

Geologia dell'Ambiente

Periodico trimestrale della SIGEA
Società Italiana di Geologia Ambientale

Anno 15

Iscritto al Registro Nazionale della Stampa n° 06352
Autorizzazione del Tribunale di Roma n. 229
del 31 maggio 1994

sommario numero 3/07

COMITATO SCIENTIFICO

Giancarlo Bortolami, Gerardo Brancucci,
Aldo Brondi, Felice Di Gregorio,
Giuseppe Gisotti, Giancarlo Guado, Gioacchino
Lena, Raniero Massoli Novelli, Giulio Pazzagli,
Giancarlo Poli

COMITATO DI REDAZIONE

Giorgio Cardinali, Giovanni Conte,
Alessandro Mei, Federico Boccalaro,
Paola Mauri

DIRETTORE RESPONSABILE

Giuseppe Gisotti

REDAZIONE

SIGEA: tel. 06.5943344
fax 06.233239783

Casella Postale 2449 U.P.Roma158 - 00185

E-mail: info@sigeaweb.it

http://www.sigeaweb.it

PROGETTO GRAFICO E COMPOSIZIONE

LA SINTESI S.r.l.

Piazzale Roberto Ardigò, 31 - 00142 ROMA

tel. 06.5406964 - fax 06.233239783

E-mail: info@lasintesi.eu

STAMPA

Finito di stampare nel mese di dicembre 2006

presso Rotostampa Group S.r.l.

Via Tiberio Imperatore 23 - Roma

Abbonamento annuale: Euro 30,00

2 AMEBA - A parametric Method for Erosion Beach Assessment: applicazione alle spiagge del Salento leccese

di Francesco Gianfreda e Paolo Sansò

9 Una nuova metodologia per la gestione del territorio la modellazione geologica 3D

di Marco Pantaloni e Chiara D'Ambrogio

14 Alcune considerazioni sui cedimenti di edifici fondati sui depositi alluvionali nel centro di Roma

di Mercurino Sappa e Giuseppe Sappa

17 Riflessioni sulla geoarcheologia

di Gioacchino Lena

19 L'analisi del rischio da frana in protezione civile: aspetti teorici e applicativi

di Giuseppe Basile e Marinella Panebianco

28 Le Scienze della Terra per la società. proclamato per il 2008 l'Anno Internazionale del Pianeta Terra (IYPE)

di Micaela Conterio

30 La Montagna rinnovabile. Le fonti rinnovabili: da alternativa verde a necessità energetica

di Dario Giardi

32 Recensioni

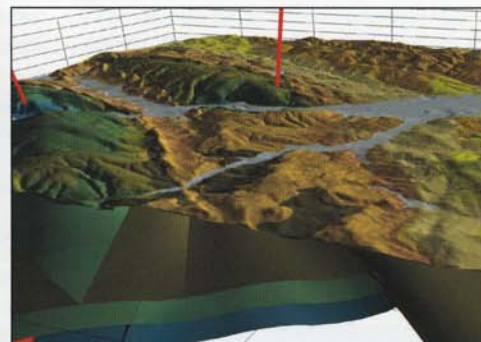


Immagine di copertina: Stralcio della ricostruzione in 3D di una struttura geologica complessa: la dorsale di Monte Varco, Marche (vedi articolo a pag. 9).

Periodico
trimestrale
della
Società
Italiana di
Geologia
Ambientale
Anno XV
n. 3/2007

Geologia
dell'Ambiente

L'analisi del rischio da frana in protezione civile: aspetti teorici e applicativi



GIUSEPPE BASILE

GEOLOGO, DIRIGENTE DEL SERVIZIO RISCHI IDROGEOLOGICI E AMBIENTALI DEL DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE DELLA REGIONE SICILIANA
g.basile@regione.sicilia.it

MARINELLA PANEBIANCO

ARCHITETTO, RESPONSABILE DEL SISTEMA INFORMATIVO GEOGRAFICO IDROGEOLOGICO DEL DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE DELLA REGIONE SICILIANA
m.panebianco@regione.sicilia.it

1. PREMESSE

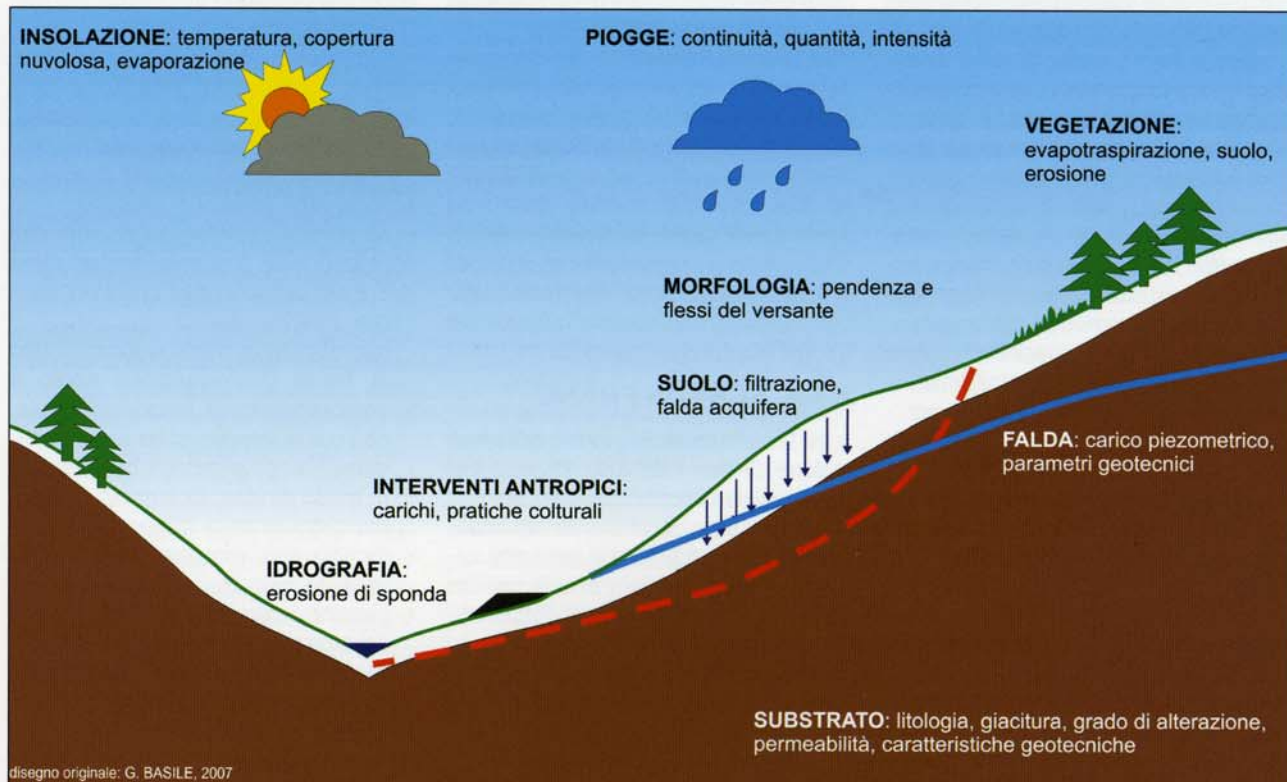
La previsione del rischio da frana e la classificazione del rischio da frana sono due facce della stessa medaglia: riuscire nel primo obiettivo vorrebbe dire poter dare un pieno significato al secondo.

