’acqua tradizionali, in quanto non tenere conto delle loro specifiche caratteristiche morfologiche può portare a valutare in maniera non corretta il reale livello di pericolosità ad esse connesso, specialmente nel caso di eventi di pioggia caratterizzati da tempi di ritorno non eccezionali.

Per poter valutare correttamente la loro reale pericolosità idraulica è necessario tenere in debito conto la reale morfologia del territorio. Questo può essere fatto solo attraverso uno studio che consenta di integrare il modello di formazione del deflusso (modello idrologico) con quello che analizza la propagazione del deflusso stesso (modello idraulico). Gli studi più recenti attraverso modelli che integrano la modellazione idrologica e quella idraulica hanno permesso di evidenziare la non linearità nella generazione dei deflussi e l’importanza della morfologia locale e dell’intensità dell’evento meteorico. Pertanto solo l’utilizzo di approcci modellistici appropriati può determinare risultati realistici nella valutazione dei deflussi e adeguati ad una corretta gestione del rischio idrogeologico (Berardi et Al., 2013; Doglioni et Al., 2012a).



Fig. 1. Diretrici di deflusso effimere in ambiente murgiano (Matera)



Fig. 2. Diretrici di deflusso effimere in ambiente murgiano in agro di Toritto (BA) e di Ostuni (BR)



Fig. 3. Piena di una direttrice di deflusso effimera: Castellaneta (TA)

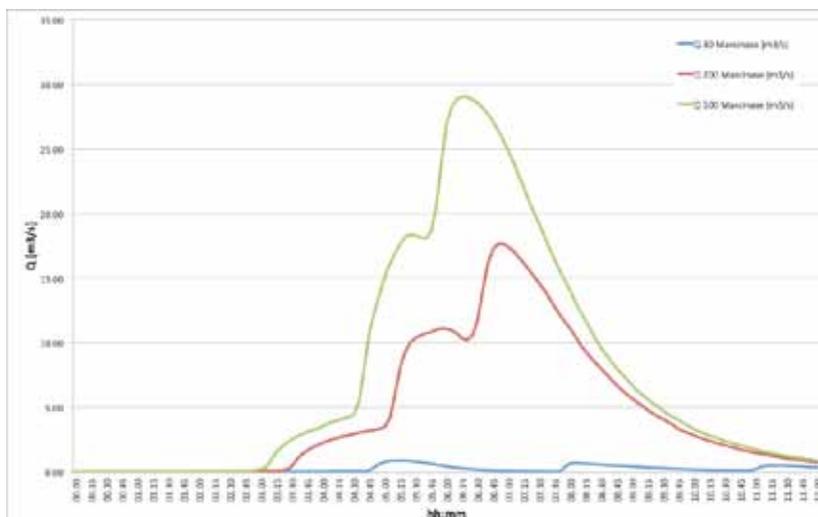


Fig. 4. Idrogramma di piena per piogge con diversi tempi di ritorno per la lama Marcinase in agro di Molfetta (BA)

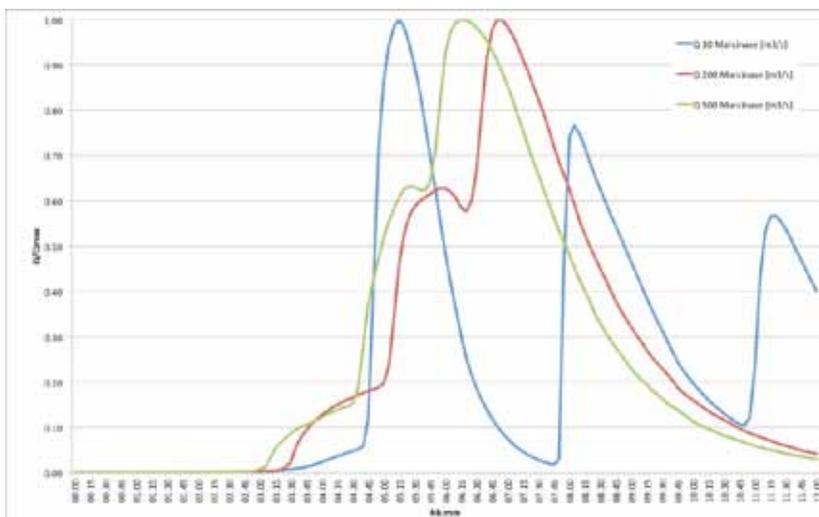
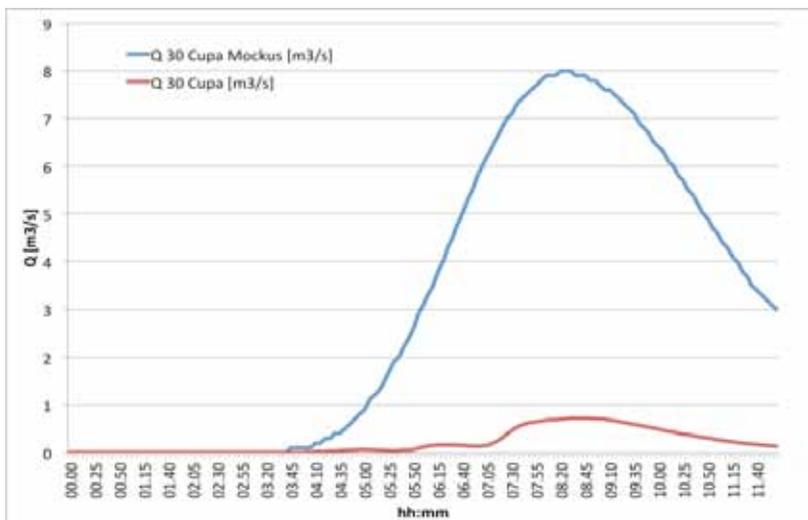


Fig. 5. Idrogramma di piena normalizzato per piogge con diversi tempi di ritorno per la lama Marcinase in agro di Molitetta (BA)



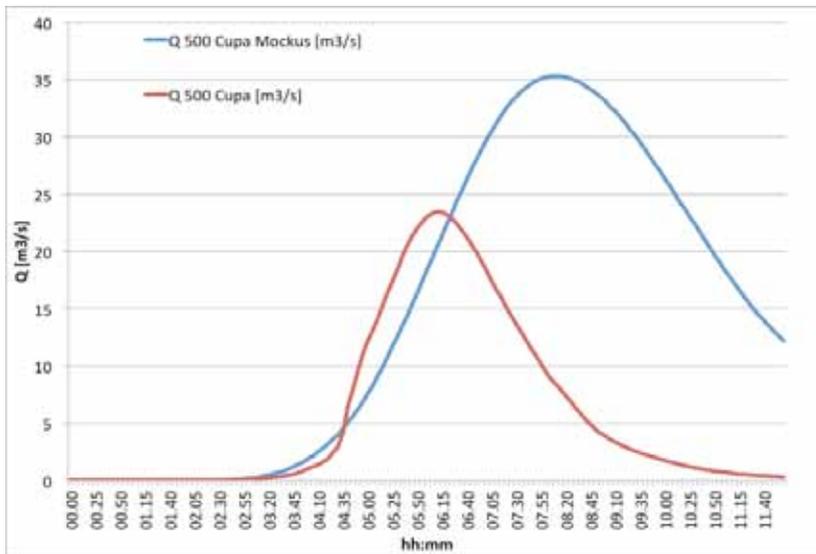


Fig. 6. Confronto fra gli idrogrammi di piena relativi alla lama Cupa in agro di Molfetta (BA) valutati attraverso un approccio di tipo classico (idrogramma di Mokus) e attraverso un approccio integrato idrologico ed idraulico (Infoworks RS) per piogge con tempo di ritorno di 30 e 500 anni

BIBLIOGRAFIA

Berardi L., Laucelli D., Simeone V., Giustolisi O. (2013) *Simulating floods in ephemeral streams in Southern Italy by full-2d hydraulic models* International Journal of River Basin Management; vol. 11, issue 1, 1-17; doi: 10.1080/15715124.2012.746975

Berardi L., Laucelli D., Simeone V., Giustolisi O. (2012) *Full-2Drain-fall-runoff hydraulic modeling for delimitation of flood-prone area* Proceedings of the 5th International Perspective on Water Resources and the Environment IPWE 2012, January 4-7, 2012 - Marrakech, Morocco

- Camarasa Belmonte, A.M, and Segura Beltran, F. (2001). "Flood events in Mediterranean ephemeral stream (ramblas) in Valencia Region, Spain". *Catena*, 45: 229-249.
- Cotecchia, V. (2006). "Il disordine idraulico evidenziato in Bari dall'evento pluviometrico dell'Ottobre 2005 e il caso dell' ex cava di Maso". *Continuità - Rassegna Tecnica Pugliese*, 1-2.2006: 25-76.
- Cristino M.C., Doglioni A., Simeone V. (2013) *Preliminary results about morphological characteristics of ephemeral stream catchments in Apulia region, South Italy* Rend. Online Soc. Geol. It., ISSN 2035-8008; Vol. 24, pp. 70-72. IX Convegno Nazionale dei Giovani Ricercatori di Geologia Applicata.
- Doglioni, A., and Simeone, V., (2010). "On the permeability of red soils in Apulia karst area (Southern Italy)". In Williams A.L., Pinches G.M., Chin C.Y., McMorrان T.J., and Massey C.I., *Proceedings of the 11th IAEG Congress*, Auckland NZ, 5-10 september 2010, pp 3555-3562.
- Doglioni A., Simeone V., Giustolisi O. (2012a) The activation of ephemeral streams in karst catchments of semi-arid regions *Catena* (Elsevier Journal) ISSN: 0341-8162. Vol. 99, December 2012, pp. 54-65. doi: 10.1016/j.catena.2012.07.008
- Doglioni A., Simeone V. Giustolisi O. (2012b) Runoff generation through ephemeral streams in south-east Italy *Geophysical Research Abstracts* Vol. 14, EGU 2012-11810, EGU General Assembly 2012 - Session HS2.14
- Doglioni A., Simeone V. (2012) Formazione del deflusso all'interno dei corsi d'acqua a carattere effimero in climi semi-aridi *EngHydro-Env Geology* vol. 14B (ISSN 2038-0801), 137-138; doi: 10.1474/EHEGeology.2012-14.B.92
- Polemio, M., (2010). "Historical floods and a recent extreme rainfall event in the Murgia karstic environment (Southern Italy)", *Zeitschrift für Geomorphologie*, 54(2): 195-219.

