

SOMMARIO

- 5-7 **Editoriale / Una situazione in continuo divenire**
di Gian Vito Graziano
- 8 **Recensioni / Abbiamo letto per voi**
a cura di Pietro Todaro
- 9-19 **La determinazione delle soglie critiche di pioggia dei fenomeni franosi per la finalità di Protezione Civile. Lo stato dell'arte in Sicilia**
di Giuseppe Basile
- 20 **Service / Guida all'uso del Cd-Room dell'Albo Ufficiale 2006 dell'O.R.G.S.**
a cura di Roberto Torre
- 21-25 **Thea Madre / Il volto della prima donna siciliana del Paleolitico**
a cura di Carolina Di Patti
- 25 **Il Museo geologico "G.G. Gemmellaro"**
a cura di Valerio Agnesi
- 26 **Iniziative / 2° Concorso fotografico GdiS - Regolamento**
- 27-28 **La parola a... / Una Finanziaria difficile**
di Emanuele Siragusa
- 28 **Temi & Calendario APC 2007**
- 29-31 **Nuove Leggi e Normative / Il decreto sull'«Utilizzazione agronomica finale» della Regione Siciliana: una nuova opportunità di lavoro per agronomi e geologi**
- 32-33 **La Provincia / Marsala. Senza strade e parcheggi comodi, agevoli e sicuri non c'è sviluppo, produttività e turismo**
di Leonardo Nocitra
- 34-35 **Resoconti / L'Ordine incontra la Politica**
a cura di Emanuele Doria
- 36 **Fisco e Geologia / Obbligo per gli uffici comunali di comunicare all'anagrafe tributaria i dati dei professionisti che hanno operato per il rilascio di concessioni, nulla osta, atti di assenso**
di Fabio Tortorici
- 37-38 **Attività dell'Ordine / Osservazioni e suggerimenti del Gruppo di Lavoro dell'O.R.G.S. a chiarimento e miglioramento delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni**
di Pietro Todaro
- 39-43 **Bilancio Consuntivo al 31 dicembre 2005**
- 44-48 **Notiziario / Corrispondenza - Nuovi iscritti - Commissioni Edilizie**



La copertina:

Prova assiale UU su un campione di sabbia limosa miocenica.

(Foto archivio Marco Venturi)

La determinazione delle soglie critiche di pioggia dei fenomeni franosi per la finalità di Protezione Civile Lo stato dell'arte in Sicilia

Giuseppe Basile - Dirigente del Servizio Rischi Idrogeologici e Ambientali del Dipartimento Regionale della Protezione Civile (g.basile@protezionecivilesicilia.it)

RIASSUNTO Per le attività di previsione in tema di rischio idrogeologico, la Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27 febbraio 2004 contempla la determinazione di soglie critiche di innesco per quanto riguarda i fenomeni idraulici e i fenomeni connessi al dissesto geomorfologico. Il sistema di Protezione Civile deve avviarsi a seguito del superamento di tali soglie e, pertanto, risulta necessario individuare opportuni indicatori che permettano di prevedere gli effetti al suolo causati dalle precipitazioni. Il Servizio Rischi Idrogeologici e Ambientali del Dipartimento Regionale della Protezione Civile ha avviato uno studio, su base statistica, per trovare una relazione causale piogge/frane, con relative soglie critiche, per le finalità istituzionali che gli competono, anche in vista dell'imminente costituzione del Centro Funzionale Decentrato. Pur con tutti gli inevitabili limiti derivanti dalla generalizzazione delle cause che inducono all'innesco delle frane, il modello sperimentale messo a punto, in corso di taratura, fornisce un responso in termini di livelli di criticità e conseguenti stati di allerta per il territorio regionale.

ABSTRACT To aim the activities concerning the Hydrogeological Risk, the Premier's Directive dated 02.27.2004 foresees the determination of critical thresholds regard hydraulic and geomorphological phenomena. Civil Protection system has to start if these thresholds are surmount, so it is necessary to individuate some signs to foresee the effects on the ground produced by precipitations. The Hydrogeological and Environmental Risk Service of Civil Protection Regional Department has begun a statistical study in order to find a causal relation between landslides and rains, with associated critical thresholds, to carry out the institutional purposes, also in awaiting the Sicilian Decentralized Functional Centre constitution, an organism that emanates the Risk Notices in case of critical meteorological situations. About fifty wide landslides (rotational, translational, earthflow and complex ones) in clay soils have been considered, selecting them from historical and recent archives. Although the causes of landslides activation may be several, it is possible to find a relation with the cumulative rains, starting since the end of summer, calculated in two different ways: considering the temperature's contribution in order to evaporation (cumulate progressive daily rains), and selecting the quantity of rain in groups of consecutive days (5, 10, 15, 20, 25, 30, 45, 60, 90 days) before the event. An analytical model based on statistical methods has been created; it provides a response about possible critical levels for the regional district to activate the corresponding actions for the mitigation of the hydrogeological risk for these kinds of phenomena. The experimental model will be tested by means of following observations.

PREMESSE

La Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27 febbraio 2004: "Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale, statale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile" (G.U. n. 59, 11/03/2004; G.U. n. 55, 8/3/2005) pone l'accento sulle attività di previsione e prevenzione che devono essere condotte, dallo Stato e dalle Regioni, nell'ambito delle competenze dei Centri Funzionali.

I Centri Funzionali sono organismi che concentrano e analizzano i dati meteo-climatici, di pericolosità, di vulnerabilità e di danno al fine di poter attendibilmente effettuare le previsioni dei rischi indotti da eventi naturali e antropici e poter attivare le conseguenti azioni di protezione civile (allertamento preventivo, valutazioni in corso d'evento, coordinamento degli eventuali soccorsi).

Al punto 2 della Direttiva viene riferito: "In ogni zona e per ciascuna tipologia di rischio le Regioni devono identificare **adeguate grandezze e relativi valori**, quali precursori ed indicatori del probabile manifestarsi di prefigurati scenari d'evento, nonché dei conseguenti effetti sull'integrità della vita, dei

beni, degli insediamenti e dell'ambiente, qualora non intervenga nessuna azione di contrasto e contenimento, ancorché temporanea e provvisoria, dell'evento stesso. Tale identificazione deve essere ottenuta sulla base sia della conoscenza storica del manifestarsi e dell'evolversi nel tempo e nel territorio di eventi significativi e dei relativi effetti, sia di modellazioni, anche speditive, degli eventi e degli effetti ritenuti più probabili". E inoltre: "Le Regioni, anche cooperando tra loro e d'intesa con il Dipartimento, stabiliscono un insieme di valori degli indicatori che, singolarmente o concorrendo tra loro, definiscono, per ogni tipologia di rischio, un **sistema di soglie** articolato almeno sui due livelli di moderata ed elevata criticità, oltre che un livello base di situazione ordinaria, in cui le criticità possibili sono ritenute comunemente ed usualmente accettabili dalle popolazioni".

Mentre è ragionevole accettare che i fenomeni di piena fluviale siano conseguenti a piogge intense e alla loro durata, e la modellazione al riguardo è regolata da formulazioni analitiche comunque riconducibili a relazioni afflussi-deflussi, per le frane la questione delle soglie critiche è più complessa.

Infatti, i fenomeni franosi sono controllati da numerosi fattori (predisponenti e innescanti) che sono difficilmente inquadrabili in modelli generali; è possibile

affermare che ciascuna frana è un caso a sé in quanto sono innumerevoli le condizioni intrinseche e al contorno locali che contribuiscono all'innescò del dissesto.

Quindi, la definizione di soglie pluviometriche critiche di innescò dei fenomeni franosi nell'ambito di un territorio regionale è un'operazione ardua e, probabilmente, priva di significato fisico se non inserita in un articolato contesto di acquisizioni specifiche (come varia il livello piezometrico in funzione di temperatura e precipitazioni, in che modo si infila l'acqua di pioggia in ragione di litologia, copertura vegetale e pendenza, come variano i parametri di resistenza e coesione nei diversi orizzonti litologici, ecc).