E' indubbio che la tematica è estremamente complessa tanto che,

in campo scientifico e applicativo, possono annoverarsi numerosissimi tentativi di formalizzare sia l'una che l'altra questione, che non è banale. Infatti, le cause di innesco dei fenomeni franosi possono essere diverse concorrendovi un gran numero di elementi interconnessi tra loro in relazioni molteplici non tutte prevedibili, in

special modo a priori (Fig. 1), da cui è lecito ipotizzare che si debba ragionare più in termini di casualità che di determinismo.

La complessità della tematica ha portato la ricerca scientifica alla produzione di modellistica molto specifica, che in genere richiede un gran numero di parametri di input. Tuttavia,



disegno originale: G. BASILE, 2007

Figura 1 - Schema sintetico dei fattori che concorrono alla formazione dei fenomeni franosi.

DIPARTIMENTO REGIONALE DELLA PROTEZIONE CIVILE
SERVIZIO RISCHI IDROGEOLOGICI E AMBIENTALI

ARCHIVIO FRANE REGIONALE
release 3 (2007)

CODICE FRANA: COD ISTAT:

Comune: Provincia: Zona Allerta:

Località:

Ente/Istituzione: Ufficio:

Compilatore: Data compilazione:

IGM 1:25000: CTR 1:10000:

Scheda AVI: Bacino idrografico principale:

Scheda Ciclope: Bacino idrografico secondario:

Rischio PAI:

Tipo di dissesto: Velocità:

Unità litologica: Attività:

Coord X: Coord Y: Lunghezza: Data attivazione:

quota: Larghezza:

Breve descrizione:

NOTE PER LA COMPILAZIONE

| VIABILITA' | V | R | D |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|
| Grande vie di comunicazione: autostrade, ferrovie, vie di fuga | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Viabilità intercomunale principale: statali, provinciali | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Viabilità intercomunale secondaria: prov. declassate, comunali | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Viabilità rurale | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

MEMO PER VULNERABILITA'

S = beni coinvolti direttamente o che può esserlo in caso di riattivazione del dissesto

N = beni non coinvolti direttamente o che può esserlo in caso di estensione del dissesto

| IMPIANTI | V | R | D |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|
| Produzione (acqua, luce, gas, ecc) | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Distribuzione e life-lines (reti, collettori, cabine, fognature, ecc) | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Treatmento (trasformazione, stoccaggio, depurazione, ecc) | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Servizi (parcheggi, ecc) e grande commercio | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Turistici (portuali, sportivi, ecc) - NO EDIFICI | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

| EDIFICI | V | R | D |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|
| Edifici strategici/sensibili | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Centri abitati | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Nuclei abitati, periferie | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Case sparse | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Edifici rurali (abitaz occasionale) | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Edifici per attività produttive | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Strutture cimiteriali | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Beni architettonici - Musei - Edifici di culto | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

| TERRENI | V | R | D |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|
| Zone di espansione urbanistica | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Fondi a destinaz. agricola e/o zootecnica | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Aree di interesse naturalistico (parchi, riserve, ecc) | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Aree a vincolo idrogeologico, fiumi, torrenti, ecc | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Terreni fruibili dall'uomo (spiagge, lidi, luoghi di incontro, ecc) | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

| CLASSI DEL RISCHIO TOTALE | | |
|---------------------------|--------------------|----|
| Basso | (Rt ≤ 3,7) | B |
| Moderato | (3,7 < Rt ≤ 12,8) | M |
| Elevato | (12,8 < Rt ≤ 27,4) | E |
| Molto Elevato | (Rt > 27,4) | ME |

| PERICOLOSITA' | DANNO |
|---|--------------------------------------|
| Pericolosità: <input type="text"/> | Danno: <input type="text"/> |
| RISCHIO SPECIF: <input type="text"/> | RISCHIO TOTALE: <input type="text"/> |
| Rischio specifico: <input type="text"/> | Rischio totale: <input type="text"/> |

Figura 2 - Maschera di input della scheda frane.

nella pratica non si possiedono molti dati, e comunque nelle valutazioni a scala regionale i dettagli assumono poca rilevanza. E soprattutto in Protezione Civile occorrono strumenti di semplice utilizzo, in ragione della rapidità con la quale le decisioni devono essere prese, affinché si possa, pur con un ragionevole margine di incertezza commisurato alla consapevolezza delle difficoltà teoriche, attivare le misure idonee a mitigare il rischio connesso al dissesto idrogeologico.

A questo riguardo, è bene precisare che gli strumenti messi a disposizione di chi ha la responsabilità di allertare la comunità (quando e in che misura) devono essere tali da comprendere i motivi che conducono alla maturazione di un certo contesto, affinché egli possa consapevolmente prendere i provvedimenti opportuni. Per tale motivo, gli strumenti di supporto alle decisioni vanno concepiti proprio per le esigenze di protezione civile.