INCENDI BOSCHIVI E DISSESTO IDROGEOLOGICO IN PROVINCIA DI MATERA

RAFFAELE MANICONE

Corpo Forestale dello Stato - dottore Forestale

Introduzione

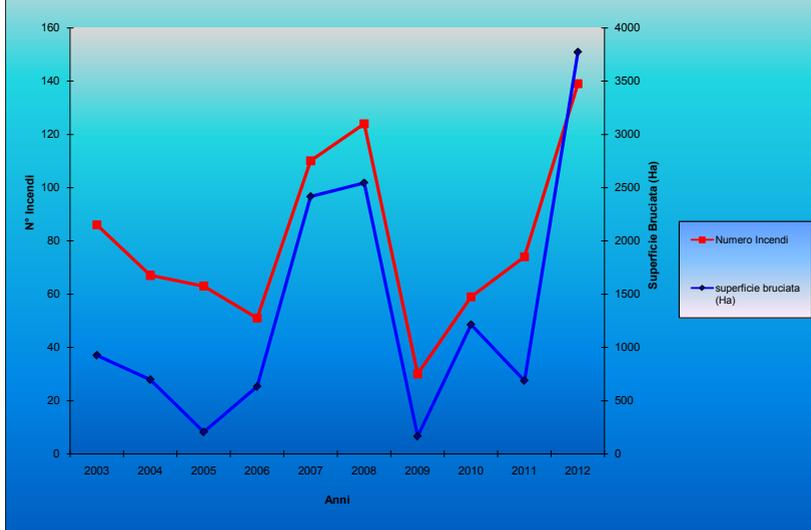
La provincia di Matera, in relazione all'orografia ed al particolare tipo di vegetazione che la contraddistingue, è particolarmente interessata dal fenomeno degli incendi boschivi. In particolare, negli ultimi 10 anni (dal 2003 al 2012) in provincia di Matera si sono verificati n° 803 incendi che hanno percorso circa 13.500 ettari di superficie di cui circa 5.000 di bosco. Di essi circa 2500 ettari sono stati interessati dal fuoco per 2 volte.

Tali dati mostrano come il fenomeno sia particolarmente grave in una regione dove, gran parte dei boschi di origine artificiale (rimboschimenti di conifere) distrutti dai numerosi incendi, erano stati realizzati proprio a fini di difesa idrogeologica (Manicone R.P. 2004).

Il fenomeno degli incendi boschivi in provincia di Matera

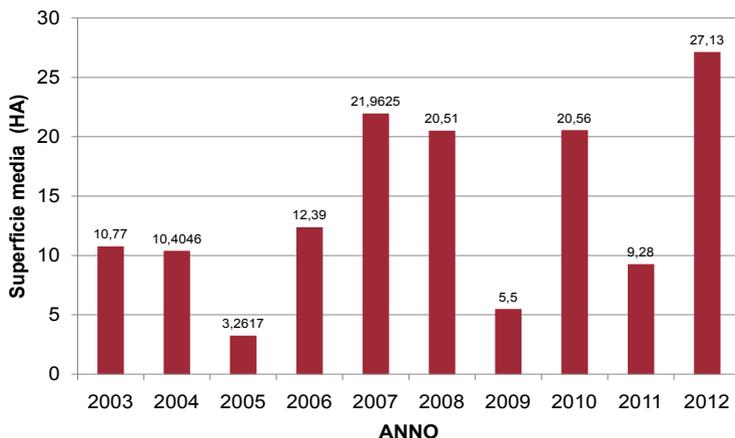
L'andamento del numero degli incendi boschivi, nel decennio considerato, è stato estremamente irregolare e spesso legato agli andamenti climatici. E' evidente infatti come estati particolarmente calde e siccitose hanno determinato un aumento sia del numero e sia nelle superficie boscate interessate dal fuoco. Quanto detto trova un evidente riscontro dall'analisi della fig. 1 in cui si rileva che nell'ultimo decennio, all'aumentare del numero degli incendi boschivi, è sempre aumentata la superficie bruciata. Da evidenziare inoltre che, a fronte di un notevole ridimensionamento del fenomeno registrato negli ultimi anni, soprattutto per ciò che riguarda la superficie bruciata, nell'ultimo anno, il 2012, nella provincia di Matera gli incendi boschivi hanno registrato una preoccupante recrudescenza.

Fig. 1 -Numero degli incendi boschivi e superficie forestale percorsa dal fuoco nel periodo 2003-2012 nella provincia di Matera



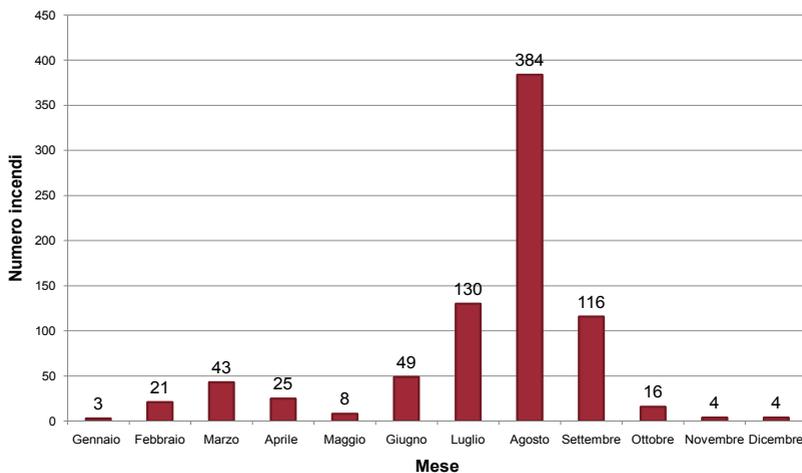
Nell'analisi del fenomeno, di grande importanza è l'estensione media dell'incendio (Fig. 2). Anche per essa si registra un notevole aumento per il 2012. In particolare la notevole estensione media degli incendi occorsi nella provincia di Matera mostra come, in quelle annate particolarmente calde e siccitose, anche a fronte di un dispositivo di pronto intervento particolarmente efficace, gli incendi assumo spesso la forma di veri e propri disastri. Proprio per il 2012 infatti una superficie media di 27,13 ettari rappresenta un dato davvero grave e preoccupante.

Fig. 2 - Superficie media (Ha) di ciascun incendio negli anni dal 2003 al 2012 nella provincia di Matera



Molto interessante, per individuare le possibili principali cause degli incendi boschivi e quindi determinare gli idonei correttivi, è la distribuzione del numero degli incendi boschivi per mese (Fig. 3).

Fig. 3 - Numero di Incendi Per mese negli anni dal 2003 al 2012 nella provincia di Matera



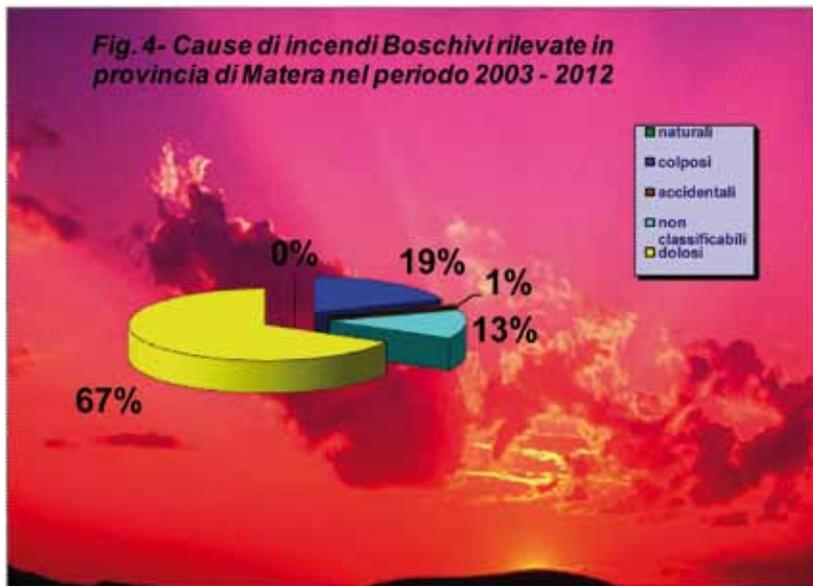
Il dato più interessante che può fornire le più interessanti indicazioni è il numero di incendi che si sono verificati negli ultimi 10 anni nel mese di agosto. Come noto infatti, in ambiente mediterraneo, il periodo più caldo dell'anno è quello compreso tra il 15 luglio ed il 15 agosto. Dopo tale data, le prime piogge, estremamente frequenti, determinano da un lato l'abbassamento delle temperature e dall'altro, grazie all'umidità, la diminuzione dei fattori scatenanti gli incendi boschivi. Ebbene, da tale riflessione ci aspetteremmo una sostanziale equivalenza tra gli incendi di luglio e quelli di agosto, se non proprio una minore frequenza per il mese di agosto, proprio alla luce delle piogge che sovente alla fine di tale periodo si verificano.

Viceversa quindi, una sproporzione così evidente tra il mese di agosto (384 incendi) rispetto a luglio (130 incendi), deve pertanto avere una ragione evidentemente scollegata dagli andamenti climatici.

Il mese di agosto infatti è il momento in cui nell'area della collina materana (area dove maggiormente si concentrano gli incendi boschivi), viene adottata la nota ed antica pratica della bruciatura delle stoppie. Tale attività, sulla cui validità agronomica vi è amplissima letteratura che ne evidenzia l'inefficacia quanto la dannosità per la struttura del terreno, viene ancora abbondantemente praticata in provincia di Matera proprio a partire dai primi giorni di agosto e per tutto il mese fino ai primi di settembre. In questo periodo, benché vi sia una normativa regionale che regolamenti tale pratica, la mancata applicazione di tutte le misure di sicurezza e di salvaguardia previste appunto dalla norma, molto spesso determina il verificarsi di incendi Boschivi. Tali comportamenti vengono severamente sanzionati dal CFS sia amministrativamente e soprattutto penalmente attraverso il deferimento all'Autorità Giudiziaria dei responsabili per il reato di incendio boschivo colposo così come previsto dall'art. 423 bis c.p. Tale notevole impegno del CFS benché abbia portato negli ultimi anni importanti risultati, soprattutto per quanto concerne una positiva presa di coscienza da parte del mondo agricolo, deve ancora essere implementato al fine di ridurre a zero gli incendi collegati con tale oramai obsoleta pratica agricola.

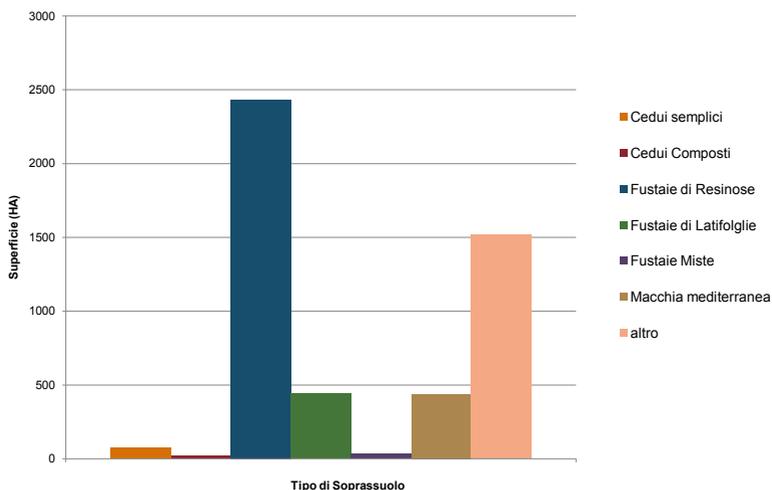
In riferimento alla cause degli incendi boschivi (Fig. 4) si evidenzia che il grande lavoro effettuato dal Corpo Forestale dello Sta-

to soprattutto in campo investigativo, in provincia di Matera, grazie all'applicazione dell'ormai sperimentato Metodo delle Evidenze Fisiche, ha consentito di avere, nell'87% dei casi, almeno la conoscenza certa delle cause che hanno determinato l'evento. Si è passati infatti dal 50% di cause dubbie o non classificabili del decennio precedente all'attuale 13%. Certamente ancora molto preoccupante è quel 67% di cause dolose che evidenziano come, nella grande maggioranza dei casi, vi è una precisa volontà di distruggere l'ecosistema forestale. Anche in questo caso, grazie all'intensa attività info investigativa svolta dal CFS, molti incendi dolosi non sono rimasti impuniti. Numerosi arresti in flagranza di reato e denunce a piede libero infatti, hanno consentito, in questi anni, di assicurare alla giustizia numerosi criminali che si erano macchiati dell'infame delitto dell'incendio boschivo doloso.