In letteratura scientifica si riscontrano diversi approcci per spiegare la relazione tra piogge e frane, ma il più delle volte i risultati rivestono un modesto interesse generale o perché riferiti a un singolo caso studiato o perché i modelli interpretativi richiedono un gran numero di input (Adams et alii, 1998; Boarga et alii, 2002; Casadei et alii, 2003; Cuscianna et alii, 1997; Iverson, 2000; Paronuzzi et alii, 2003; Petrucci et alii, 2003). Più concrete appaiono le esperienze condotte in Campania (Sirangelo et alii, 1996) e in Emilia Romagna (Regione Emilia Romagna - ARPA, 2005).

Poiché il sistema di protezione civile deve essere in grado di predisporre opportuni livelli di sorveglianza nel caso si verificano condizioni di potenziale rischio, è necessario sacrificare il rigore (poco utile in ragione della mancanza di parametri che in modo inequivocabile definiscano le fenomenologie in argomento) a favore di un sistema di allertamento rapido e sufficientemente affidabile.

A tal riguardo, il Servizio Rischi Idrogeologici e Ambientali (RIA) del Dipartimento della Protezione Civile della Regione Siciliana, nell'ambito delle attività orientate alla imminente costituzione del Centro Funzionale Decentrato con il compito specifico della previsione del rischio idrogeologico, ha effettuato uno studio per il riconoscimento di livelli di precipitazioni pluviometriche superati i quali è possibile l'innescò di fenomeni franosi di un certo tipo.

Non si ha notizia di analoghe applicazioni in Sicilia e, in questa nota, si presentano i primi risultati della ricerca.

CONSIDERAZIONI GENERALI

Una frana, intesa quale un movimento di terreno per effetto dell'azione gravitativa, è un "oggetto" molto complesso: vi sono numerosi tipi di frana e le interazioni tra cause predisponenti e innescanti possono essere molteplici e non tutte immediatamente

individuabili, specialmente in assenza di strumenti di controllo (il caso più comune). Tra gli elementi che condizionano l'innescò di un fenomeno franoso si ricordano:

le piogge (durata, intensità), le precipitazioni nevose (altezza e persistenza del manto), la litologia e la pendenza dei versanti, la permeabilità e le caratteristiche geotecniche dei terreni, la copertura vegetale, le oscillazioni del livello piezometrico, le pratiche colturali, il tipo e lo spessore del suolo.

La filiera delle cause può essere molto lunga e articolata e la sua ricostruzione non giova alla determinazione delle soglie critiche di innescò di valenza generale perché può essere diversa da una frana all'altra e cambiare nel tempo; inoltre, semmai si riuscisse a individuare in modo esatto i parametri utili a trovare una relazione "universale" causa/effetto, gli elementi di valutazione potrebbero non essere rilevanti affatto (assenza di studi appropriati) o esserlo solo con ritardo (assenza di monitoraggio in tempo reale).

Per le ragioni sopra esposte in modo sintetico, un sistema di allertamento per la Protezione Civile su scala regionale può essere basato, in considerazione dell'attuale stato di conoscenze, soltanto sul controllo delle piogge i cui dati costituiscono serie storiche di riferimento.

Alcuni tipi di frana (colate di fango, crolli, smottamenti) possono essere causati da piogge particolarmente intense che si sviluppano in un breve arco di tempo (mm/h); tuttavia, i modelli meteorologici ancora non riescono a prevedere la localizzazione e la concentrazione di tali eventi temporaleschi (si arriva, quando va bene, ad una stima del quantitativo di precipitazione totale per le 24 ore successive); ciò induce a ritenere, per il momento, scarsamente produttivi gli sforzi mirati a ottenere soglie pluviometriche di innescò per tali tipi di dissesto.

Le piogge giornaliere, sebbene risentano anch'esse delle anomalie orografiche e microclimatiche locali, hanno una distribuzione spaziale meno irregolare. Ciò comporta da un lato il vantaggio di poter mettere in relazione la previsione meteorologica H24 con il dato statistico derivante da uno studio per la determinazione di soglie critiche, dall'altro la possibilità di estendere a dintorni geografici le informazioni puntuali, pur con tutti i limiti noti in tema di spazializzazione dei dati climatici.

Evidentemente, ciò comporta la necessità di riferirsi a dissesti geomorfologici che abbiano stretta attinenza con regimi di precipitazione alla scala giornaliera o pluri-giornaliera e pertanto a frane di scoscendimento,

con tutte le varianti insite in tale terminologia (scorrimento e colata, complesse).

A tale riguardo, giova precisare che gli scoscendimenti e le grandi colate sono quei dissesti (spesso associati: uno scoscendimento di grandi proporzioni si accompagna quasi sempre ad una colata, la quale costituisce il corpo e il piede della frana) che hanno una rilevanza maggiore in tema di protezione civile per gli effetti che producono in termini di danno; per questo motivo si hanno anche maggiori informazioni, nel senso che si conserva memoria dei fenomeni ed è possibile tentare di determinare quali siano state le piogge che ne hanno comportato l'innescò. I tipi litologici nei quali questo tipo di frane si sviluppa sono, per la maggior parte, argille o flysch in facies argillosa o detrito di versante a prevalente componente argillosa; di conseguenza, è lecito supporre, con grande ma inevitabile approssimazione, che i processi di infiltrazione e di circolazione dell'acqua nel terreno siano simili. Tale approccio metodologico, la cui scelta è praticamente obbligata in funzione del tipo di informazione che perviene dal campo delle previsioni meteorologiche, esclude:

- le frane di crollo le quali, pur essendo fenomeni potenzialmente più rischiosi per la loro imprevedibilità e per gli effetti molto dannosi che possono comportare, si manifestano in modo localizzato e sono influenzate da situazioni peculiari dell'ammasso roccioso (fratturazione, sviluppo dell'apparato radicale, giacitura, ecc);
- le frane superficiali (soil-slip) e le colate di terra che, sebbene siano molto diffuse, sono così diverse le une dalle altre e così influenzate da fattori locali (pratiche colturali, infiltrazioni da corpi litologici a permeabilità elevata, processi geomorfologici lenti, spessore del suolo, ecc) che, in assenza di ulteriori dati, non si ritiene significativa una ricerca delle soglie critiche su scala regionale; d'altra parte, il loro impatto è generalmente modesto e per lo più distribuito in contesti non urbanizzati, tranne eccezioni.

FONTI DEI DATI E CRITERI DI ANALISI

Per l'obiettivo degli studi, indicato nelle premesse, è sembrato scontato orientare le ricerche verso dati facilmente reperibili.

In ragione della necessaria tempestività con cui un organismo di protezione civile deve agire, non vi è il tempo di verificare (in assenza di una capillare rete di monitoraggio) le altre condizioni al contorno. Pertan-

to, si assume che l'innescò dei fenomeni franosi che coinvolgono grandi masse di terreno sia conseguente ad un regime di piogge prolungate eventualmente acuito da una concentrazione di uno o più giorni.

Per determinare l'ammontare delle piogge che hanno preceduto un dissesto occorre possedere almeno le seguenti informazioni:

- il giorno in cui si è innescata la frana: tale dato è alquanto aleatorio in quanto la segnalazione potrebbe essere stata effettuata solo quando si è verificato un danno ad un bene di rilevanza tale da comportare accertamenti, mentre l'innescò vero e proprio potrebbe essersi verificato giorni prima;
- i dati delle piogge giornaliere a partire dall'anno idrologico: a tal riguardo, occorre individuare la stazione pluviometrica di riferimento; tuttavia, la copertura sul territorio regionale delle stazioni pluviometriche dell'Ufficio Idrografico (oggi Settore Osservatorio delle Acque incardinato nell'Agenzia Regionale per i Rifiuti e le Acque), per le quali è quasi sempre disponibile la serie storica delle piogge giornaliere, non è tale da assicurare che la località in cui si è verificato il dissesto sia ben rappresentata dalle registrazioni disponibili;
- i dati della temperatura dell'aria: è un valore necessario al calcolo dei giorni piovosi consecutivi e delle relative piogge cumulate; ancora più che per le stazioni pluviometriche, i dati di temperatura sono molto dispersi in considerazione anche del fatto che il regime termometrico risente in modo sensibile dell'orografia; per le stazioni prive di rilevazioni di temperatura, i dati sono stati ricavati dal calcolo dei gradienti medi dell'area geografica di appartenenza.