Le strategie per perseguire questo obiettivo non possono essere uniche: si va dalla pianificazione urbanistica, sorretta dal regime vincolistico dei Piani per l'Assetto Idrogeologico, alla pianificazione di protezione civile, dagli interventi di consolidamento localizzati ad una revisione complessiva dell'idoneità degli strumenti finalizzati alla conoscenza dello stato della natura orientata agli scopi precisi di protezione civile. In quest'ottica, per gestire gli innumerevoli dati e dar loro un'organica struttura informativa,

si sta costituendo un data-base unico riunito nel Sistema Informativo Geografico Idrogeologico del Servizio Rischi Idrogeologici e Ambientali (RIA).

In questa nota si espongono alcuni dei criteri che vengono adoperati nel Dipartimento della Protezione Civile della Regione Siciliana per affrontare le problematiche quotidiane del rischio idrogeologico, con particolare riferimento ai dissesti per frane, a seguito delle attribuzioni di competenze che scaturiscono dall'attuazione della Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27 febbraio 2004 sui Centri Funzionali; a questo proposito, vengono illustrati due prodotti interamente sviluppati all'interno del Servizio RIA del Dipartimento: la scheda per la classificazione del rischio da frana e un'applicazione sperimentale per la previsione dei fenomeni franosi, entrambi riuniti nel Sistema Informativo Geografico Idrogeologico.

2. LA SCHEDA FRANE

Il Dipartimento Regionale della Protezione Civile - Servizio Rischi Idrogeologici e Ambientali ha elaborato una procedura innovativa per la valutazione del "rischio frana" che permette valutazioni speditive delle problematiche con finalità specifiche per i compiti istituzionali che gli sono propri.

Una prima versione della scheda è stata già applicata sul campo ed è servita alla sua taratura. L'approccio è stato oggetto anche di applicazioni in ambito universitario.

L'impianto strutturale delle schede

è articolato in maniera tale da consentire la creazione di una banca dati (input dei dati in un file di archivio) e, di conseguenza, l'implementazione di un Sistema Informativo Geografico che può essere interrogato mediante "campi chiave".

Grazie ai dati contenuti nelle schede e utilizzando opportunamente i criteri di selezione offerti dalla banca dati è possibile pervenire a valutazioni (supporto alle decisioni) utili nel campo della pianificazione di protezione civile.

In questo senso, le schede, integrando i contenuti dei P.A.I., permettono di completare quella indispensabile attività di conoscenza del territorio che è propedeutica alla predisposizione degli scenari di evento.

I requisiti fondamentali che una schedatura dei fenomeni franosi deve avere per la protezione civile possono essere così riassunti:

- identificare in modo univoco il tipo di frana (l'informazione serve a comprendere, in fase decisionale, con quale dissesto si ha a che fare);
- individuare i principali beni esposti in modo diretto, cioè quelli colpiti e danneggiati dalla frana;
- individuare i principali beni esposti in modo indiretto, cioè quelli che subiscono le ripercussioni della frana accaduta in altro luogo;
- contenere gli elementi per applicare l'equazione del rischio: $R = P \cdot D = P \cdot V \cdot E$;
- commisurare il danno al contesto sociale in cui è avvenuto;
- costituire una banca dati i cui cam-

pi siano reciprocamente relazionati in maniera da poter effettuare interrogazioni incrociate da utilizzare nell'ambito dei Sistemi Informativi Territoriali ai fini di sviluppare scenari di evento da utilizzare nella pianificazione di protezione civile.

La compilazione non deve richiedere molto tempo (i tecnici della pubblica amministrazione che fanno i sopralluoghi sono, in genere, occupati in attività molteplici), di conseguenza sono stati omessi tutti i dati che, per quanto utili ai fini di un completo censimento, sarebbero risultati poco pratici per gli scopi prefissati, non determinabili senza uno specifico approfondimento o non indicizzabili (per esempio: morfometria, idrogeologia, uso del suolo e pratiche colturali, cause, ecc).

In figura 2 è mostrata l'immagine della scheda: l'output del formato cartaceo è identico a quello che compare a video così da facilitare le operazioni di immissione dati. La scheda è corredata da circostanziate Note per la compilazione che qui, per brevità, non vengono riportate.

La scheda si compone di una sezione di identificazione nella quale vengono inseriti i dati generali (figura 2, in alto a sinistra), di una sezione riguardante la Pericolosità (figura 2, in basso a sinistra), di una sezione per la valutazione dell'Esposizione dei beni (Fig. 2a) e infine di una sezione di sintesi (Fig. 2b).

2.1. LA PERICOLOSITÀ

Esprime, come è noto, la probabilità che un fenomeno di una data intensità si manifesti in un certo luogo.

I fattori tempo e luogo non sono determinabili in quanto, non essendo noti nella loro interezza e completezza causale i fenomeni fisici che innescano le frane, non è possibile sviluppare serie storiche legate a una grandezza, misurabile, da trattare dal punto di vista statistico (come accade per le piogge intense dalle quali vengono dedotti i fenomeni di piena fluviale).

In realtà, diversi studi hanno cercato di dare un senso scientifico a tale indicatore; tuttavia, la costante mancanza di un set sufficiente e qualificato di informazioni (a volte è difficoltoso reperire anche solo la data di innesco di una frana a pochi giorni dalla sua attivazione) non permette alcuna utile speculazione al riguardo.

Pertanto, sulla base del tipo e delle dimensioni della frana, della sua attività e della sua velocità viene fatta la stima della pericolosità che segue il criterio sinteticamente rappresentato in figura 3.

Per quanto possibile, è stato evitato di adoperare classificazioni troppo dettagliate, così come si è del tutto consapevoli che le variabili "velo-