Infine, nell'analisi del fenomeno degli incendi boschivi in Basilicata, molto importante, proprio per le implicazioni che esso ha sul problema del dissesto idrogeologico, è la distinzione del tipo di soprassuolo vegetale interessato dal fuoco nell'ultimo decennio (Fig. 5).

Fig. 5 – Superficie percorsa dal fuoco in provincia di Matera nel periodo 2003 – 2012, distinta per tipo di soprassuolo forestale.



Anche in questo caso si evidenzia subito la presenza di un dato notevolmente dominante sugli altri. Le superfici forestali maggiormente interessate dagli incendi boschivi sono le fustaie di resinose, con circa 2500 ettari di superficie distrutta.

E' noto infatti che la grande suscettibilità al fuoco di tali popolamenti è direttamente connessa proprio alla fisiologie delle specie che li compongono. La presenza di resina, sostanza altamente infiammabile, all'interno dei tessuti delle conifere, le rende infatti particolarmente suscettibili agli incendi boschivi. Infatti sono proprio gli incendi delle pinete dell'arco ionico e della collina materana che negli anno hanno rappresentato gli eventi maggiormente disastrosi. La gravità di tali accadimenti è ancora una volta legata alla particolare fisiologia delle specie interessate. Il danneggiamento della parte epigea delle conifere infatti, al contrario di quanto accade per gran parte delle latifoglie, determina la morte dell'intera pianta. Pertanto, se mentre dopo il passaggio del fuoco in un bosco di latifoglie, è possibile programmare interventi selvicolturali che possano rivitalizzare il popolamento, nel caso delle conifere il passaggio del fuoco rappresenta la distruzione totale e definitiva della compagine interessata.

Incendi e dissesto idrogeologico

Da quanto fin qui evidenziato si può affermare che nella provincia di Matera le aree maggiormente sensibili agli incendi boschivi sono proprio i rimboschimenti della collina materana.

Tali rimboschimenti furono realizzati, tra il 1950 ed il 1980, dal Corpo Forestale dello Stato, nell'ambito di un vasto programma di sistemazioni idraulico forestali. Da un lato la necessità di assicurare alla nuova Diga di San Giuliano, realizzata in agro di Matera e Miglionico attraverso un imponente sbarramento del fiume Bradano, un approvvigionamento idrico di maggiore qualità, e dall'altro la concomitante necessità di porre rimedio ai gravissimi fenomeni di dissesto idrogeologico che martoriavano i versanti argillosi delle aree interne della collina materana, furono le ragioni che determinarono l'avvio di una imponente attività che prevedeva la realizzazione importanti interventi di sistemazione idraulico forestale. Tali interventi prevedevano la realizzazione, da un lato di opere, che oggi chiameremmo di ingegneria naturalistica (briglie in terra con gaveta in cemento, canalette per il modellamento dei versanti, ecc.), e dall'altro di imponenti opere di rimboschimento. Tali interventi, sinergicamente attivi, ebbero in immediato successo e determinarono una graduale riduzione dei fenomeni di dissesto delle aree interessate.

Nei decenni successivi però, la progressiva distruzione proprio di tali presidi vegetali, ad opera dei numerosi ed estesi incendi boschivi, ha di fatto disattivato tali interventi ed ha determinato il riacuirsi di gravissimi problemi di natura idrogeologica.

Gli effetti del fuoco

Il passaggio del fuoco, soprattutto in soprassuoli di origine artificiale, quali in nostri rimboschimenti a conifere, produce danni estremamente gravi e soprattutto irreversibili.

Infatti, oltre agli evidenti danni alla vegetazione ed alla fauna nonché agli effetti negativi sull'inquinamento atmosferico, il passaggio del fuoco determina importanti effetti estremamente negativi sulla tenuta idrogeologica dei versanti interessati.

Il passaggio del fuoco su terreni acclivi, in particolare se costituiti da substrati argillosi, attiva particolari processi fisico chimici che di fatto rendono impermeabile i primi strati di terreno. Tale circostanza

za, se da un lato elimina quasi completamente la capacità di regimazione delle acque meteoriche, efficacemente svolta alle aree coperte da vegetazione, determina una iniziale liquefazione del suolo, quando interessato da precipitazioni meteoriche, ed un suo successivo scorrimento sul piano di impermeabilizzazione determinato dal passaggio del fuoco (Paci M. 2011).

Pertanto, la dannosità degli effetti di tale fenomeno vanno progressivamente aumentando fino a determinare il dissesto di un intero versante.

In prima istanza infatti, la mancanza di sottobosco determina i primi fenomeni di liquefazione (fig. 6).

Fig. 6 - Bosco subito dopo il passaggio del fuoco:

- 1) Assenza di sottobosco e di lettiera;
- 2) Primi fenomeni di liquefazione del terreno



Successivamente, con l'accentuazione dei fenomeni di liquefazione del terreno, a causa della mancanza di sostegno agli apparati radicali già in parte distrutti dal fuoco, si osservano i primi crolli delle piante (fig. 7).

Fig. 7 - Accentuazione dei fenomeni di liquefazione del terreno:
1) mancanza di sostegno agli apparati radicali già in parte distrutti dal fuoco
2) Primi crolli delle piante



Le successive piogge in una situazione così determinata (provocano il verificarsi delle prime nicchie di distacco (fig. 8) che, progressivamente, si trasformano in smottamenti ed importanti fenomeni erosivi (fig. 9), fino a quando il fenomeno interessa prima il versante (fig. 10) e poi l'intera area percorsa dal fuoco (fig. 11).

Fig. 8 - Formazione di prime nicchie di distacco con definitiva scomparsa del soprassuolo forestale



Fig. 9 - Smottamenti ed importanti fenomeni erosivi



Fig. 10 - Dissesto idrogeologico sul versante



Fig. 11 - Fenomeni diffusi di dissesto idrogeologico



Conclusioni

Come fin qui evidenziato, in provincia di Matera il fenomeno degli incendi boschivi è strettamente legato, con un rapporto di causa effetto, agli incendi boschivi. E' evidente quindi che la mancanza di trattamenti selvicolturali associata alla totale assenza di manutenzione alle opere intensive di sistemazione idraulico forestale, sta determinando fenomeni sempre più pericolosi di dissesto idrogeologico che sono diventati già estremamente gravi.

Una risposta all'attuale situazione quindi potrebbe essere una importante attività di manutenzione e ripristino delle opere distrutte o danneggiate in una ottica di programmazione a lungo termine che ci faccia uscire dalla ormai consueta logica dell'intervento di emergenza. I sempre più frequenti eventi alluvionali disastrosi che stanno interessando la provincia di Matera con una intensità sempre più devastante sono certamente collegati anche ad un territorio in generale stato di abbandono che non beneficia di alcuna programmazione a medio e lungo termine.

Occorre quindi intraprendere una nuova stagione di studi approfonditi sulle necessità di intervento sul territorio che partano dalla radice del problema. E' necessario quindi da un lato favorire le politiche di educazione ambientale che possano contribuire alla formazione di una coscienza ambientale forte che, a parere dello scrivente, è l'unico vero grimaldello per scardinare l'annoso problema degli incendi boschivi. Dall'altro è indispensabile rientrare, nei nostri boschi, con gli scarponi ai piedi al fine di studiarne dinamiche e caratteristiche perché, come disse l'Ing. Valenti in occasione dell'alluvione di Bari del 1911, per risolvere definitivamente i problemi di dissesto idrogeologico è necessario realizzare gli interventi a monte del versante in modo che *“con minore spesa e senza gravi difficoltà essi potranno riuscire a distruggere la causa fondamentale del male, consentendo di scovare ed ammazzare la fiera, per esprimermi con una immagine, nella sua stessa tana, e prima che ne esca, anziché attenderla in aperta campagna, e tantomeno in casa propria, per abbatteerla.”* (Puglisi S., 2010)

BIBLIOGRAFIA

MANICONE R.P., 2004. Gli incendi boschivi: studio del fenomeno ed attività operative. Atti del II ciclo di seminari del Parco Archeologico Storico Naturale delle Chiese Rupestri del Materano: Le emergenze Ambientali, Matera febbraio Aprile 2004, 13-21.

PACI M., 2011. Ecologia forestale. Elementi di conoscenza dei sistemi forestali applicati alla selvicoltura. Il sole 24 ore ed agricole.

PUGLISI S., 2010. Esempi di sistemazioni idraulico-forestali che confermano la validità di alcune regole Antiche. Atti del XIII congresso degli agronomi e dei forestali, 1-16.

ATTIVITÀ DELLA PROTEZIONE CIVILE NAZIONALE

LUIGI PENNETTA

*Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali
Università degli Studi "Aldo Moro" - Bari*

*Membro Commissione Nazionale per la Previsione e Prevenzione
dei Grandi Rischi c/o Dipartimento per la Protezione Civile
della Presidenza del Consiglio dei Ministri*

I primi passi

Il nostro Paese ha un territorio che, sotto il profilo geologico, può considerarsi relativamente giovane. Terremoti e attività vulcanica non gli hanno ancora conferito un assetto stabile a sufficienza. Alla *vivacità* endogena, favorita dallo scontro tra la placca africana e quella europea, va sommata l'intensa attività degli agenti morfogenetici esogeni, frane ed alluvioni, su tutti, che annualmente martoriano versanti e pianure dal nord al sud senza soluzione di continuità.

In questa situazione e tra molte altre difficoltà, piccole e grandi, spesso purtroppo solo d'ordine burocratico e politico, opera la Protezione Civile Nazionale.

L'Italia è stata la prima nazione al mondo ad avvalersi dell'opera di organizzazioni solidaristiche e di volontariato. Nella seconda metà del XIII sec. sorsero a Firenze numerose confraternite che affiancarono l'attività di assistenza degli ordini religiosi medievali con strutture laiche, le quali, grazie alle prestazioni di cittadini di ogni classe sociale, fornivano assistenza gratuita ad ammalati e feriti, al loro trasporto in ospedale ed a dar cristiana sepoltura ai morti abbandonati.

Dall'antica Compagnia della Misericordia sono nate in tutta Italia altre consimili realtà operative oggi riunite in una *Confederazione Nazionale delle Misericordie d'Italia*. Questa, con circa 700 fra Arciconfraternite, Confraternite, Fraternite e 670.000 volontari, affianca validamente l'opera della Protezione Civile sia a livello locale che nazionale.

Altre iniziative di mobilitazione popolare si ebbero nei secoli passati in occasione di grandi cataclismi. Un esempio è dato dal terremoto di Noto (gennaio del 1693), che coinvolse ben 45 centri urbani della Sicilia sud-orientale con 16.000 vittime su una popolazione di circa 20.000 abitanti. Si tratta del secondo più importante sisma in quella regione dopo quello di Messina del 1908. Un altro esempio è sicuramente il terremoto che investì la Calabria meridionale nel febbraio del 1793. Esso provocò circa 30.000 vittime su una popolazione di quasi 440.000 abitanti, cui vanno aggiunte anche le 630 morti nella vicina città di Messina. Quest'ultimo evento va ricordato soprattutto perché il governo borbonico di Ferdinando IV istituì, nell'anno successivo, la cosiddetta *cassa sacra*.