Tuttavia, sono diversi gli elementi di incertezza soprattutto per quanto riguarda:

- il regime delle precipitazioni nevose (altezza e persistenza del manto): non esistono dati quantitativi su tali fenomeni meteorologici; d'altronde, si ha la ragionevole certezza che il manto nevoso abbia fornito un contributo importante nell'innescò di taluni dissesti di grande estensione; la mancanza del dato si traduce in una diminuzione nel conteggio dei giorni piovosi consecutivi e delle associate piogge cumulate;
- rappresentatività dei dati: non vi è certezza che la stazione pluviometrica presa in considerazione rappresenti il reale regime piovoso del-

l'area in cui è avvenuta la frana (Basile, 2002; Basile, Panebianco, 2004); infatti, come è risaputo, la distribuzione territoriale e la concentrazione delle piogge possono essere molto diverse anche in contesti geografici ristretti;

- la relazione causa/effetto: molte volte si osserva che quantità di pioggia (in termini di giorni piovosi consecutivi e di piogge cumulate) anche superiori a quelle corrispondenti alle date dichiarate di innesco non producono eventi significativi di dissesto; questa anomalia si lega strettamente al punto precedente nonché a tutte quelle variabili locali difficilmente quantificabili che rappresentano la più grande incognita in questo tipo di studi;
- la vulnerabilità residua: alcune frane sono riattivazioni di dissesti precedenti, anche storici; ciò deve essere considerato quale fatto oggettivo senza trarne considerazioni definitive in quanto è dimostrabile che, in molte circostanze, le precipitazioni che hanno innescato nuovi movimenti gravitativi non hanno peggiorato o riattivato quelli esistenti.

Con i limiti sopra indicati, sono stati analizzati i dati riferiti alle seguenti fonti:

Archivio AVI: si tratta della più grande e organica raccolta di dati di dissesto in Italia, curata dal C.N.R.-G.N.D.C.I., purtroppo priva di una reale efficacia ai fini della ricerca. Infatti, per la Sicilia, a fronte di 2231 schede, solo 948 hanno l'indicazione completa di data (giorno, mese, anno) e di queste: 31 si riferiscono a eventi prima del 1918 per i quali non si dispongono di rilevazioni delle precipitazioni, 377 non riportano informazioni sufficienti a caratterizzare il dissesto, 420 riguardano crolli di roccia, crolli di muri, segnalazioni di buche, crepe o fanghiglia sulle strade, 59 sono duplicati, 5 riportano eventi dubbi; delle rimanenti 56 schede, 22 si riferiscono a eventi in località prive

di stazioni pluviometriche (o manchevoli di rilevazioni per gli anni di interesse) e solo 34, cioè appena l'1,5%, sono quelle con informazioni utilizzabili (Figura 1). Delle 216 schede che riportano solo l'indicazione di mese e anno, 138 meriterebbero approfondimenti.

Dati del DRPC: sin dal 2001, il Dipartimento Regionale della Protezione Civile ha seguito tutte le emergenze determinate da severe condizioni meteorologiche nel territorio regionale. In taluni casi, si sono innescati dissesti importanti che sono stati presi in considerazione ai fini dello studio: la frana di Árzano nel bacino del torrente Rosmarino (2002-2003), la frana di Cesarò presso il campo sportivo (2003), la frana di Mistretta in contrada Romei (2003), la frana di San Fratello in contrada Schiena San Giovanni (2002-2003), le frane di Tortorici (2003), la frana di Mussumeli lungo la SP 23 (2005), la frana lungo la SS 121 in territorio di Petralia Sottana (2005), la frana di Aidone in contrada Pintura (2005), la frana di Castrolibero (2005), la frana di Vicari nei pressi del cimitero (2005), la frana di Scopello (2005), la frana di Randazzo di contrada S. Maria del Bosco (2006).

Altri dati: informazioni aggiuntive sono state acquisite da dati pubblicati o di cui è in possesso l'autore (Basile, 2002; Pratelli et alii, 2006; resoconto cronologico delle vicende della frana Villicano di Alcarali Fusi, fornito dall'Amministrazione Comunale; la frana di Piedimonte Etneo in contrada Serro Canetto, 1996). Per le 53 frane esaminate sono stati acqui-