| VIABILITA' | V | R | D | EDIFICI | V | R | D |
|--|---|---|---|---|---|---|---|
| Grande via di comunicazione: autostrade, ferrovie, vie di fuga | ▼ | ▼ | ▼ | Edifici strategici/sensibili | ▼ | ▼ | ▼ |
| Viabilità intercomunale principale: statali, provinciali | ▼ | ▼ | ▼ | Centri abitati | ▼ | ▼ | ▼ |
| Viabilità intercomunale secondaria: prov. declassate, comunali | ▼ | ▼ | ▼ | Nuclei abitati, periferie | ▼ | ▼ | ▼ |
| Viabilità rurale | ▼ | ▼ | ▼ | Casae sparse | ▼ | ▼ | ▼ |
| | | | | Edifici rurali (abitaz occasionale) | ▼ | ▼ | ▼ |
| | | | | Edifici per attività produttive | ▼ | ▼ | ▼ |
| | | | | Strutture cimiteriali | ▼ | ▼ | ▼ |
| | | | | Beni architettonici - Musei - Edifici di culto | ▼ | ▼ | ▼ |
| | | | | | | | |
| MEMO PER VULNERABILITA' | | | | TERRENI | V | R | D |
| S = bene coinvolto direttamente o che può esserlo in caso di riattivazione del dissesto | | | | Zone di espansione urbanistica | ▼ | ▼ | ▼ |
| N = bene non coinvolto direttamente o che può esserlo in caso di estensione del dissesto | | | | Fondi a destinaz. agricola e/o zootecnica | ▼ | ▼ | ▼ |
| | | | | Aree di interesse naturalistico (parchi, riserve, ecc) | ▼ | ▼ | ▼ |
| | | | | Aree a vincolo idrogeologico, fiumi, torrenti, ecc | ▼ | ▼ | ▼ |
| | | | | Terreni fruibili dall'uomo (spiagge, lidi, luoghi di incontro, ecc) | ▼ | ▼ | ▼ |
| IMPIANTI | V | R | D | | | | |
| Produzione (acqua, luce, gas, ecc) | ▼ | ▼ | ▼ | | | | |
| Distribuzione e life-lines (reti, collettori, cabine, fognature, ecc) | ▼ | ▼ | ▼ | | | | |
| Trattamento (trasformazione, stoccaggio, depurazione, ecc) | ▼ | ▼ | ▼ | | | | |
| Servizi (parcheggi, ecc) e grande commercio | ▼ | ▼ | ▼ | | | | |
| Turistici (portuali, sportivi, ecc) - NO EDIFICI | ▼ | ▼ | ▼ | | | | |

Figura 2a - Particolare della maschera di input della scheda frane: la sezione relativa alla vulnerabilità.

cià" e "attività", oltre a risentire di una spiccata soggettività, mutano nel tempo; d'altra parte, le indicazioni valgono solo come riferimento e non pretendono di essere assolute.

Si osservi la possibilità di censire fenomeni di dissesto incipiente per tenere conto di quelle situazioni di potenziale instabilità che, spesso, possono rivelarsi più problematiche delle frane attive o quiescenti.

2.2. IL DANNO

E' un termine complesso in quanto deve raggruppare la vulnerabilità e l'esposizione del bene, facendo quindi riferimento alla sua importanza, e cioè al valore intrinseco, nel contesto socio-economico nel quale si trova.

A tal fine, D risulta essere il risultato della combinazione di tre elementi: la Vulnerabilità, la Relazione e il Danneggiamento in senso stretto, se presente.

I beni sono stati raggruppati in quattro categorie (Viabilità, Edifici, Impianti e Terreni), ciascuna delle quali contiene una elencazione di strutture e infrastrutture pesate con valori-indice assegnati in base alla loro importanza.

La sezione che concerne la valutazione del danno è quella che fornisce le indicazioni sui beni esposti e sulla loro vulnerabilità. Per la sua compilazione occorre riferirsi alle istruzioni

che corredano la scheda. Si accenna soltanto al significato dei campi V (Vulnerabilità), R (Relazione) e D (Danneggiamento).

La **Vulnerabilità** rappresenta il grado di perdita in funzione della propensione del bene ad essere colpito dall'evento, in relazione alla sua posizione spaziale. Può assumere un'opzione positiva (S), per indicare che il bene è coinvolto direttamente dal dissesto o che può esserlo in caso di riattivazione/mobilizzazione del dissesto, oppure un'opzione negativa (N), riferita alla possibilità che il bene possa essere coinvolto in caso di estensione del dissesto o che può subire un danno indiretto in quanto al di fuori del "raggio di azione" del dissesto stesso.

La **Relazione** esprime l'importanza del bene nel contesto socio-economico e cambia di "significato" al variare del tipo di bene:

- per la viabilità, in funzione del ruolo rivestito nei collegamenti;
- per l'edificato, in funzione dell'uso cui sono destinati gli immobili;
- per gli impianti produttivi, in funzione della loro importanza;
- per i terreni, in funzione del valore commerciale oppure dell'importanza del bene dal punto di vista ambientale.

Il **Danneggiamento** esprime il grado di guasto strutturale del bene:

- per la viabilità, è commisurato alla

| CLASSI DEL RISCHIO TOTALE | | | PERICOLOSITA' | DANNO | |
|---------------------------|--------------------|----|-------------------|----------------|--|
| Basso | (Rt ≤ 3,7) | B | Pericolosità | | |
| Moderato | (3,7 < Rt ≤ 12,8) | M | RISCHIO SPECIF | RISCHIO TOTALE | |
| Elevato | (12,8 < Rt ≤ 27,4) | E | Rischio specifico | | |
| Molto Elevato | (Rt > 27,4) | ME | | | |

SIGI - Sistema Informativo Geografico Idrogeologico arch. Marinella Panebianco

Figura 2b - Particolare della maschera di input della scheda frane: la sezione relativa al rischio.



possibilità di transitare in sicurezza e all'entità (espressa in forma qualitativa) delle riparazioni necessarie;

- per gli edifici, è in rapporto all'agibilità o all'accessibilità;
- per gli impianti, si valuta la perdita di funzionalità;
- per i terreni, si stima la possibilità di fruizione e/o di utilizzazione.

Questa sezione della scheda, se correttamente compilata prendendo in considerazione gli effetti di un fenomeno franoso in un ambito allargato, può assumere una particolare valenza quando si procede alle analisi di rischio mediante strumenti avanzati di informazione geografica; infatti, possono essere selezionati, e opportunamente evidenziati, anche gli effetti indotti su beni non direttamente colpiti dai dissesti e trarne le consequenziali deduzioni in fase decisionale.

2.3. IL RISCHIO

Infine, l'ultima sezione riguarda la classificazione del dissesto in termini di Pericolosità, Rischio Specifico (ovvero potenziale o indiretto) e Rischio Totale, espressi sia in forma numerica che descrittiva (Basso, Moderato, Elevato, Molto Elevato).