Scopo di questo ente era d'amministrare taluni beni ecclesiastici espropriati, in quanto in stato di abbandono, da investire nella ricostruzione. Si tratta del primo caso d'intervento pubblico coordinato nella storia italiana.

In genere negli ultimi due - tre secoli i soccorsi statali, a valle di grandi cataclismi, sono sempre stati gestiti da un Commissario Governativo con poteri eccezionali. D'altra parte le rovine, le migliaia di morti da inumare, l'insorgere di epidemie, i casi di sciacallaggio, la mancanza di viveri e di generi di prima necessità, richiedevano decisioni rapide e pugno di ferro.

Notizie storiche

Tracce di norme antisismiche le ritroviamo nella legislazione tardo rinascimentale dello Stato Pontificio e del Regno delle Due Sicilie. In queste terre e in quegli anni operava l'architetto Pirro Logorio, cui fu affidato, tra l'altro, il completamento della fabbrica di San Pietro dopo la morte di Michelangelo nonché la realizzazione dei Giardini Vaticani e di quelli di Villa d'Este a Tivoli. Il Nostro visitando le rovine di Ferrara dopo il disastroso sisma del 1570, progettò e fece edificare nel Ducato di Mantova la prima casa antisismica del mondo occidentale.

Tuttavia in questo breve excursus storico non mancano veri e propri paradossi, legati a superficialità ed ignoranza. Un primo esempio lo ritroviamo all'indomani dell'Unità d'Italia. Il Parlamento, a

maggioranza piemontese o filo tale, decise di cancellare di netto, perché inutili ed allarmistiche, le norme relative alle prescrizioni edilizie antisismiche. Tutto ciò in considerazione del fatto che sia il Piemonte sia, soprattutto, la Sardegna non erano da ritenersi regioni sismiche. Viceversa nel nuovo ordinamento unitario, derivato direttamente da quello albertino, furono conservati i tradizionali regolamenti d'ingegneria idraulica (controllo dei fiumi, realizzazione di canali e di chiuse, ecc.) tanto cari al Cavour ma quasi inutili per l'Italia centro-meridionale.

Ma non basta!

Con l'adozione dello Statuto albertino furono cancellati i soccorsi alle popolazioni sinistrate. Nello Statuto si affermava, infatti, che tali aiuti non costituissero *compito prioritario* dello Stato Italiano. In altre parole l'eventuale soccorso doveva rientrare nel più ampio concetto di generosità pubblica. Finanche il coinvolgimento delle forze armate, che hanno da sempre rappresentato la struttura portante di un intervento di soccorso, doveva essere ritenuto né più né meno che *un'opera volontaria di beneficenza*, non già un dovere civico o quanto meno cristiano.

In verità il quadro normativo appare a dir poco confusionario per molti anni a seguire. Alcune norme, dal sapore draconiano, furono più volte proposte in differenti occasioni sempre allo scopo di limitare l'intervento dello Stato. Ad esempio si possono ricordare le seguenti:

1 - le Autorità potevano *requisire* qualsivoglia proprietà privata in caso d'emergenza, quale poteva essere la rottura di un argine ovvero il danneggiamento/crollo di un ponte, ecc.;

2 - l'Esercito e le Forze dell'Ordine potevano essere mobilitati *soltanto* su specifica disposizione del Primo Ministro; erano vietate, dunque, le iniziative d'ogni singolo Comando;

3 - le emergenze erano considerate sempre di *carattere locale* ad eccezione di quelle che colpivano importanti obiettivi strategici per la viabilità ovvero strutture di pubblica utilità;

4 - era *concesso* a soccorritori volontari, a enti religiosi e ad associazioni di attivarsi, anche in modo non coordinato, per affiancare l'eventuale intervento dei militari.

Le prime leggi

Risalgono al 1906 alcune disposizioni particolari sulle eruzioni vulcaniche, la difesa degli abitanti e delle strade dalle frane, dalle alluvioni, dalle mareggiate e dagli uragani.

Finalmente nel 1908, dopo il disastroso terremoto di Messina, è introdotta nella legislazione italiana una prima classificazione sismica del territorio e, contemporaneamente, entra in vigore la prima normativa antisismica. Tuttavia bisogna attendere ancora qualche anno perché sia emanato un Regio Decreto Legge (n.1915 del 2 settembre 1919) sul soccorso coordinato e di Stato alle popolazioni colpite da terremoto. Pur essendo evidentemente assai limitato nella scelta delle catastrofi naturali, il decreto rappresenta il primo tentativo autorevole di dare un primo assetto normativo ai servizi del pronto soccorso in caso di calamità. In quest'occasione fu affidato al Ministero dei Lavori Pubblici l'onere di dirigere e coordinare tutte le autorità civili, militari e locali da cui dipendevano sia i soccorsi sia i volontari soccorritori.

Occorre attendere il 1925 per una prima normativa organica in materia di protezione civile. In quell'anno (17 di aprile) fu pubblicata la Legge n. 473 con la quale si dava corpo agli organi fondamentali del soccorso civile, ancora coordinato dal Ministero dei Lavori Pubblici e, nello specifico, dal suo braccio operativo, il Genio Civile con il concorso delle strutture sanitarie.

In seguito si affidò al Regio Decreto Legge n. 2389 del 9 dicembre 1926, convertito nella legge n. 833 del 15 marzo 1928, un'ulteriore e più completa definizione dell'organizzazione dei soccorsi. Anche in questo caso s'individuò nel Ministero dei Lavori Pubblici l'Autorità competente a dirigere e coordinare gli interventi. Per la prima volta s'indicavano quali coadiutori altre amministrazioni ed enti dello Stato, come i Vigili del Fuoco, le Ferrovie, la Croce Rossa ecc.. Infine va posto l'accento sul fatto che per la prima volta i soccorsi previsti dalla Legge non erano limitati ai soli terremoti ma erano estesi a catastrofi di *altra natura*.

Il Dopoguerra

Negli anni che seguirono il secondo conflitto mondiale, sull'onda del clima di rinnovamento, si cercò di arrivare ad una legislazione organica in materia di protezione civile. In quegli anni (1950 e poi 1962 e 1967) furono presentati alcuni progetti di legge. Nessuno, per svariati motivi, arrivò a vedere la luce.

Purtroppo, ancora una volta, sono state le rovinose emergenze ambientali a illuminare la classe politica così da giungere all'approvazione di nuovi e più idonei strumenti legislativi. In quegli anni la Nazione patì due immani calamità: l'alluvione di Firenze ed il terremoto del Belice. La cattiva (pessima ?) gestione dell'emergenza, fece comprendere che ormai occorreva agire, e in fretta, per creare uno strumento idoneo ad affrontare quegli eventi naturali, che spesso si trasformano in tragedia solo a causa dell'improvvida azione umana. Non era consentito più alcun rinvio.

L'Alluvione di Firenze del 1966 è stato un evento fondamentale nella nostra piccola storia. Fu, infatti, la prima grande emergenza seguita quasi in diretta dalle televisioni e dai giornali di tutto il mondo. Questa tragedia, purtroppo, evidenziò la totale incapacità di coordinamento della struttura preposta a portare aiuto al territorio e alla popolazione. Si capì, finalmente, che i disastri in molte occasioni possono essere previsti limitandone fortemente gli effetti. Infatti, a causa della mancanza di un qualunque sistema di monitoraggio l'esondazione dell'Arno si annunciò praticamente da sé nelle prime ore di venerdì 4 novembre quando ormai era alle porte di Firenze, dove non era stata data importanza alle intense piogge dei giorni precedenti.

Nessuno appariva preoccupato, poiché in altre occasioni l'Arno era fortemente cresciuto. Molti addirittura consideravano la piena dell'Arno come un classico d'autunno, oggetto della curiosità degli sfaccendati che osservavano, chiacchierando, la piena dai numerosi ponti e dalle spallette. Per fortuna vi furono pochissime vittime. In pratica la popolazione fu colta di sorpresa ancora nel sonno; l'antico centro storico fu allagato; si trovò disperatamente rifugio solo ai piani più alti, dove molti vi restarono a lungo bloccati.



Fig. 1. A sinistra l'Arno invade Firenze all'alba del 4 novembre 1966 (da storiacontemporanea.net); a destra i superstiti abbandonano Gibellina all'indomani del sisma del 14-15 gennaio 1968 (da archiviofoto.unita.it)

In una Firenze spettrale trascorsero addirittura sei giorni prima che il Governo fosse in grado d'intervenire con una task force adeguata. In quei giorni si distinsero soprattutto i volontari, spesso giovanissimi, i cosiddetti *angeli del fango*, ai quali si deve il salvataggio di moltissime opere d'arte.

Peggior sorte toccò alla Valle del Belice, scossa due anni dopo da un violento terremoto che provocò 236 vittime. Anche in questo caso la gestione dell'evento fu un vero e proprio disastro nel disastro, essendo venuta a mancare la benché minima forma di coordinamento fra gli intervenuti (volontari, forze dell'ordine, esercito, presidi sanitari, ecc.). La vita della valle fu, peraltro, sconvolta da continui appelli ad abbandonare l'area al fine di ricostruire in zone lontane ritenute più sicure. Ancora oggi, purtroppo, la sperata ricostruzione non è stata completata.

Finalmente la Protezione Civile

È solo con la legge n. 996 dell'8 dicembre 1970 che lo Stato Italiano si dota di uno strumento efficace in grado di offrire agli operatori una guida operanti nell'ambito degli interventi di protezione civile. La legge 996 ha questo titolo: "*Norme sul soccorso e l'assistenza alle popolazioni colpite da calamità - Protezione Civile*".

L'importanza di questa legge risiede nel fatto che per la prima volta il nostro ordinamento fa suo il concetto generale di protezione civile, definendo nel dettaglio la nozione di calamità naturale e catastrofe. Si afferma quindi, in linea con l'art. 2 della Costituzione Italiana, il concetto di *solidarietà e protezione civile* e si specificano i compiti fondamentali delegati ai vari organi dello Stato per una razionale e rapida organizzazione degli interventi.

La direzione e il coordinamento di tutte le attività sono affidati al Ministero dell'Interno. È prevista, altresì, la nomina di un commissario per le emergenze, fino ad ora individuata nella persona del Prefetto a capo del Dipartimento di Protezione Civile, che sui luoghi colpiti da calamità dirige e organizza i soccorsi, avvalendosi anche dei Centri Assistenziali di Pronto Intervento. È riconosciuta l'attività di volontariato. Allo scopo d'ottenere il miglior coordinamento possibile, la legge 996/70 istituì, inoltre, il Comitato Interministeriale della Protezione Civile per una conduzione unitaria dell'attività dei vari ministeri interessati alla catastrofe naturale e alle sue conseguenze.