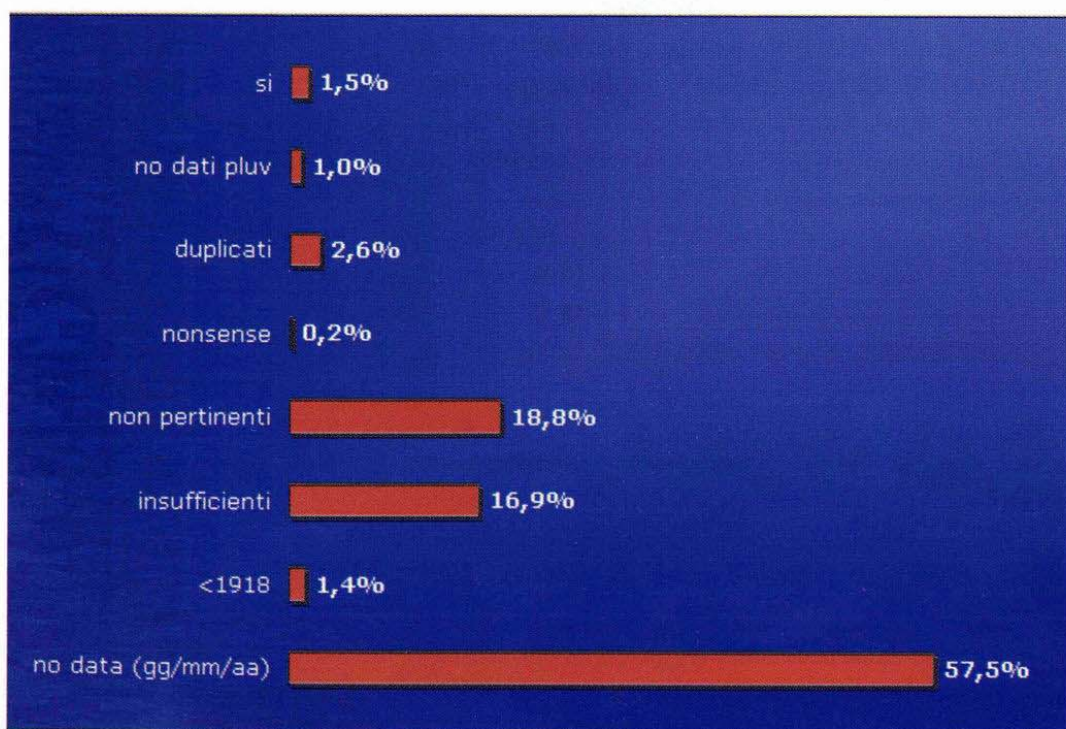


Figura 1: Archivio AVI - filtro degli elementi significativi

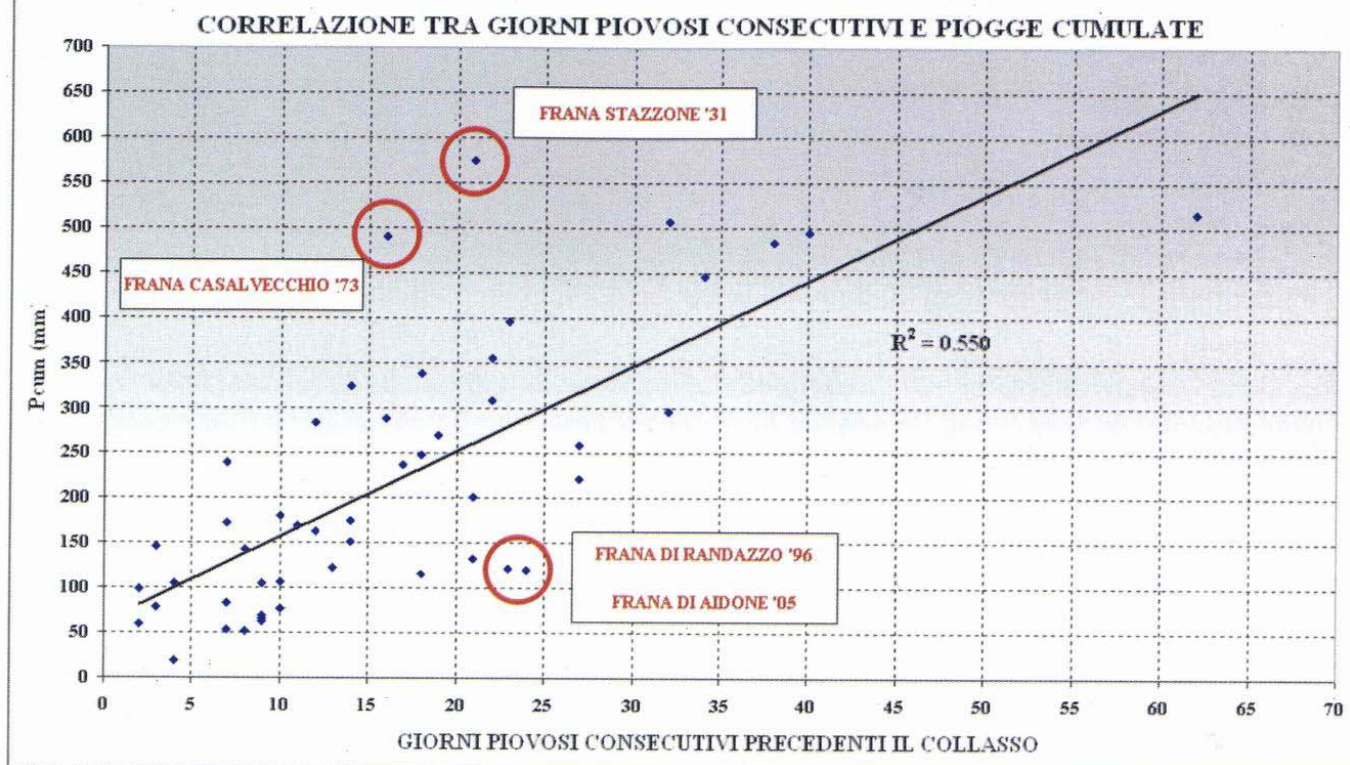


Figura 2: Correlazione tra giorni piovosi consecutivi e piogge cumulate.

siti i dati giornalieri delle precipitazioni, con inizio dall'1 agosto dell'anno precedente, che sono stati elaborati con due algoritmi differenti:

- il primo tiene conto della temperatura dell'aria e della conseguente evaporazione giornaliera, in maniera tale da non azzerare il conteggio dei giorni piovosi consecutivi e delle relative piogge cumulate nel caso intervenga una stasi delle precipitazioni nel corso di un ciclo piovoso; tale impostazione metodologica ha l'obiettivo di tenere conto del fatto che, soprattutto in inverno e per terreni prevalentemente argillosi, una breve interruzione di una serie piovosa non può asciugare il terreno e quindi la ripresa delle precipitazioni deve incidere in modo significativo sullo stato di imbibizione dei terreni e, per estensione, sul regime della piezometrica;
- il secondo analizza "pacchetti" di giorni precedenti l'evento di dissesto, cumulando le precipitazioni in modo progressivo senza confrontarle con l'evaporazione giornaliera; le sequenze considerate sono di gruppi di 5, 10, 15, 20, 25, 30, 45, 60, 90 giorni consecutivi.

Per l'individuazione delle soglie critiche, modulate in accordo all'attuale nomenclatura in uso in pro-

tezione civile (criticità Ordinaria, Moderata, Elevata a cui possono esser fatti corrispondere, rispettivamente, gli stati di Attenzione, Preallarme, Allarme), i dati sono stati trattati con procedimenti di statistica univariata: calcolato l'intervallo di confidenza (cf) al livello di significatività del 5%, essendo m la media, si ha:

soglia di criticità Ordinaria: $k1 = m - 2 \cdot cf$

soglia di criticità Moderata: $k2 = m - cf$

soglia di criticità Elevata: $k3 = m + 2 \cdot cf$

I valori di soglia così determinati sono comunque soggetti a verifiche progressive in relazione all'effettivo innesco di fenomeni franosi a seguito di eventi piovosi.

RISULTATI CONSEGUITI

Mettendo a confronto, sulla base dell'algoritmo a), i giorni piovosi consecutivi e le relative piogge giornaliere cumulate che hanno preceduto gli eventi di dissesto geomorfologico, è evidente che vi è una stretta relazione tra le due variabili come si evidenzia dal grafico di Figura 2.

Gli eventi contrassegnati da cerchi rossi rappresentano evidenti scostamenti dal trend; ciò può essere dovuto a non significatività delle stazioni pluvio-

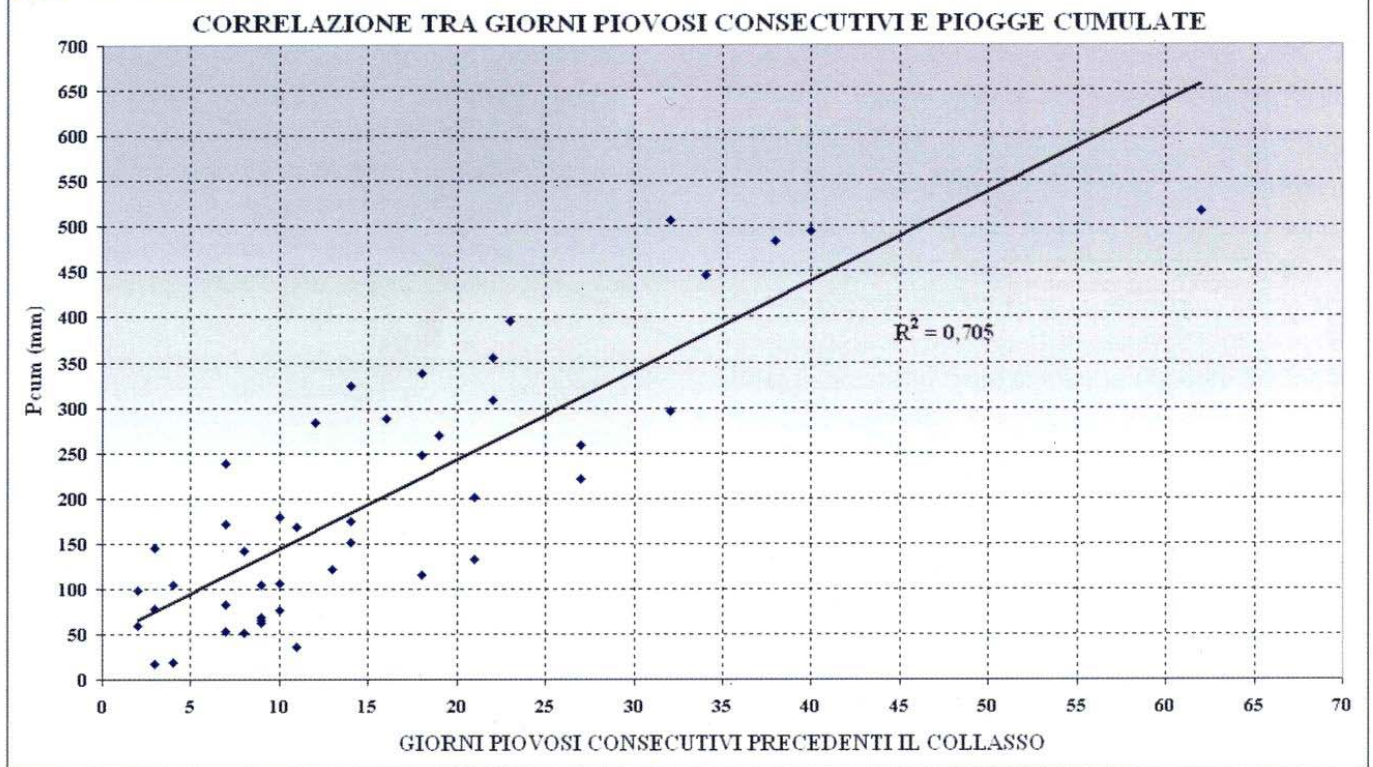


Figura 3: Correlazione tra giorni piovosi consecutivi e piogge cumulate senza gli elementi anomali.

metriche prese come riferimento o a condizionamenti ambientali non noti (neve, interventi antropici, ecc), oppure ancora a errata valutazione della data di inizio del dissesto da parte degli osservatori locali.