Sebbene la scheda permetta di calcolare il rischio, non si vuole porre particolare accento su questo "valo-

re". Infatti, è lecito pensare che, per quanta attenzione sia stata posta nella scelta dei pesi e, soprattutto, nella loro indicizzazione e combinazione (basti pensare che i termini in gioco hanno scale di misura diverse tra loro), è molto forte la componente soggettiva nell'elaborazione dell'algoritmo di composizione delle varie parti.

Di conseguenza, sarebbe fuorviante attribuire al risultato un significato assoluto, mentre è più corretto considerarlo quale un'utile traccia che può servire ad approfondire le osservazioni.

2.4. APPLICAZIONI

Il data-base, costituito grazie alle informazioni contenute nella scheda frane, implementa il Sistema Informatico Geografico Idrogeologico mediante il quale è possibile:

- selezionare e rappresentare dati risultanti da interrogazioni semplici; a questo riguardo, è bene precisare che c'è una differenza sostanziale tra la rappresentazione di un dato elementare (tipo di frana, beni con vulnerabilità = S, esposizione delle vie di fuga, ecc) e quella di un dato di sintesi (pericolosità, rischio specifico, rischio totale);
- selezionare e rappresentare dati incrociati con altri tematismi geografici (per esempio: tutte le frane di un tipo all'interno di un territorio

provinciale o comunale; tutte - o solo una categoria - di strade interessate da dissesti e ricadenti in un certo litotipo, ecc);

- selezionare e rappresentare dati risultanti da interrogazioni multiple (per esempio: centri abitati con vulnerabilità = N e frane su vie di fuga, ecc) per mettere in evidenza il Rischio specifico.

Tali interrogazioni possono supportare le valutazioni attinenti le strategie da attuare per la mitigazione del rischio, come per esempio nella pianificazione di protezione civile (Fig. 4).

3. IL MODELLO SPERIMENTALE PER LA PREVISIONE DELLE FRANE

La necessità di definire soglie critiche di innesco dei fenomeni franosi per scopi di protezione civile è affermata nella Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27 febbraio 2004 di istituzione dei Centri Funzionali, organismi a scala nazionale e regionale che, attraverso una buona conoscenza del territorio e delle fenomenologie che producono situazioni di criticità per l'uomo e per il sistema socio-economico, devono indirizzare le amministrazioni pubbliche ad avviare le più opportune azioni di protezione civile per la mitigazione del rischio idrogeologico all'approssimarsi di si-

| SIGLA | DESCRIZIONE | COMMENTO |
|-------|---|---|
| D1 | CROLLO/RIBALTAMENTO: caduta di blocchi isolati (ca. < 5 mc) | fenomeni di modesta entità e isolati |
| D2 | CROLLO/RIBALTAMENTO: caduta in massa di blocchi (ca. < 50 mc) | fenomeni rilevanti in volume e/o estensione |
| D3 | CROLLO/RIBALTAMENTO: caduta in massa di blocchi (ca. > 50 mc) | fenomeni gravi in volume e/o estensione |
| D4 | COLATA di fango, detrito, terra (ca. < 500 mc) | colate gravitative in senso stretto |
| D5 | COLATA di fango, detrito, terra (ca. < 1000 mc) | |
| D6 | COLATA di fango, detrito, terra (ca. > 1000 mc) | |
| D7 | SCIVOLAMENTO superficiale, CREEP (< 0,5 Ha - D/L < 0,05) | fenomeni corticali più o meno estesi o profondi - il rapporto D/L viene stimato in funzione delle forme riscontrabili sul terreno |
| D8 | SCIVOLAMENTO superficiale, CREEP (≥ 0,5 Ha - D/L < 0,05) | |
| D9 | SCIVOLAMENTO superficiale, SOLIFLUSSO (< 0,5 Ha - D/L > 0,05) | |
| D10 | SCIVOLAMENTO superficiale, SOLIFLUSSO (≥ 0,5 Ha - D/L > 0,05) | |
| D11 | SCIVOLAMENTO localizzato (D/L < 0,10) - EROSIONE LINEARE moderata | fenomeni riconducibili agli smottamenti più o meno profondi, alle erosioni di sponda o alle mareggiate |
| D12 | SCIVOLAMENTO localizzato (D/L > 0,10) - EROSIONE LINEARE intensa | |
| D13 | SCIVOLAMENTO di versante, FRANE COMPLESSE (D/L < 0,20) | fenomeni riconducibili agli scorrimenti roto-traslazionali semplici o complessi, eventualmente associate a colate |
| D14 | SCIVOLAMENTO di versante, FRANE COMPLESSE (D/L > 0,20) | |

| SIGLA | VELOCITA' ORIENTATIVE DEI FENOMENI FRANOSI | NOTA |
|-------|--|--|
| R | rapidi (0,1 m/sec + 1 m/g) | La velocità è una caratteristica intrinseca del fenomeno osservato. Es: una frana di crollo è sempre rapida, una colata può essere rapida o lenta) |
| M | moderati (0,1 m/g + 1 m/mese) | |
| L | lenti (< 1 m/mese) | |

| SIGLA | STATO DI ATTIVITA' DEI FENOMENI FRANOSI | NOTA |
|-------|---|---|
| RE | relitti | fenomeni sviluppati in condizioni diverse da quelle attuali |
| ST | stabilizzati | fenomeni stabilizzati artificialmente |
| Q | quiescenti / incipienti | quiescenti: inattivi al momento dell'osservazione ma che possono riattivarsi; incipienti: segnali sul terreno che lasciano presagire l'innesco di frane |
| A | attivi | fenomeni in atto o con tracce fresche al momento dell'osservazione |

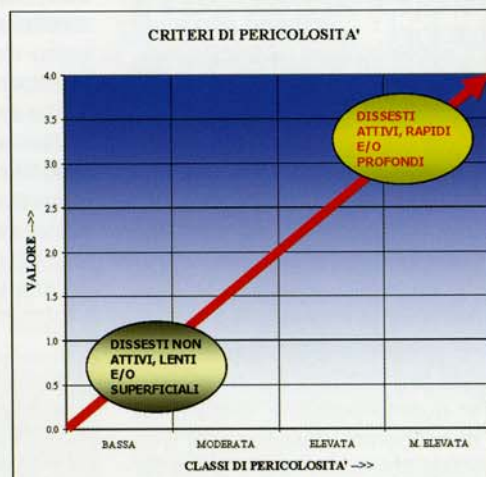


Figura 3 - Indicatori per tipo, velocità e attività delle frane e criteri di classificazione.