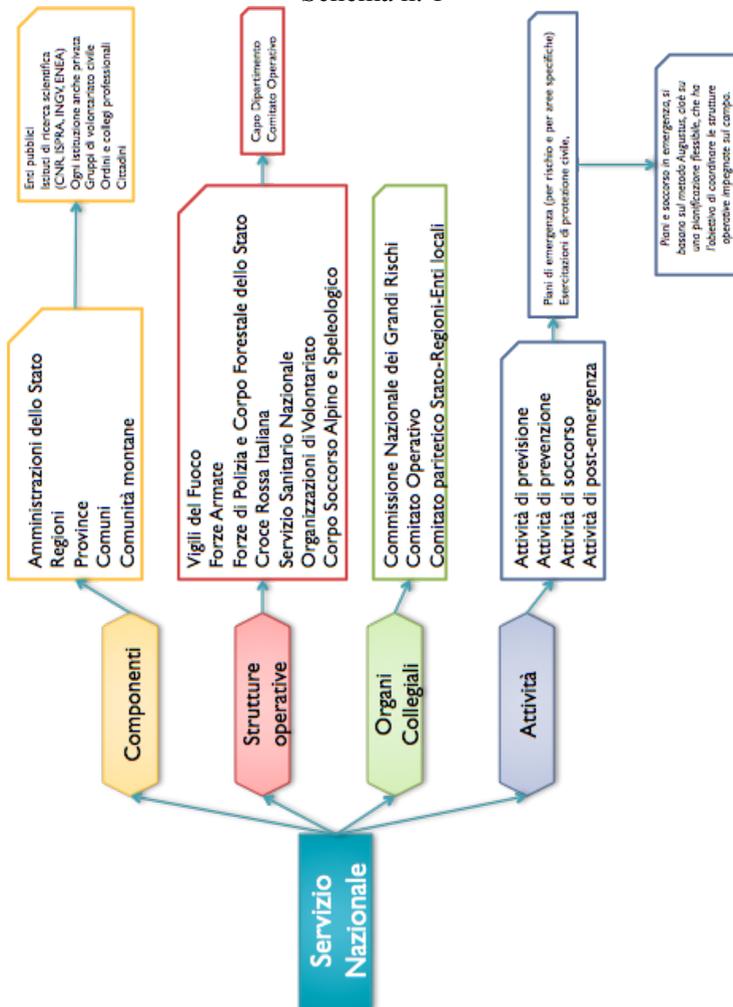
Dopo 40 anni e numerose esperienze (di cui avremmo volentieri fatto a meno) si può dire che questa Norma andrebbe integrata da nuove disposizioni, considerato che essa favorisce esclusivamente il momento dell'emergenza: di fatto con la 996/70 si disciplina solo il soccorso all'indomani della calamità naturale.

Peraltro le vicende hanno avuto un destino piuttosto lontano dalle buone intenzioni del legislatore. S'è dovuto attendere ben undici anni e due grandi catastrofi per ottenere un regolamento d'esecuzione della legge: l'Italia ha patito i terremoti del Friuli (6 maggio 1976 con 976 morti) e dell'Irpinia (23 novembre 1980 con 2570 vittime).

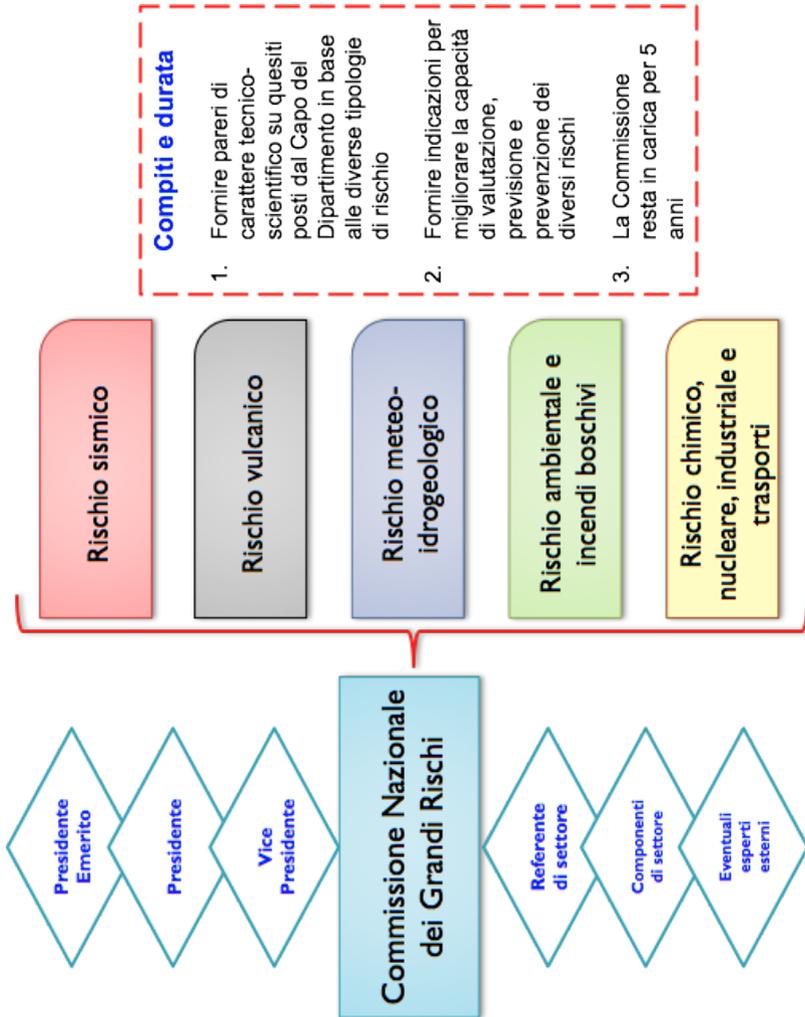
In entrambi i casi si dovettero registrare una eccessiva lentezza dei soccorsi e la solita mancanza di coordinamento. Il Friuli Venezia Giulia patì meno, vuoi per le dimensioni del disastro vuoi per la presenza veramente attiva di un Commissario straordinario (Giuseppe Zamberletti) s'impiegano solo tre lustri per ricostruire; andò peggio in Irpinia, dove la ricostruzione non è mai stata del tutto completata. Tuttavia, l'eredità di queste terribili esperienze è rappresentata dall'idea che i disastri vadano *immaginati, previsti (ove possibile) e prevenuti*.

Al momento l'intero settore è stato riformato dalla legge 24 febbraio 1992 n. 225, cui vanno aggiunte le più recenti disposizioni sulla riclassificazione sismica del territorio nazionale. Vediamo, in estrema sintesi nei due schemi seguenti (non commentati per brevità) come si presenta, oggi, il Dipartimento di Protezione civile.

Schema n. 1



Schema n. 2



IL DISSESTO IDROGEOLOGICO E LA SUA MITIGAZIONE: COMPLESSITA' A LIVELLO DI SCALA

GIUSEPPE SPILOTRO¹, FILOMENA CANORA², ANNACHIARA
D'ANGELLA³, DOLORES FIDELIBUS⁴, ROBERTA PELLICANI¹
¹UNIBAS - DICEM; ²UNIBAS - SI; ³UNIBAS - DS; ⁴POLIBA - DICATECH

Premessa

Il dissesto idrogeologico è in Italia, insieme alle alluvioni ed ai terremoti, una patologia apparentemente senza tempo, a dispetto del titolo del presente convegno, che lo interroga tra il passato ed il futuro. Se fosse vera la relazione di dipendenza inversa nel tempo dell'intensità secondo la nota legge di potenza (Malamud et al. 2004), questa distribuzione di tipo statistico assolverebbe le responsabilità antropiche, per lo meno per gli eventi di grande intensità o magnitudo. Detto in termini più semplici, essendo il tempo di ritorno degli eventi maggiormente catastrofici molto lungo, questa circostanza sembrerebbe attenuare le responsabilità del mal governo del territorio (pratica che non può essere più lunga di circa 2000 anni sul verificarsi di tali eventi. In realtà grandi eventi catastrofici, vedi Vajont, i grandi wildfires dell'ultimo decennio, le spaventose erosioni costiere ed altri numerosi esempi, non confermano la deduzione derivata dal teorema precedente.

La ragione risiede nella verifica dell'appartenenza dell'*ambiente* alla categoria dei *sistemi complessi*: il che significa vedere le parti del sistema ambientale, non più separate in virtù di un gentlemen agreement a tutela di spazi accademici o corporativi da involucri impenetrabili, ma come elementi interagenti ed essi stessi a loro volta costituiti da sistemi complessi, non lineari e dinamici.

Per completare la declaratoria, sistemi così fatti tipicamente devono essere guardati in scale spaziali e temporali diverse: la spiaggia può essere distrutta anche a dieci o più anni dalla costruzione di una diga a 100 km di distanza. Per quanto detto, dunque, le analisi devono essere spostate dalla dimensione (o scenario) dell'oggetto a quella

del sistema e integrata con l'esplorazione delle complessità, ovvero delle specificità del sistema, che mettono in crisi i modelli noti e che, quindi, richiedono una revisione dei modelli o di loro parti (Canora et al. 2012c). L'amministrazione di un territorio su cui è posizionata una comunità passa dunque obbligatoriamente attraverso la fase di individuazione dei rischi afferenti a quel territorio, mirata in una fase successiva alla loro mitigazione, attraverso una fase di costi-benefici. Le maggiori difficoltà si incontrano generalmente nella prima parte, onde è necessario sezionare il percorso metodologico verso la misura del rischio, per individuare ed affrontare al meglio le complessità che si rivelano.

La misura del Rischio

Concetti quali suscettibilità, pericolosità, vulnerabilità, esposizione e rischio sono ormai ben consolidati, così come le relazioni tra essi intercorrenti e la loro valutazione, cioè misura. Ma la misura, si sa, è affidabile, se lo strumento di misura e l'oggetto da misurare hanno rispettivamente accuratezza e specificità: per misurare l'altezza di una persona, bastano strumenti banali, purchè la persona sia ferma. Nella valutazione delle grandezze precedentemente elencate, cosa che a tutti gli effetti rientra nell'analisi e identificazione di sistemi, sono disponibili metodologie classiche e non, codificate: a fronte della loro proliferazione e della intrinseca positività di tale ampia e facile disponibilità, spaventa l'uso improprio che ne può derivare in sistemi, per l'appunto, complessi quali quelli di nostro interesse.

Ci si riferisce in primo luogo alla complessità della struttura del data set: densità di informazione, gradiente della densità di informazione in corrispondenza di gradienti della proprietà da rappresentare, accuratezza della trasposizione da proprietà ad informazione, sono alcuni punti preliminari alla definizione metodologica della valutazione della pericolosità o del rischio. Pensiamo ad esempio alla densità o passo di un DTM, in campo geologico applicativo alla trasposizione classe di terreno-proprietà, relativamente semplice per affioramenti formazionali di singole litologie e per spessori consistenti; sostanzial-

mente impossibile per formazioni flyschiodi in fasce fortemente tettonizzate, al differente ruolo dell'acqua negli specifici contesti, e come tutto questo abbia significati e costi di acquisizione in funzione della scala del progetto. Nello specifico tema che si sta trattando, inoltre, risultano ben note le difficoltà di definizione concettuale e di acquisizione di carte inventario oggettive e non operatore dipendenti. Altra complessità è quella fenomenologica di molti tipi di frane. La frana di Carlantino nel subappennino Dauno settentrionale (Puglisi et al. 2005, Canora et al. 2012b) ne è un esempio.