Eliminando i valori corrispondenti, il coefficiente di correlazione giunge fino al valore di $R^2=0,705$ (con un coefficiente di variazione pari al 66%), che può considerarsi sufficientemente soddisfacente (Figura 3).

In termini di soglie critiche di innesco, si ottiene:

- soglia di criticità Ordinaria: **k1 = 60 mm/24 h**
- soglia di criticità Moderata: **k2 = 154 mm/24 h**
- soglia di criticità Elevata: **k3 = 295 mm/24 h**

Con l'algoritmo b) vengono messi in relazione i gruppi di giorni con le rispettive piogge cumulate, senza tenere conto del contributo della temperatura dell'aria; i risultati sono mostrati in Figura 4.

In questo caso, le soglie hanno i seguenti valori, in funzione degli n giorni precedenti il collasso.

| giorni | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 45 | 60 | 90 |
|-----------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| soglia K3 | 67 | 111 | 141 | 174 | 198 | 217 | 299 | 352 | 470 |
| soglia K2 | 30 | 60 | 81 | 103 | 125 | 139 | 209 | 256 | 338 |
| soglia K1 | 11 | 34 | 51 | 67 | 89 | 100 | 164 | 208 | 272 |

APPLICAZIONI PRATICHE

Affinché si possano utilmente applicare i risultati, occorre che vi sia una struttura tecnica (strumentazioni, modellistica, personale specializzato) che, nel giro di poco tempo, sia in grado di:

- rilevare, registrare e mettere a disposizione le piogge giornaliere,

- analizzare i dati con gli stessi algoritmi utilizzati per la determinazione delle soglie,
- mettere a confronto i valori ottenuti con le piogge previste per la giornata successiva,
- associare gli output ai relativi livelli di criticità e ai corrispondenti stati di allerta,
- fornire un report sintetico in termini descrittivi e grafici.



SOGLIE CRITICHE DI PIOGGIA PER EVENTI FRANOSI

(scoscendimenti, colate)

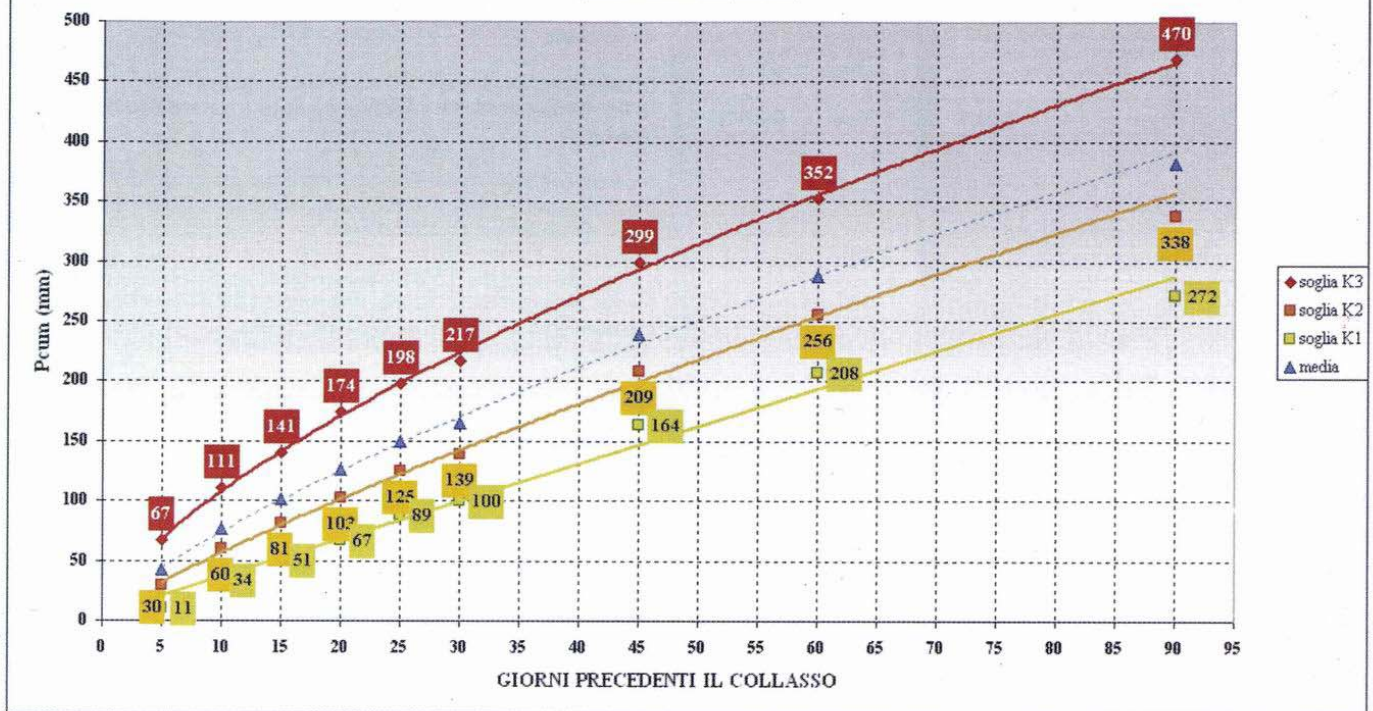


Figura 4: Correlazione tra gruppi di giorni di pioggia consecutivi e corrispondenti piogge cumulate.

La rapidità di elaborazione e di sintesi critica dei dati è un fattore essenziale in connessione ai tempi cadenzati dal sistema di protezione civile; infatti, le previsioni meteo, in forma di bollettino, sono rese note intorno alle ore 16 del giorno prima dell'evento atteso. Da quel momento, occorre essere in grado di elaborare le informazioni in termini di criticità e di trasmetterle agli Enti regionali e locali nel più breve tempo possibile affinché possano essere presi tutti gli opportuni provvedimenti del caso (azioni di prevenzione).

In via sperimentale, nell'ambito delle attività condotte dal Servizio Rischi Idrogeologici e Ambientali, è stato messo a punto un modello analitico (Figure 5 e 6) che permette di ottenere una prima stima delle situazioni di criticità mediate per Zone di Allerta (così vengono definiti comparti geografici in cui si ritiene che possano esserci analogie climatiche: in Sicilia sono nove); un'analisi più raffinata permette di ricavare la distribuzione territoriale dei livelli di criticità (Figura 7). Un operatore esperto può raggiungere tale risultato in un'ora circa; con un modello completamente automatizzato l'intera operazione potrebbe durare solo qualche minuto.

Le informazioni del report si riferiscono, in termini di probabilità, al possibile accadimento di fenomeni

franosì rilevanti in terreni a prevalente componente argillosa, conformemente al procedimento adottato per la ricerca delle soglie critiche.

Il Codice Zero (nessuna criticità) attiene a situazioni che non comportano l'innescò di frane; i Codici Uno (criticità ordinaria), Due (criticità moderata), Tre (criticità elevata) si riferiscono a situazioni per le quali è, rispettivamente, poco probabile, probabile e molto probabile che si verifichino fenomeni franosi rilevanti del tipo scoscendimento e colata.