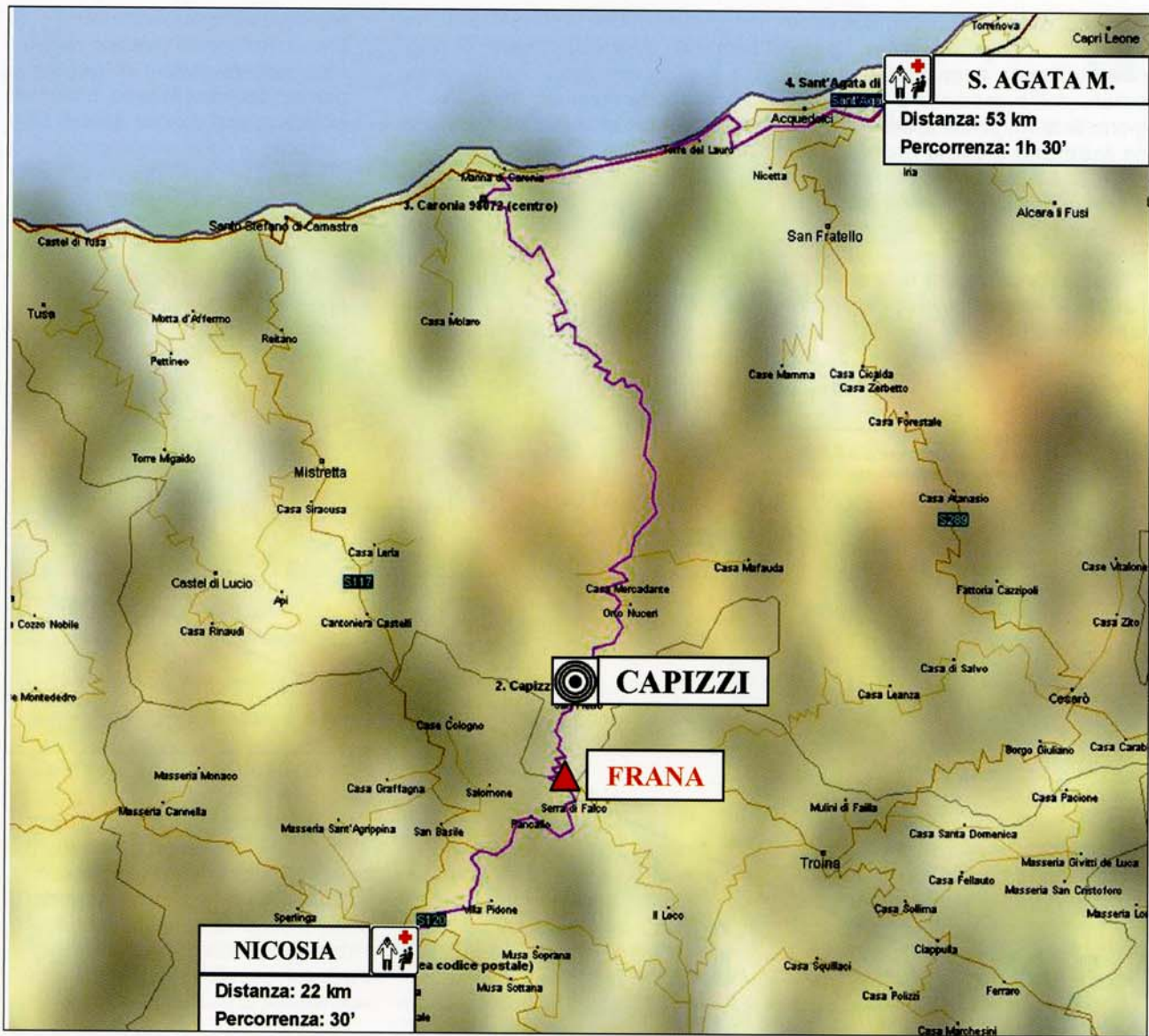


Figura 4 - Query di selezione: Viabilità, Vulnerabilità=S; Centri abitati, Vulnerabilità=N
 Nel caso mostrato, la frana, impedendo l'unico collegamento rapido tra Capizzi e Nicosia, comporterebbe un tragitto più lungo, non sempre percorribile in caso di neve, per raggiungere l'ospedale di Sant'Agata di Militello. Da ciò ne discendono valutazioni in ordine alla pianificazione di protezione civile (p.es: la necessità di dotarsi di un eliporto o di un presidio medico avanzato, se il dissesto non è sanabile).

tuazioni meteo avverse.
 Come già detto in precedenza, la definizione di indicatori che permettano di prevedere l'innescò dei fenomeni franosi non è agevole in quanto sono molti gli elementi in gioco. Tuttavia, gli obblighi normativi comportano uno sforzo in tale direzione che nel Dipartimento Regionale della Protezione Civile (DRPC) si sta compiendo in vista dell'imminente costituzione del Centro Funzionale Decentrato per il Rischio Idrogeologico (Basile, 2007).
 L'approccio praticato, di tipo sintetico proprio dei sistemi complessi, segue i seguenti principi generali:

- il preavviso delle criticità idrogeologiche si basa sulle previsioni meteo che forniscono i valori presunti di precipitazione sulle 24 ore; di conseguenza, l'attenzione è stata rivolta a quei fenomeni di dissesto che possono innescarsi a seguito di piogge giornaliere;
- le sequenze giornaliere permettono di calcolare le piogge cumulate che possono essere responsabili di fe-

nomeni franosi che dipendono dall'accumulo di acqua nel sottosuolo; sebbene manchino dati specifici, l'esperienza e la corposa documentazione scientifica disponibile permettono di ipotizzare che i movimenti franosi del tipo scoscendimento e colata sono maggiormente regolati dal regime pluri-giornaliero di piogge, piuttosto che le colate rapide o i soil-slip o i crolli di roccia;