Gli elementi di generazione risiedono nell'interazione di almeno tre elementi: contrasti litologici e di permeabilità (flysch calcareo su terreni argillosi ad elevatissima plasticità derivante da presenze bentonitiche; idrologia superficiale e sotterranea stati tensionali tettonici materializzati in rotture alla grande ed alla piccola scala (faglie e fratturazione). A tutto ciò si aggiungano la lunghezza del corpo di frana (oltre 2.5 Km) che di fatto assegna alle diverse parti del corpo di frana stati tensionali contemporaneamente distensivi (a monte) e compressivi (al piede), e le nuove condizioni di stress al piede, derivanti dalle fasi di esercizio dell'invaso di Occhito, con cicli annuali di riempimento e di svuotamento, che lo hanno rimesso in movimento.

Il tempo di ritorno

La probabilità temporale di un evento di data intensità è ben nota nell'idrologia di superficie e rappresentata attraverso il così detto tempo di ritorno. In questo contesto, serie temporali di misura sufficientemente estese e complete permettono per alcuni bacini la previsione in termini statistici per lo meno fino ad intensità bicentinarie, e con estrapolazioni a tempi di ritorno più lunghi sufficientemente affidabili. Inoltre modellazioni anch'esse molto affidabili consentono correlazioni con le intensità e la morfologia delle precipitazioni. Tutto questo si basa sull'assunzione che le condizioni climatiche nelle quali si collocano le serie storiche e le estensioni temporali richiamate dalle previsioni siano sostanzialmente invariate. Purtroppo, informazioni derivanti da altre discipline al confine con l'idrologia, dicono che que-

sto asserto è ben lontano dalla condizione “vero” ed afflitto anch’esso da complessità. Non più tardi di 200 anni fa terminava la “piccola età glaciale (LIA)”, documentata anche nelle nostre regioni (Canora et al. 2012a, Canora et al. 2012d), il che significa in campo idrologico che gli algoritmi di previsione a tempi di ritorno superiori a 200 anni non hanno alcun significato. L’informazione temporale è essenziale ai fini della formulazione e valutazione del rischio.

Nel campo dei fenomeni di instabilità del territorio, frane e sprofondamenti di origine naturale, la definizione del tempo di ritorno soffre generalmente per difficoltà di due ordini diversi: ... nel nodo o nel luogo di interesse, l’assenza di serie temporali sufficientemente lunghe relative al fenomeno...l’impossibilità concettuale della ripetizione di fenomeni identici. Per quanto attiene al primo punto, solo in alcune aree abitate da lungo tempo o attraverso cartografia storica o da datazione di frammenti di legno o torbe casualmente campionate è possibile avere notizie di sequenze di eventi di instabilità. Informazioni di ripetizioni fenomenologiche su un arco di tempo di 400 anni sono note per Pisticci; per Carlantino sappiamo che la frana è più antica di 4000 anni (Canora et al. 2012b) e di alcune regressioni della scarpata principale nel periodo tra il 1980 e l’attualità. In ogni caso, se il fenomeno alluvione è sostanzialmente ripetibile, una frana di prima rottura acquista alimentazione dalla sua regressione, che non può essere infinitamente ripetibile, ovvero dall’allargamento a ventaglio su aree laterali a quella di primo distacco (è il caso della frana di Carlantino), ovvero ancora, dalla migrazione laterale sul versante (come nel caso dell’ampio terrazzo di Pisticci). Gli eventi successivi al primo sono dunque caratterizzati da geometrie diverse. Nel caso delle riattivazioni, quasi sempre riferibili a precedenti corpi di frana, le condizioni idrauliche di superficie e sotterranee definiscono nuove condizioni di carico, della consistenza e delle resistenze dei materiali, frantumati, ma non ammorbiditi nella prima rottura. Generalmente tutto questo produce un cambiamento tipologico della riattivazione, caratterizzata da un campo di stress e cinematico del tutto differente da quello della precedente rottura. Le complessità sommariamente descritte condu-

cono in termini pratici all'assenza di informazioni temporali per fenomeni di intensità volumetrica rilevante e, quindi, all'impossibilità di definizione del rischio per tali classi di fenomeni, a meno di non intervenire con integrazioni euristiche del processo conoscitivo mancante (Pellicani et al 2013).

L'equazione del rischio: complessità concettuali

Anche per il rischio idrogeologico valgono le definizioni già note e sintetizzate dalla:

$$R = H * V * S$$

Nella quale R è il rischio afferente in un determinato luogo alla specifica fenomenologia determinante la pericolosità H, con grado di vulnerabilità (o percentuale di danno) V, sul valore esposto S.

Un primo problema concettuale, non sempre correttamente valutato, è di tipo lessicale: la probabilità di accadimento di un evento viene chiamata pericolosità, anche in contesti nei quali l'esposizione, e quindi anche il rischio, siano nulli, determinando azioni o attese di comportamento inutili, se non dannose. La dinamica dei fenomeni naturali sulla superficie terrestre è perfettamente entropica: la direzione della trasformazione energetica è quella della legge di massima probabilità, assegnata al fenomeno dalla presenza di campi di potenziali che dirigono il fenomeno.

Questo significa semplicemente che i livelli successivi di energia in sistemi dinamici e complessi sono le sequenze di processi naturali che non devono essere contrastati, in quanto funzionali ad ambienti naturali a livelli energetici inferiori, ma non dissociati da quelli ad energia maggiore, con cui fanno sistema. In parole più semplici, la spiaggia è un sistema ambientale con un sedimento ad energia potenziale inferiore rispetto a quella della roccia madre in montagna, ma l'erosione o la frana non devono essere contrastate, se non associate ad un rischio ben delineato, in quanto la produzione di sedimento è essenziale per la vita del sistema inferiore spiaggia.

Un secondo problema concettuale deriva dal fatto che anche l'esposizione, o alcune sue parti, possono avere probabilità di accadi-

mento spaziale e temporale. Il caso tipico è quello delle strade attraversanti aree soggette a caduta massi, nelle quali l'intensità di traffico oraria determina la probabilità dell'esposizione (Budetta 2002). Si tratta quindi di un'ulteriore complessità che invalida i modelli generali di uso corrente. Infine si pone l'attenzione sulle complessità derivanti da scomposizioni analitiche di fenomeni non lineari e dinamici, che forse potrebbero essere eliminate, sia pure con livelli di confidenza leggermente inferiori, a fronte di modellazioni più semplici.

La dipendenza dissesto idrogeologico-precipitazioni è certamente reale e confermata in termini di correlazioni tra le due variabili, ad intensità fenomenologica del dissesto fissata; la sua esplicitazione potrebbe tuttavia essere inutile, perché contenuta genericamente nella condizione clima ed esposizione di versante, ed in questo caso riferibile all'intero campo di variabilità delle intensità.

La mitigazione

L'equazione del rischio permette di apprezzare come siano tre i macro campi nei quali valutare la possibilità di riduzione del rischio, misurando e confrontando i costi (non solo monetari) dell'operazione. Il primo campo è quello della pericolosità H , che può essere modificata focalizzandola su un territorio contiguo, o attraverso la realizzazione di interventi attivi sul territorio tramite azioni antagoniste rispetto a quelle che determinano l'instabilità; ovvero allungando il tempo di ritorno dell'evento, effetto quest'ultimo tipico delle azioni di manutenzione sul territorio o della loro rinaturalizzazione positiva.

Il secondo campo, la riduzione della vulnerabilità, riporta sostanzialmente all'aumento della resilienza del sistema, argomento anche questo di recente acquisizione. Il terzo infine chiede la variazione in riduzione dell'esposizione. Nella sua forma più semplice, l'interdizione all'uso del territorio, si realizza a costo quasi nullo per la Pubblica Amministrazione con banali segnalazioni del rischio e di divieto, che non riducono il reale rischio complessivo, ma solo quello di reversibilità del danno sulla Pubblica Amministrazione.

Complessità alla scala spaziale e temporale nella mitigazione del dissesto idrogeologico

Sappiamo che l'ambiente è un sistema dinamico, non lineare e dotato di complessità nello spazio e nel tempo e nelle loro scale. La scala nasconde il problema epistemologico e spesso conflittuale dell'olismo e del riduzionismo; tuttavia non v'è dubbio alcuno che l'analisi dei sistemi sia meglio supportata dall'olismo. Alcuni casi di studio confermano questa asserzione, in particolare con riferimento alle azioni antropiche su sistemi di grandi dimensioni, che hanno rivelato a distanza di anni alcune negatività, di intensità totalmente sottostimata a priori. Un caso interessante è offerto dalle alluvioni di Bari del 1905, del 1915, del 1926 e del 2005 e di azioni sul territorio in qualche modo mirate alla mitigazione degli effetti e di altre gestite in maniera autonoma per altre finalità, ma che sono entrate in qualche modo nel sistema. Rinviando alla notevole letteratura esistente sugli argomenti richiamati (Mossa 2007, Spilotro et al. 2008a, Canora et al. 2008, Spilotro et al. 2008b), si riporta una sintesi degli eventi.

Il territorio della città di Bari, adagiata sulla costa adriatica, era attraversato da alcuni solchi fluviali, detti lame, che ricevono alimentazione dall'area collinare e carsica della murgia. La natura del suolo dell'area di alimentazione è tale che solo per eventi meteorici di rilevante intensità e dopo saturazione delle discontinuità carsiche di superficie si determina un ruscellamento significativo. Questa condizione era stata verificata nel 1905 e nel 1915, onde si mise mano ad una rilevante azione di controllo idraulico, deviando una delle lame nel tratto terminale di quella più esterna a Nord e una deviazione simile per un'altra a Sud. Ciò non impedì nel 1926 a una terza alluvione di scaricarsi nuovamente nel borgo murattiano, avendo sfondato la diga di deviazione del sistema a Nord.

A seguito di questo nuovo disastro a dispetto della natura carsica del territorio, si procedette ad un ulteriore allargamento del sistema di deviazione della lama a Nord, procedendo contemporaneamente ad una estesa opera di rimboschimento nell'area più alta del bacino di alimentazione. Questi lavori presumibilmente tennero lontane le allu-

vioni da Bari fino al 2005, quando, pur non penetrando in città, le acque rossastre provenienti dalla Murgia provocarono danni consistenti al sistema infrastrutturale (strade e ferrovie) ed alle aree periferiche. Alcune azioni antropiche erano avvenute nei decenni precedenti nei bacini di alimentazione, legate a variazioni tipologiche delle pratiche agricole. Nell'alta Murgia il termine "miglioramento fondiario" nascondeva il processo di spietramento, consistente nella macinatura fina delle rocce calcaree affioranti, nella distruzione della parcellizzazione operata in secoli di lavoro dai muretti a secco e, infine, nell'aggiunta di ammendanti e di concimi.

La distruzione sistematica delle tessiture epicarsiche e dei muretti a secco di fatto creava una nuova idrologia di superficie, che vedeva un incremento dell'evapotraspirazione e del ruscellamento (compresi i tempi di risposta del sistema) e con conseguente riduzione dell'alimentazione carsica profonda. L'analisi quantitativa del fenomeno conduce a stime paurose. Contemporaneamente alle quote più basse, alcune coltivazioni di frutta ed orticole venivano assistite con coperture di teli di plastica e da serre, anche in questo caso producendo un drammatico incremento del ruscellamento. Si può concludere che, variazioni a scala locale (ma non di piccole dimensioni) delle pratiche agricole risultano concause a distanza di circa un decennio di una sensibile riduzione delle ricariche della falda carsica profonda e di alluvioni.