A seguito dell'identificazione del livello di criticità, il sistema di protezione civile regionale può attivarsi in maniera consapevole, indirizzando gli enti locali alle azioni di prevenzione più opportune (presidi lungo le strade, osservazioni, evacuazioni preventive, allertamento del volontariato) i cui criteri, a loro volta, sono fissati dai Piani di Emergenza comunali e provinciali.

Per la validazione del modello è in corso una costante attività di monitoraggio e verifica degli effetti al suolo determinati dagli eventi piovosi sul territorio regionale che permetterà anche di valutare in che termini le soglie più basse possono essere riferite a eventi minori (tipo smottamenti o colate di fango).

RESPONSO PER IL RISCHIO IDROGEOLOGICO (fenomeni franosi)

valido dal giorno **24/12/2006** per le success **24H**

| ZONA | CRITICITA' IN BASE ALLE PIOGGE CUMULATE GIORNALIERE | | | CRITICITA' IN BASE ALLE PIOGGE CUMULATE PER GRUPPI DI GIORNI | |
|----------|---|-------|--------|--|--------|
| | GP_cons | P_cum | CODICE | P_cum | CODICE |
| A | 12 | 185 | 2 | 158 | 3 |
| B | 11 | 132 | 1 | 97 | 2 |
| C | 10 | 124 | 1 | 98 | 2 |
| D | 10 | 132 | 1 | 96 | 2 |
| E | 11 | 167 | 2 | 125 | 3 |
| F | 14 | 248 | 2 | 174 | 2 |
| G | 12 | 200 | 1 | 152 | 2 |
| H | 14 | 241 | 2 | 184 | 3 |
| I | 14 | 461 | 2 | 404 | 3 |

LEGENDA

CODICE 0 . NESSUNA CRITICITA' (verde)
 CODICE 1 CRITICITA' ORDINARIA (giallo)
 CODICE 2 CRITICITA' MODERATA (arancio)
 CODICE 3 CRITICITA' ELEVATA (rosso)

NOTE ESPLICATIVE

Il modello di calcolo è basato sull'analisi di alcuni fenomeni franosi di tipo scoscendimento + colata, in genere di grandi dimensioni.

Di conseguenza, il responso sul livello di rischio idrogeologico si riferisce esclusivamente a questo tipo di fenomeni.

A causa dell'elevata dispersione statistica sui valori di pioggia associati agli eventi franosi, non è ancora chiaro il ruolo giocato dalle precipitazioni:

- un primo metodo (a sinistra) esamina l'andamento delle piogge progressive cumulate PRIMA DELL'EVENTO ATTESO, calcolate con un algoritmo che tiene conto dell'evaporazione;
- il secondo metodo (a destra) considera le piogge cumulate per più giorni consecutivi PRIMA DELL'EVENTO ATTESO, senza tenere conto dell'evaporazione.

Al momento, non vi sono sufficienti riscontri per dare più peso all'una o all'altra elaborazione.

In via cautelativa e tenendo conto della fase sperimentale del modello, vengono presi in considerazione i codici più elevati che scaturiscono dal responso.

VAI A START

VAI A DETTAGLI

VAI A REPORT

VEDI MAPPA ZONE

Figura 6: Seconda videata del software - responsi per Zone di Allerta.

INIZIO DELL'ANNO IDROLOGICO ▶ **01/08/06**

DI PRASSI, IL GIORNO 1 AGOSTO DELL'ANNO IN CORSO O PRECEDENTE

DATA DI OSSERVAZIONE ▶ **27/02/07**

IL GIORNO CORRENTE DELLA PREVISIONE

link meteo

| | | | |
|-------|--------|-------|---------|
| DPC | DPC/vd | SIAS | ILMETEO |
| SAT 1 | SAT 2 | SAT 3 | AM |

PIOGGE PREVISTE IN 24H PER ZONA DI ALLERTA

| A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

MEMO

In caso di previsioni qualitative, riferirsi alla tabella per le quantità

VALORI PREVI-METEO

| | |
|-------------|---------------|
| DEBOLI: | < 20 mm/24h |
| MODERATE: | 20+ 60 mm/24h |
| ELEVATE: | 60+100 mm/24h |
| M. ELEVATE: | > 100 mm/24h |

CENTRO FUNZIONALE REGIONALE - SICILIA

ESITO

DETTAGLI

REPORT

MAPPA ZONE

APRI EXPORT

Figura 5: Prima videata del software - immissione precipitazioni previste.



CODICI DI ALLERTA PER IL RISCHIO IDROGEOLOGICO (fenomeni franosi)



SIMULAZIONE VALIDA PER IL GIORNO 24/12/2006 E LE SUCCESSIVE 24 H

DAL MODELLO SPERIMENTALE DI ANALISI SVILUPPATO DAL SERVIZIO RISCHI IDROGEOLOGICI E AMBIENTALI DEL DRPC

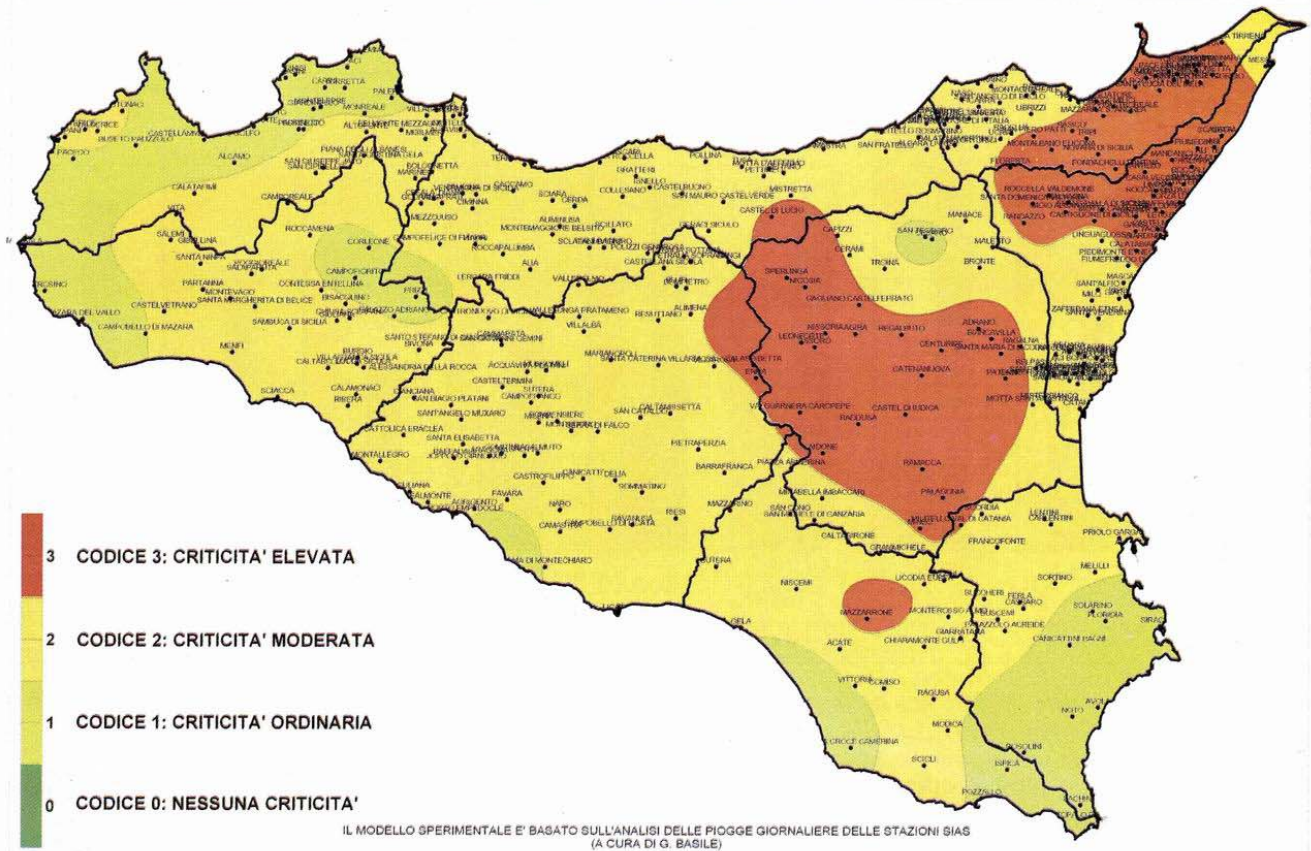


Figura 7: Rappresentazione geografica dei Codici di Allerta.