- per mettere in relazione i fenomeni franosi con i fattori predisponenti e innescanti (e tra queste, le precipitazioni meteoriche) occorre un gran numero di informazioni molto dettagliate; poiché tale banca dati in Sicilia non esiste, si è ritenuto utile individuare quegli eventi franosi dei quali si disponevano almeno indicazioni sufficienti sulla data di innescò e sul tipo di dissesto;
- le notizie sono state assunte dalla banca dati dell'AVI (dalla quale è risultato utile solo l'1,5% dei casi), dalle osservazioni condotte dal DRPC e da dati di letteratura; co-

me è ovvio che fosse, i fenomeni franosi rilevanti, del tipo scoscendimento e colata, si sono innescati su terreni prevalentemente argillosi e/o detritici a matrice argillosa; inoltre, sono quelli che rimangono più facilmente radicati nella memoria storica e per i quali, quindi, ci sono maggiori probabilità di reperire informazioni, anche se poco tecniche.
 Il modello di previsione, in buona sostanza, non prende in considerazione singole fenomenologie, con le associate relazioni causa/effetto, in quanto non vi sono sufficienti dati che permettano di tentare una ricostruzione completa dei processi che hanno portato all'innescò. Quindi, si assume che "in qualche modo" le piogge abbiano causato l'attivazione di un certo tipo di frane su terreni prevalentemente argillosi.
 Definiti gli assunti iniziali, rimane da valutare il contributo delle precipitazioni; a questo riguardo, sono stati calcolati i giorni piovosi consecutivi e gli associati quantitativi cu-



mulati di pioggia (Pcum1), con inizio dall'anno idrologico (agosto). L'algoritmo utilizzato tiene conto del contributo dell'evaporazione potenziale giornaliera (in prima approssimazione assimilata a quella reale) in maniera che la presenza di giorni non piovosi che si intercalano a sequenze piovose non azzeri il conteggio delle piogge cumulate.

A questa procedura ne è stata affiancata un'altra che valuta l'ammontare delle piogge per gruppi di giorni precedenti l'evento (Pcum2: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 45, 60, 90 giorni).

L'elaborazione dei dati acquisiti ha permesso di ricavare i valori di pioggia che, mediamente, contribuiscono all'innesco dei fenomeni franosi del tipo scoscendimento e colata. La procedura ha alcuni limiti che possono essere così sintetizzati:

- in fase di ricerca storica, il giorno fissato di attivazione del dissesto può non essere quello reale bensì quello nel quale vi sono state le manifestazioni più evidenti al suolo; ciò comporta che il calcolo dei giorni piovosi consecutivi e delle piogge associate possa essere falsato;

- le piogge delle stazioni pluviometriche di riferimento possono non essere rappresentative di ciò che è piovuto davvero; vi sono numerose evidenze, mai sancite da dati ufficiali, che la collocazione geografica delle stazioni non permette di raffigurare la distribuzione territoriale delle precipitazioni in modo puntuale;
- le precipitazioni nevose, che in più di un caso hanno preceduto i dissesti, non vengono né misurate né tradotte in carico idrico al suolo; ciò contribuisce a sovrastimare, in ter-

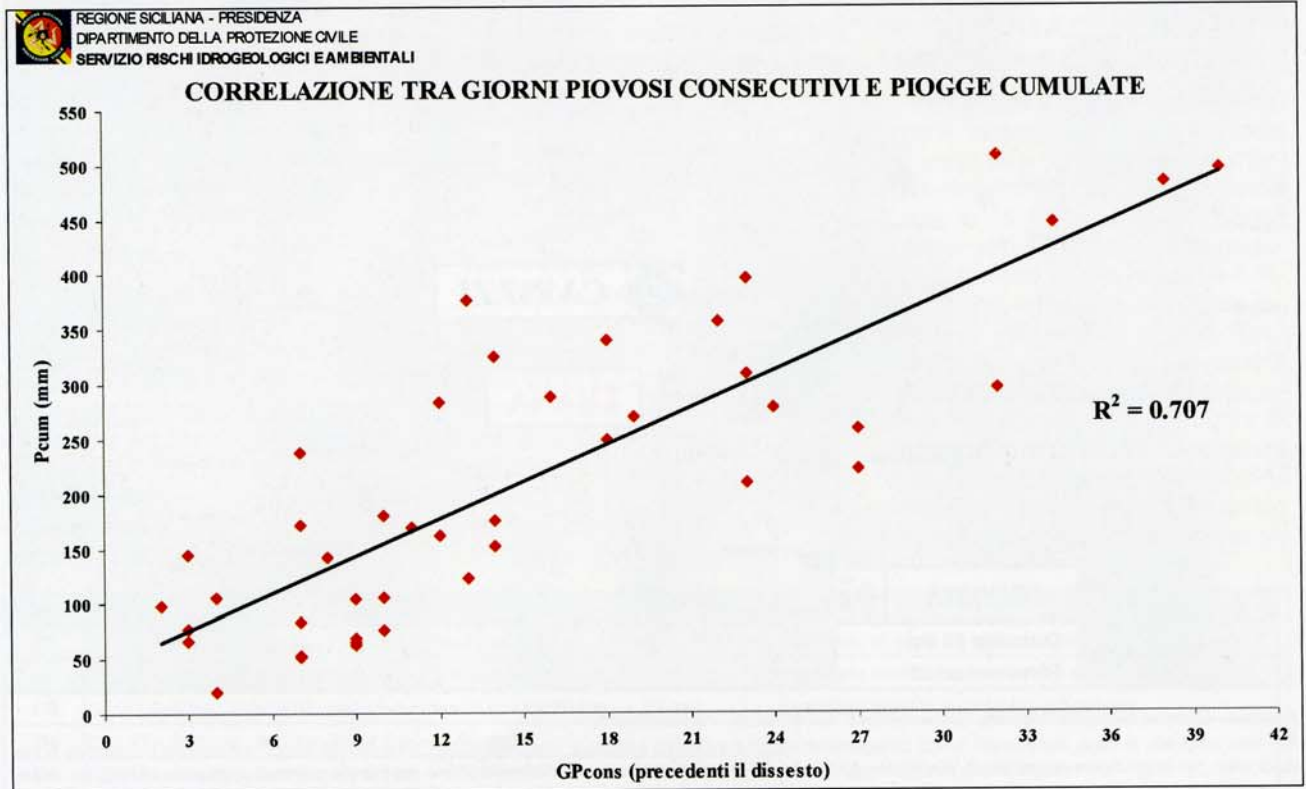


Figura 5 - Correlazione tra giorni piovosi consecutivi e piogge cumulate in occorrenza di fenomeni franosi.