Le trasformazioni infrastrutturali e l'uso conflittuale delle risorse

Le problematiche di interazione alla grande scala sono messe in evidenza in particolare dalle grandi trasformazioni infrastrutturali, proprio per le dimensioni tipiche di tali progetti. In fase di progettazione, gli impatti trasferiti a grandi distanze raramente sono stimati correttamente, come poi l'evoluzione successiva del sistema ambientale evidenzia. Uno dei settori in cui maggiormente si avvertono tali interazioni forti è quello delle infrastrutture per l'intercettazione, la raccolta e la successiva distribuzione dell'acqua, sia a fini potabili,

che agricoli. Tale interazione era nota per gli effetti già sperimentati sul corso e sul delta del fiume Nilo, sbarrato ad Aswan. E' interessante notare che in questo caso la distanza tra l'elemento di perturbazione e l'area in dissesto idrogeologico è di quasi 1000 Km. Tra gli studi su simili interazioni in Italia, sono noti quelli relativi alle trasformazioni nei bacini della Basilicata gravanti sui 5 fiumi sfocianti nel mar Ionio. Le captazioni idriche si concretizzano in 3 grossi sbarramenti (fino a 500 Mmc quello sul f. Sinni a M. Cotugno) ed in altre 15 tra dighe minori e traverse. L'effetto sulla costa si è materializzato con un ritardo di alcuni anni, in quanto il sistema ha prima compensato il deficit sedimentario attingendo ai depositi affioranti, per poi dilagare con arretramenti che hanno toccato i 550 m alla foce del f. Sinni.

Per il periodo 1997-2003 si sono stimati valori di erosione media di circa 6.8 Ha/anno per il tratto tra foce Sinni e foce Bradano (Spilotro et al. 2008 a). Sulla base di una modellazione tarata su numerosi dati di interrimento degli invasi nell'area studiata, è stata stimata un'alimentazione media di sedimento alla costa di 4.25 Mmc/anno in assenza di dighe, ma una quantità attuale alla foce di 1,56 Mmc/anno. La quantità intercettata dalle dighe è di 2,15 Mmc/anno. Il deficit sedimentario medio (cioè la quantità di sedimento complessiva che non raggiunge più il mare, sia perché intercettata dalle dighe, sia perché a valle di queste, privata dell'energia di trasporto fino alla foce) è quindi di circa 2.7 Mmc / anno (Spilotro et al. 2011).

Deve essere ulteriormente valutato come solo una parte di questo volume sia utile alla spiaggia e, per altro verso, che la cifra effettiva va moltiplicata per il numero di anni in cui si è determinato il deficit. I numeri elencati, che hanno la pretesa di definire solo gli ordini di grandezza dei fenomeni, sembrerebbero evidenziare un uso conflittuale delle risorse. Nessun dubbio può essere avanzato sulla necessità delle captazioni; pur tuttavia si deve annotare che alcune azioni di mitigazione degli impatti provocati sarebbero a costo zero, attraverso una pianificazione attenta della gestione degli invasi e di alluvionamenti pilotati. Questi ultimi consentirebbero almeno il ripristino dell'officiosità dei fiumi a valle delle dighe, nei quali si accumula

annualmente una quantità molto interessante di sedimento, e potrebbero evitare le esondazioni dannose ed inutili, ai fini del trasporto di materiale a mare, a cui abbiamo assistito negli ultimi tempi.

Conclusioni

Nel presente lavoro si sintetizzano numerosi studi, nei quali si mettono in evidenza i rapporti di complessità nella valutazione e mitigazione del rischio idrogeologico, in relazione alla scala di valutazione dei fenomeni e del tempo. Si enfatizza come in realtà gli aspetti ambientali costituiscano sistemi complessi, che rispondono, in quanto tali, in modo non lineare e con effetti sensibili, cioè misurabili, differiti nel tempo e nello spazio. Il segno dell'intervento, alla scala del sistema, può addirittura invertirsi: ciò che si difende in collina, viene a mancare alla spiaggia a valle, e viceversa. L'attenzione ad una valutazione degli interventi in termini di sistema non vuole essere un monito al non intervento di trasformazione o di difesa, ma più semplicemente un richiamo a una migliore quantificazione dei fenomeni, da cui possono scaturire dimensionamenti della mitigazione più corretti nella scala, per l'appunto, di sistema. Il che significa anche una migliore utilizzazione delle risorse esistenti, un risparmio legato alle effettive priorità e necessità di intervento, e un richiamo alla corretta e parca utilizzazione delle risorse, per quanto visto, conflittuali. Cioè, in definitiva, gravate da costi aggiuntivi, il danno ambientale alla scala di sistema, spesso ignorato.

BIBLIOGRAFIA

- Budetta P. (2002). Risk assessment from debris flows in pyroclastic deposits along a motorway, Italy. *Bull. Eng. Geol. Env.*, 61: 293-301.
- Canora F., Fidelibus M.D., Sciortino A., Spilotro G. (2008). Variation of infiltration rate through karstic surfaces due to land use changes: a case study in Murgia (SE-Italy). *Engineering Geology*, vol. 99, iss. 3-4, 2008, pp 210-227. DOI: 10.1016 /j.enggeo.2007.11.018.
- Canora F., Fidelibus M.D., Spilotro G. (2012a) La piccola età glaciale di Taranto (Puglia, Italia). *Rend. Online Soc. Geol. It.*, Vol.18 (2012), pp 12-18, 9 figs, (DOI: 10.3301/ROL. 2011.59)
- F. Canora, M.D. Fidelibus, R. Pellicani, G. Spilotro (2012b) Kinematics and Evolution of Carlantino large landslide (Apulia, Southern Italy). ISL 2012 Banff, Canada. *Landslides and Engineered slopes: Protecting Society through improved understanding*. Rberhardt et Al. eds., 2012 Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-0-415-62123-6.
- Canora F., D'Angella A., Pellicani R., Spilotro G. (2012c). System analysis and complexity about land instability hazard and risk. *Proc. First Int. Workshop on methods and technologies for environmental monitoring and modelling: landslides and groundwater dynamics*. Università della Basilicata, Potenza, ott. 2011. RC ed, maggio 2012 (sd2).
- Canora F., Fidelibus M., Spilotro G. (2012d). La piccola età glaciale di Taranto (Puglia, Italy). *Atti Convegno: "Il clima nel bacino del mediterraneo negli ultimi 12000 anni"*, Accademia Nazionale dei Lincei, XXIX Giornata dell' Ambiente, Roma, 17 ottobre 2011; *Scienza e Lettere Editore Commerciale*, Roma 2012, pp.155-165.
- Malamud B.D., Turcotte D.L., Guzzetti F., Reichenbach P. (2004). Landslide inventories and their statistical properties. *Earth Surface Processes and Landforms*, 29: 687-711.

Mossa M. (2007) The floods in Bari. What the history should have taught. *Journal of Hydraulic Research*, vol 45 n 5.

Pellicani R., Van Westen C., Spilotro G. (2013) Quantifying landslide exposure in areas with limited landslide information. *Landslides*, DOI: 10.1007/s10346-013-0386-4.

Puglisi S., Spilotro G., Trisorio Liuzzi G. (2005) La frana di Carlantino nel subappennino Dauno e i criteri per la sua sistemazione. AIIA, Conv.: L'Ingegneria Agraria per lo sviluppo sostenibile dell'area Mediterranea, Catania, giugno 2005

Spilotro G., Pizzo V., Leandro GF. (2008a). Evoluzione recente della costa ionica della Basilicata e gestione della complessità. Atti convegno: "L'arretramento della costa ionica della Basilicata: complessità, studi, azioni", Metaponto, 26 maggio 2006. *Geologia dell'Ambiente*, periodico SIGEA, suppl. n.2, 2008, pp 19-40.

Spilotro G., Canora F., Fidelibus M. D. (2008b) Rilevanza idrogeologica delle tessiture epicarsiche e delle forme carsiche dell'Alta Murgia (Puglia). *ROL SGI vol 2*, 2008, 1-3 Atti 84 Conv. Naz. SGI, Sassari, sett. 2008.

Spilotro G., Canora F., Cicala A. (2011) Attività antropica e variazioni del bilancio sedimentario relativo alla costa Ionica della Basilicata. *Atti Dip SGGA n 2.1010; SAGRAF 2011*

NUOVI STRUMENTI E TECNICHE PER LO STUDIO DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

DOMENICO CAPOLONGO

*Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali.
Università degli Studi di Bari "Aldo Moro"*

Scienziati e professionisti dell'ambiente stanno affrontando importanti e fondamentali cambiamenti nella direzione della loro scienza. I nuovi strumenti tecnologici, i *data sets* non tradizionali e la migliore comprensione della connessione tra idrologia, geomorfologia e sistema climatico si stanno sviluppando proprio come bisogno della società per una migliore gestione dell'ambiente e della prevenzione dei rischi naturali. Sviluppare una comprensione scientifica del sistema terra e la sua risposta ai cambiamenti naturali e indotti dall'uomo è di fondamentale importanza per permettere una migliore prevenzione rispetto ai cambiamenti climatici e ai rischi naturali per le generazioni presenti e future. I sistemi geomorfologici sono sistemi complessi.

Il loro studio e la conseguente costruzione di scenari futuri e realistici di evoluzione e di pericolosità ambientale, richiede una analisi quantitativa, alla scala spaziale opportuna e che tenga conto in modo olistico di tutte le componenti del sistema e delle loro interazioni. Oggi siamo in grado, come mai in passato, di condurre tali tipi di analisi per la prevenzione dei rischi grazie a *data set* acquisiti in modalità quasi continua (es. dati satellitari, GPS, pluviometrici e termometrici ecc.) a diverse scale spaziali e su vaste aree di territorio e a strumenti di analisi ad alto contenuto tecnologico.

Tra le componenti che oggi permettono questo tipo di sviluppo, a nostro avviso, sono quattro sicuramente quelle fondamentali e che stanno rivoluzionando gli studi nel settore:

1. Lo sviluppo di sistemi avanzati dell'informazione per elaborare, archiviare, accedere, visualizzare e comunicare dati.
2. La disponibilità sempre più diffusa di modelli digitali della topografia a scala metrica e submetrica

3. La disponibilità di immagini telerilevate nell'abito delle onde radar utilizzabili in ambito di protezione civile.
4. La disponibilità di software *GIS* e *Geoscience* di tipo *open source* e la disponibilità sempre più diffusa di *open data*.

Di seguito viene descritta sinteticamente l'importanza di questi quattro aspetti fondamentali per lo sviluppo delle ricerche.

La geomatica

Dal punto di vista degli strumenti tecnologici, sono in continuo sviluppo sistemi avanzati dell'informazione per elaborare, archiviare, accedere, visualizzare e comunicare dati delle scienze della terra e dell'ingegneria. Oggi si parla di Geomatica (geos: Terra, matica: automazione), un neologismo il cui uso è sempre più diffuso. Essa include una serie di discipline e di tecniche per lo studio della superficie terrestre e dell'ambiente e in cui l'informatica gioca un ruolo decisivo. Altro termine usato in Italia è geoinformatica.

La Geomatica include la topografia nelle sue forme più moderne (telerilevamento da aereo e satellite, fotogrammetria digitale, GIS e WebGIS, sistemi di aiuto alle decisioni, tecniche trattamento dati GPS e laserscanner, ecc.).