CONCLUSIONI

Per trovare una relazione quantitativa tra le piogge e i fenomeni franosi occorre possedere un archivio storico che permetta di attingere alle informazioni più importanti: il tipo di dissesto e la sua ubicazione, la data di attivazione, i danni prodotti. Purtroppo in Sicilia non si è in possesso di un data-base unico e ragionato: come si è visto, non sempre l'archivio AVI riporta quanto necessario, né la documentazione prodotta e pubblicata nell'ambito dei Piani Stralcio di Bacino (PAI) fornisce indicazioni utili da questo punto di vista.

Per questo motivo, il Servizio Rischi Idrogeologici e Ambientali sta organizzando un archivio dei fenomeni franosi che permetta un censimento e una classificazione con criteri omogenei e consoni agli scopi istituzionali del Dipartimento Regionale della Protezione Civile. Tale archivio costituisce la banca-dati regionale di protezione civile ed è strutturato per implementare il Sistema Informativo Geografico Idro-

geologico che, opportunamente interrogato, costituisce il "sistema di supporto alle decisioni".

Ai fini della ricerca finalizzata a determinare le soglie critiche di innesco delle frane, connessa all'attuazione della Direttiva P.C.M. del 27 febbraio 2004, occorre considerare che il sistema di protezione Civile si attiva a seguito di previsioni meteorologiche che forniscono un parametro di pioggia per le 24 ore successive. Di conseguenza, per una concreta applicabilità dei risultati, sono stati presi in considerazione quei dissesti (del tipo "scoscendimento e colata") che risentono di più dell'avvicinarsi dei giorni piovosi distribuiti in un tempo variabile da 1 giorno a 5÷90 giorni, cioè quelli nei quali l'accumulo del contenuto d'acqua nel terreno (che, dal punto di vista geotecnico, si traduce in peso e pressioni neutre) è una delle condizioni che ne favoriscono l'innesco.

La trattazione dei dati di precipitazione su base giornaliera ha tenuto conto anche delle temperature dell'aria per far sì che l'assenza di precipitazione prolungata non azzerasse il conteggio dei giorni piovosi con-

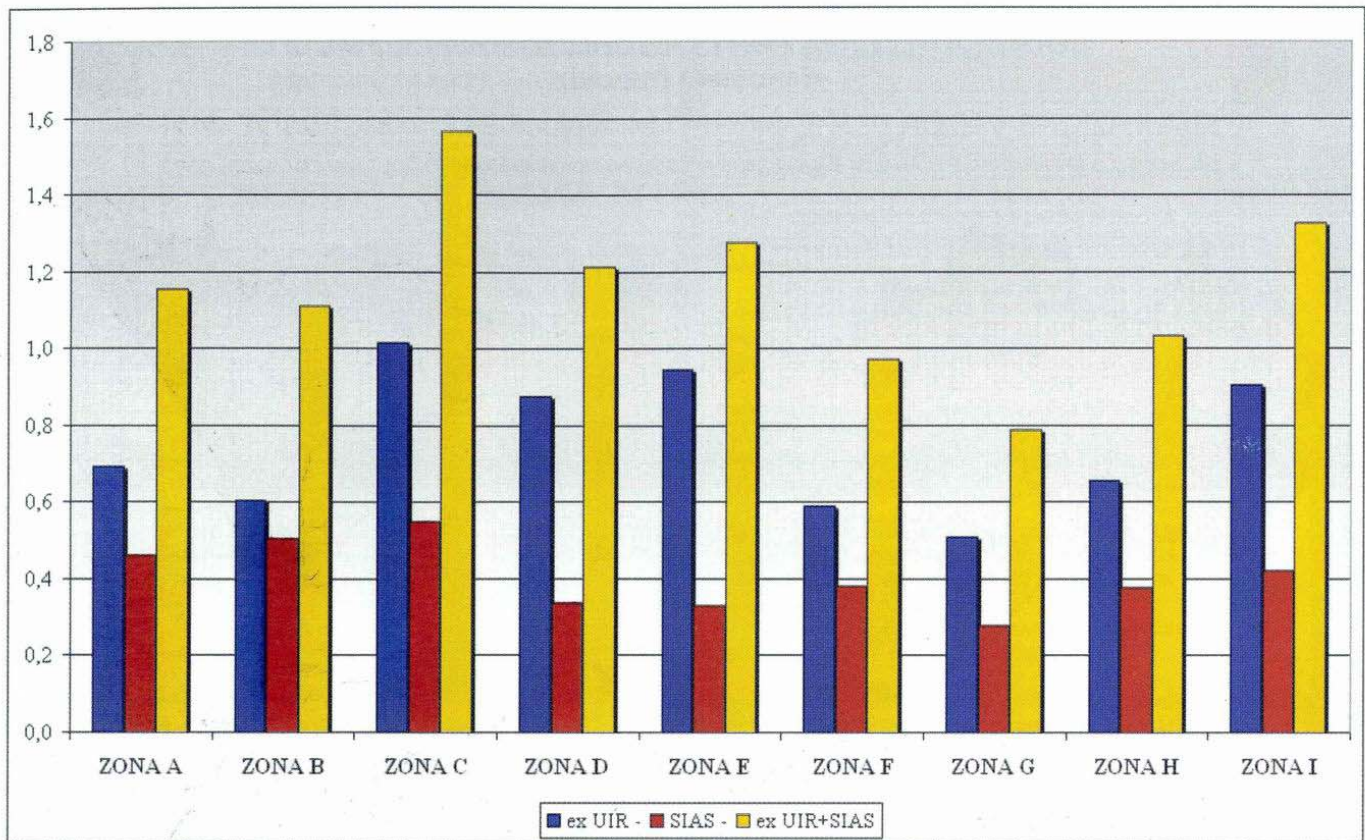


Figura 8: Densità territoriale (n/100 kmq), per Zona di Allerta, delle stazioni pluviometriche in telemisura nel territorio regionale.

secutivi e delle relative piogge cumulate: il modello sperimentale messo a punto, che è una semplificazione di quello adoperato in precedenti esperienze (Basile, 2002; Basile, Panebianco, 2004), analizza il contributo dell'evaporazione e calcola le piogge cumulate consecutive; in questo modo, è possibile conservare memoria di quanto accaduto nelle sequenze di giorni precedenti una certa data e mantenere un adeguato livello di criticità anche dopo gli eventi piovosi.

L'analisi statistica dei dati conduce a risultati diversi se si considerano le piogge cumulate con cadenza giornaliera (confrontate con l'evaporazione), ovvero i pacchetti di giorni che precedono l'evento (5, 10, 15, 20, 25, 30, 45, 60, 90). Poiché ancora non vi è la certezza dell'una o dell'altra soluzione, il modello sperimentale adotta i codici più elevati dei due responsi.

Affinché il modello possa funzionare, occorre la rilevazione giornaliera delle piogge nelle stazioni pluviometriche e occorre pure che i dati siano immediatamente disponibili. Al momento, in Sicilia un importante contributo alla conoscenza della piovosità regionale è fornito dal Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano (SIAS) dell'Assessorato Agricoltura e Foreste che pubblica quotidianamente su internet i valori rilevati dalla propria rete di misura. Grazie all'attività del SIAS è possibile ricostruire, per cia-

scuna stazione, le serie pluviometriche dell'intero anno idrologico.