Trattasi quindi di un campo emergente dell'IT (*Information Technology*) che si occupa dell'acquisizione, della modellazione, dell'analisi e della gestione di dati spaziali digitali. La disciplina è in rapida espansione in ambito internazionale. Questa tendenza si riscontra anche in Italia, sebbene esista ancora un ritardo a nostro avviso dovuto relativamente basso livello dell'IT italiano se confrontato con quello degli altri paesi industrializzati.

La Geomatica è una disciplina con un forte impatto economico e sociale. L'80% circa delle decisioni politiche di gestione del territorio nei paesi avanzati vengono prese utilizzando e/o analizzando dati che provengono da queste tecnologie. Se ne deduce quindi un'importanza strategica crescente per la Geomatica che da alcuni viene interpretata come una delle discipline chiave di questo secolo. I pro-

fessionisti hanno oggi la possibilità di utilizzare una gran mole di dati di base e tematici, anche via web per studi specifici, cosa impossibile fino a pochi anni fa.

Dati topografici digitali ad alta risoluzione (DEM).

Il termine DEM è l'acronimo di *Digital Elevation Model*. Nell'accezione più generale il DEM è un set di misure che registrano l'elevazione della superficie topografica e che contengono anche l'informazione delle relazioni spaziali tra queste misure. I DEM sono usati come rappresentazione completa del continuo della superficie terrestre; il che implica che le quote siano calcolabili in ogni punto dell'area in esame. Sono usati anche i termini DSM (*Digital Surface Model*) per descrivere la superficie terrestre inclusi gli oggetti posti su di essa, (vegetazione, edifici, ecc) e DTM (*Digital Terrain Model*) usato a volte come sinonimo di DEM, più correttamente da usare quando ci si riferisce alla quota del terreno.

Grazie alla disponibilità di DEM, anche a scala globale (es. SRTM, GDEM) si è avuto un grande sviluppo di una serie di tecniche per l'analisi topografica che vanno sotto il nome di *terrain analyses*. Obiettivo della *terrain analyses* è rappresentare la superficie terrestre e le sue proprietà accuratamente (es. pendenze, curvature esposizioni profili topografici ecc.). Recentemente sono sempre più diffusi dati topografici ad alta risoluzione (< 1m) acquisiti con tecnologia laser.

Questi sono identificati con l'acronimo LIDAR (*Light Detection and Ranging*) è una tecnica di telerilevamento che permette di determinare la distanza di un oggetto o di una superficie utilizzando un impulso laser acquisendo fino a migliaia di punti al secondo. In ambito scienze della terra la combinazione di GPS e lidar aerotrasportati è diventata uno degli strumenti principali per il rilevamento di frane, faglie, linee di costa, alvei fluviali la combinazione di queste due tecnologie può fornire mappe altimetriche del terreno estremamente accurate, che possono rivelare l'elevazione del suolo anche attraverso la copertura degli alberi e quindi fornire sia un DSM che un DTM. Oggi possiamo affermare quindi di poter disporre (in maniera impensabile fino a poco tempo fa) di dati topografici alla scala del processo geo-

morfologico che si intende investigare (es. frane, alluvioni, erosione del suolo, ecc.) e spazialmente distribuiti in modo continuo.

Da segnalare il Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale, un accordo di programma tra Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile e Ministero della Difesa. L'obiettivo del Piano Straordinario è quello di avviare, per la prima volta, la costituzione di una Base Dati ad altissima risoluzione ottenuta tramite tecnologie satellitari (o basate su aeromobile) acquisita sull'intero territorio Nazionale per attività ambientali. In particolare, il progetto prevede l'acquisizione, da parte del Ministero, di dati prodotti da Telerilevamento con tecnica Laser-scanning LiDAR (da piattaforma aerea) e con tecnica interferometrica (da piattaforma satellitare).

Sistema di telerilevamento radar

Il telerilevamento ambientale è un'attività molto "attuale". Per la prima volta nella storia, la tecnologia ci mette nelle condizioni di conoscere in maniera approfondita e vasta lo stato del nostro pianeta, rendendo disponibili in maniera sinottica informazioni di natura molto eterogenea e complessa. Di particolare interesse per le loro caratteristiche sono i dati SAR. L'acronimo sta per Synthetic Aperture Radar. Trattasi di un sistema di telerilevamento radar coerente, attivo e a microonde. Grazie alla tecnica interferometrica questa tecnologia è in grado di valutare variazioni topografiche dovute a movimenti dell'ordine del millimetro. La tecnologia oggi è stata applicata con successo all'individuazione di movimenti superficiali lungo faglie sismogenetiche a seguito di terremoti.

Una grande rilevanza sta assumendo l'applicazione dell'interferometria per la stima di movimenti franosi specialmente in aree urbane. Di grande interesse è anche l'applicazione alla definizione delle aree inondate a seguito di alluvioni. Infatti, a differenza dei sensori ottici, il SAR ha la capacità di osservare oggetti attraverso le nuvole essendo quindi in grado di delineare le aree inondate nell'immediato di un evento alluvionale. L'Italia è sicuramente uno dei paesi leader nell'utilizzo di questa tecnologia anche grazie al COSMO-SkyMed (*COnstel-*

lation of small Satellites for Mediterranean basin Observation) sistema di satelliti radar di osservazione terrestre, promosso dall'Agenzia spaziale italiana e dal Ministero della difesa.

Si tratta di una costellazione di quattro satelliti per l'osservazione della Terra dallo spazio, mediante un radar ad apertura sintetica (SAR), in banda X, che può operare sia di giorno sia di notte, anche in caso di nuvolosità. Ha applicazioni di tipo civile nella gestione dell'ambiente, in particolare dei disastri naturali. Il piano straordinario di telerilevamento già menzionato in precedenza prevede l'acquisizione di dati interferometrici sull'intero territorio nazionale.

GIS libero e dati aperti

Negli ultimi dieci anni i GIS (Geographic Information System) sono diventati lo strumento principe e imprescindibile per la raccolta, l'archiviazione, l'elaborazione e la restituzione di dati geo-ambientali. Al fianco dei tradizionali software proprietari più recentemente sono stati sviluppati tutta una serie di software GIS conosciuti come software libero. Il software libero è un software pubblicato con una licenza che permette a chiunque di utilizzarlo e che ne incoraggia lo studio, le modifiche e la redistribuzione.

Secondo la Free software foundation un software si può definire libero solo se garantisce quattro libertà fondamentali:

- Libertà di eseguire il programma per qualsiasi scopo.
- Libertà di studiare il programma e modificarlo.
- Libertà di ridistribuire copie del programma.
- Libertà di migliorare il programma e di distribuirne pubblicamente i miglioramenti, in modo tale che tutta la comunità ne tragga beneficio.

Questo movimento di “pensiero” e “culturale” ha fatto sì che migliaia di sviluppatori indipendenti in tutto il mondo hanno contribuito allo sviluppo e portato i software GIS liberi al livello dei software proprietari con la conseguenza di mettere a disposizione dei professionisti (e non solo) strumenti ad alto contenuto tecnologico, facilmente

accessibili e personalizzabili. Nel Febbraio 2006 nasce OSGeo (the Open Source Geospatial Foundation), organizzazione internazionale la cui mission è promuovere lo sviluppo collaborativo di software libero focalizzato sull'informazione geografica (FOSS4G).

In Italia opera attivamente dal 2007 l'Associazione Italiana per l'Informazione Geografica Libera GFOSS.it (Geographic Free/Open-Source Software) con il preciso intento (insieme a diversi altri) di promuovere l'utilizzo del software libero e il libero accesso ai dati geografici. GFOSS.it mantiene una lista aggiornata dei software GIS liberi sul proprio sito web (<http://gfooss.it/drupal/software>) Alcuni tra i software più evoluti e utilizzati sono ad esempio: Grass, Quantum Gis, gvSIG, mapserver e diversi altri. Sebbene il concetto di libero sia chiaro e condiviso per quanto riguarda i software non è così per quanto riguarda le fonti di dati.

In generale, però, possiamo definire i dati liberi (o aperti), in inglese open data, alcune tipologie di dati liberamente accessibili a tutti, privi di brevetti o altre forme di controllo che ne limitino la riproduzione e le cui restrizioni di copyright eventualmente si limitano ad obbligare di citare la fonte o al rilascio delle modifiche allo stesso modo. Oggi l'Europa si prefigge di essere all'avanguardia in questo campo. La Commissione UE ha recentemente svelato una strategia per l'Open Data europeo che consentirà di generare ricavi economici diretti e indiretti pari a circa 40 miliardi di euro all'anno.

Tutti i dati delle istituzioni pubbliche saranno condivisi e potranno essere riutilizzati per qualsiasi scopo, commerciale o non commerciale, se non sono tutelati dal diritto d'autore di terzi. In definitiva oggi abbiamo le tecnologie per consentire la disponibilità di *data set* a livello globale e dei sistemi di distribuzione che ci consentono di ampliare la collaborazione e accelerare il ritmo delle ricerche e degli studi in ambito geo-ambientale. Ne consegue un forte impatto sulla diffusione della conoscenza che permetterà sempre più una migliore prevenzione rispetto ai cambiamenti climatici e ai rischi naturali per le generazioni presenti e future.

Principali risorse web consultabili

- <http://www.opentopography.org/>
-
- <http://www.cosmo-skymed.it/it/index.htm>
-
- <http://www.pcn.minambiente.it/GN/>
-
- <http://www.gfoss.it/>
-
- <http://www.osgeo.org/>

INDICE

INTRODUZIONE	
<i>CARMINE COCCA - RAFFAELE NARDONE</i>	pag. 3
CENNI STORICI SULLA CONOSCENZA DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO IN BASILICATA	
<i>FEDERICO BOENZI</i>	» 7
PASSATO, PRESENTE E FUTURO DELLE SISTEMAZIONI IDRAULICO-FORESTALI IN BASILICATA	
<i>SALVATORE PUGLISI - FRANCESCO GENTILE</i>	» 12
IL DISSESTO IDROGEOLOGICO TRA PASSATO, PRESENTE E FUTURO	
<i>GERARDO CALVELLO - PASQUALE ALBERTI</i>	» 43
LE DIRETTRICI DI DEFLUSSO DI TIPO EFFIMERO: CARATTERISTICHE E RISCHIO IDROGEOLOGICO	
<i>ANGELO DOGLIONI - ORAZIO GIUSTOLISI - VINCENZO SIMEONE</i>	» 58
INCENDI BOSCHIVI E DISSESTO IDROGEOLOGICO IN PROVINCIA DI MATERA	
<i>RAFFAELE MANICONE</i>	» 70
ATTIVITÀ DELLA PROTEZIONE CIVILE NAZIONALE	
<i>LUIGI PENNETTA</i>	» 82
IL DISSESTO IDROGEOLOGICO E LA SUA MITIGAZIONE: COMPLESSITA' A LIVELLO DI SCALA	
<i>GIUSEPPE SPILOTRO - FILOMENA CANORA - ANNACHIARA D'ANGELLA - DOLORES FIDELIBUS - ROBERTA PELLICANI</i>	» 91
NUOVI STRUMENTI E TECNICHE PER LO STUDIO DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO	
<i>DOMENICO CAPOLONGO</i>	» 103

Finito di stampare
nel mese di luglio 2013
Tipografia Cav. Dott. G. C. ZACCARA
tel. 0973 41300 - Lagonegro (PZ)
info@grafichezaccara.net
www.grafichezaccara.it