Tuttavia, la densità media di stazioni SIAS (0,4 ogni 100 kmq), per quanto abbastanza rappresentativa dell'andamento regionale della piovosità, non è sufficiente per gli scopi di protezione civile; in effetti, la distribuzione geografica dei codici di criticità, pur attenendosi a principi probabilistici, potrebbe risultare più adatta al contesto territoriale, e quindi maggiormente mirata ai fini della prevenzione e previsione, se fosse supportata da un numero maggiore di dati.

A questo riguardo, il contributo del Settore Osservatorio delle Acque dell'Agenzia Regionale per i Rifiuti e le Acque (ex UIR) potrebbe risultare significativo in quanto la densità media della rete in telemisura è di circa 0,8 stazioni ogni 100 kmq.

In Figura 8 viene mostrato un grafico che evidenzia l'irregolare distribuzione delle stazioni pluviometriche nelle nove Zone di Allerta della Sicilia che si traduce in una insufficiente valutazione geografica dei codici di allerta.

Tale affermazione è confermata dai variogrammi sperimentali dei codici di allerta risultanti da alcune elaborazioni-test (Figura 9) che, oltre a una spiccata tendenza lineare della varianza al crescere della distanza (assenza di stazionarietà), mostrano valori di "nugget effect" (o "effetto pepita") troppo alti ai piccoli

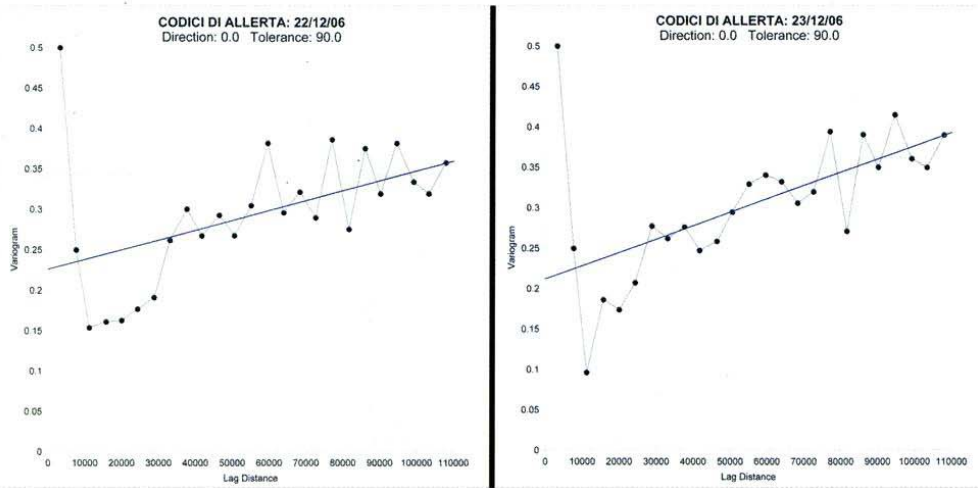


Figura 9: Variogrammi sperimentali di alcuni responsi derivati dal modello di previsione.

lag; ciò vuol dire che la variazione dei dati alle distanze minori tra una stazione e l'altra può portare a errori di valutazione molto elevati nella interpolazione spaziale. Da qui discende la necessità di incrementare il numero di stazioni pluviometriche affinché si possa essere nelle condizioni di ottenere responsi più attendibili in fase di previsione e, conseguentemente, di mirare le più opportune azioni di prevenzione proprie del sistema della protezione civile.

Ringraziamenti

Desidero ringraziare il prof. Aurelio Aureli per avermi permesso di consultare la sua inestimabile biblioteca privata, potendo così acquisire i dati di pioggia da Annali Idrologici non più reperibili.

Ringrazio pure l'amico Luigi Pasotti, del SIAS, per avermi fornito alcuni dati di pioggia "sfuggiti" dalla raccolta quotidiana che, grazie al prezioso servizio fornito, può essere effettuata dal sito internet dell'Ente.

Ringrazio ancora i miei collaboratori del Servizio Rischi Idrogeologici e Ambientali che, pazientemente, raccolgono i dati giornalieri di pioggia, necessari al funzionamento del modello sperimentale, e si adeguano ai periodici ma necessari aggiornamenti che propongo. ■

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- ADAMS R., BOGLIOTTI C. (1998). *La definizione di "Unità di terreno" come valido strumento per la realizzazione della carta del rischio di franosità e per l'analisi dei parametri idrologici di soglia*. Conv. Internaz. La prevenzione delle catastrofi idrogeologiche: il contributo della ricerca scientifica. Alba (CN), 5-7 Novembre 1996
- BASILE G. (2002). *Caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche della grande frana di Randazzo (Catania). Valutazione critica dei dati*. Geologia Tecnica e Ambientale, n. 3
- BASILE G., PANEBIANCO M. (2004). *Studio geomorfologico del bacino del Torrente Rosmarino. Primi risultati*. Regione

Siciliana, Dipartimento della Protezione Civile. Rapporto interno. Sito web: www.regione.sicilia.it/presidenza/protezionecivile/

- BOARGA M., DALLA FONTANA G., CAZORZI F. (2002). *Analysis of topographic and climatic control on rainfall-triggered shallow landsliding using a quasi-dynamic wetness index*. Journal of Hydrology, Vol. 268
- CASADEI M., DIETRICH W.E., MILLER N.L. (2003). *Testing a model for predicting the timing and location of shallow landslide initiation in soil-mantled landscapes*. Earth Surface Processes and Landforms, 28, 925-950
- C.N.R. - G.N.D.C.I. (1999-2007). *Sistema Informativo sulle Catastrofi Idrogeologiche*. Progetto AVI
- CUSCIANNA F., MASETTI M., RENOLDI F. (1997). *Effetti dell'infiltrazione sulla dinamica dei versanti*. Quaderni di Geologia Applicata, vol. 4, n. 2
- EINSTEIN H.H. (1997). *Landslide risk - Systematic approaches to assessment and management*. Landslide Risk Assessment. Proceedings of the international workshop on landslide risk assessment/ Honolulu/ Hawaii/ USA/ 19-21 February
- IVERSON R.M. (2000). *Landslide triggering by rain infiltration*. Water Resources Research, vol. 36, n. 7
- PARONUZZI P., SERAFINI W., GNECH D. (2003). *Modelli approssimati per l'analisi dell'infiltrazione indotta da piogge intense in una coltre colluviale*. Geologia Tecnica e Ambientale, n. 1
- PETRUCCI O., POLEMIO M. (2003). *The use of historical data for the characterisation of multiple damaging hydrological events*. Natural Hazards and Earth System Sciences, 3, 17-30
- PRATELLI W., AIELLO C., RUSSO G. (2006). *La "frana Stazzone" in territorio di Carini*. Geologi di Sicilia, aprile-giugno 2006, n. 2
- REGIONE EMILIA ROMAGNA - ARPA (2005). *Determinazione di soglie pluviometriche per innesco di fenomeni franosi nell'Appennino Settentrionale*. Convenzione tra ARPA - Servizio Idrometeorologico Regionale e Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli Regionale per il supporto alle attività del Centro Funzionale. 1° Rapporto
- REGIONE SICILIANA, DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE (2003). *Relazione generale sull'emergenza idrogeologica 2002-2003 in provincia di Messina*. Rapporto interno a cura di G. Basile, S. Cocina, B. Manfrè
- REGIONE SICILIANA, SERVIZIO INFORMATIVO AGROMETEOROLOGICO SICILIANO. *Dati di pioggia giornalieri* - sito web: www.sias.regione.sicilia.it
- REGIONE SICILIANA, SERVIZIO TECNICO IDROGRAFICO REGIONALE. *Annali Idrologici*. Palermo
- SIRANGELO B., IRITANO G., VERSACE P. (1996). *Il preannuncio dei movimenti franosi innescati dalle piogge. Valutazione della probabilità di mobilitazione in presenza di indeterminatezza nell'identificazione dei parametri nel modello FLAIR*. Atti XXV Convegno Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Torino, 16-18 Settembre 1996, III, pp. 378-391