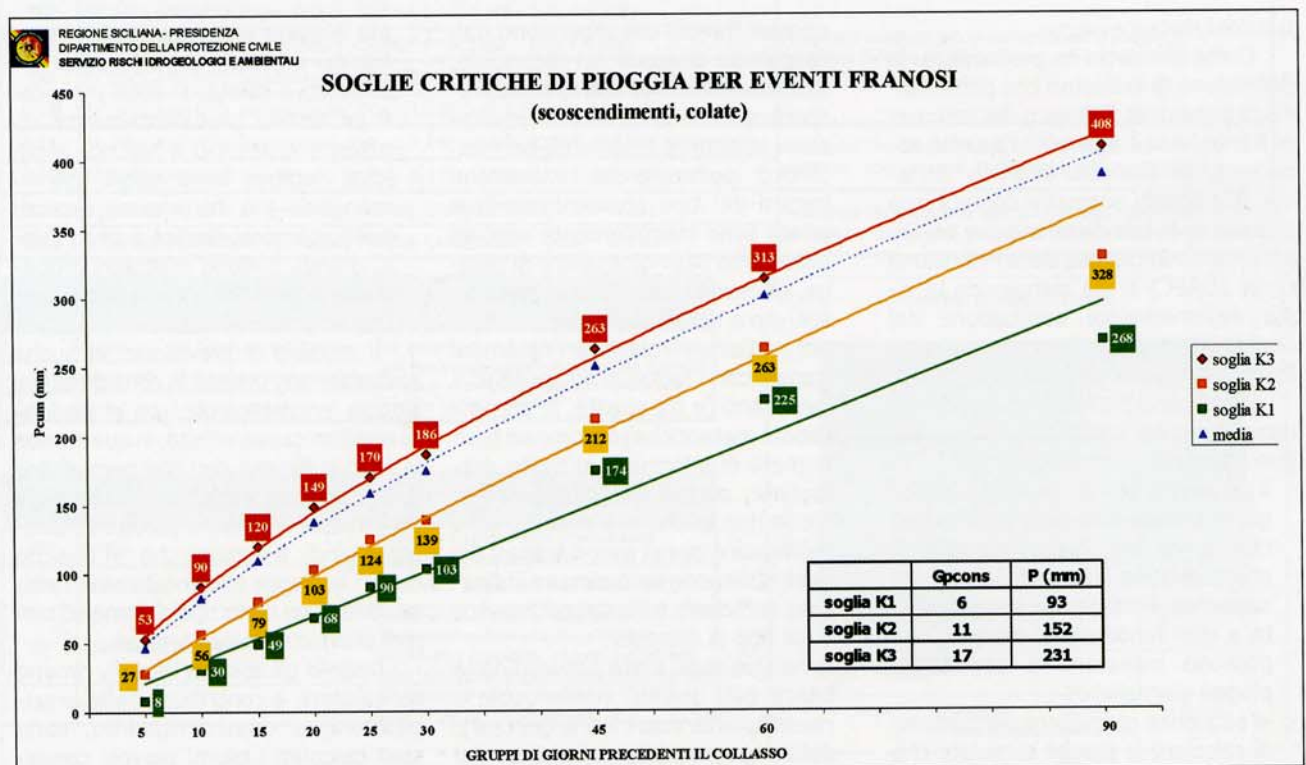


Figura 6 - Le soglie critiche di pioggia per fenomeni franosi.

REGIONE SICILIANA - PRESIDENZA - DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE
CENTRO FUNZIONALE DECENTRATO MULTIRISCHIO INTEGRATO
 SERVIZIO RISCHI IDROGEOLOGICI E AMBIENTALI

ANALISI PREVISIONALE DEL RISCHIO DA FRANA
 (AI SENSI DELLA DIRETTIVA P.C.M. 27/02/2004)

piogge previste nelle 24 h successive

| DATA | zona A | zona B | zona C | zona D | zona E | zona F | zona G | zona H | zona I |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 01/08/2006 | | | | | | | | | |
| 01/09/2006 | | | | | | | | | |
| 01/10/2006 | | | | | | | | | |
| 01/11/2006 | | | | | | | | | |
| 01/12/2006 | | | | | | | | | |
| 01/01/2007 | | | | | | | | | |
| 01/02/2007 | | | | | | | | | |
| 01/03/2007 | | | | | | | | | |
| 01/04/2007 | | | | | | | | | |
| 01/05/2007 | | | | | | | | | |
| 01/06/2007 | | | | | | | | | |
| 01/07/2007 | | | | | | | | | |
| 01/08/2007 | | | | | | | | | |

ESITO

ISTRUZIONI
 All'apertura del foglio START-PREVIMETEO:
 - scoprire il mese di interesse (cliccando sul + del raggruppamento);
 - inserire i dati di pioggia previsti in corrispondenza del giorno (o dei giorni) di interesse;



CENTRO FUNZIONALE REGIONALE - SICILIA
 Ufficio Idrografico Regionale
 Dipartimento Regionale della Protezione Civile

Figura 7 - La pagina iniziale di input del modello sperimentale di previsione.

mini di causa innescante, il contributo delle piogge;
 - le stazioni termometriche con registrazioni storiche, valevoli per il calcolo dell'evapotraspirazione, sono molto meno di quelle pluviometriche e spesso si è dovuto rimediare calcolando i gradienti di temperatu-

ra per zone omogenee.
 Nonostante tali incertezze, la correlazione "giorni piovosi consecutivi"/"piogge cumulate giornaliere" appare sufficientemente attendibile (Fig. 5).
 Dall'analisi dei dati con procedimenti di statistica univariata, sono sta-

te ricavate le soglie critiche per sequenze giornaliere e per gruppi di giorni (Fig. 6) sulla base delle quali poter modulare il sistema degli avvisi di criticità secondo la consuetudine della protezione civile (ordinaria criticità = attenzione; moderata criticità = preallarme; elevata criticità = allarme).

REGIONE SICILIANA - PRESIDENZA - DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE
CENTRO FUNZIONALE DECENTRATO MULTIRISCHIO INTEGRATO
 SERVIZIO RISCHI IDROGEOLOGICI E AMBIENTALI

ANALISI PREVISIONALE DEL RISCHIO DA FRANA
 (AI SENSI DELLA DIRETTIVA P.C.M. 27/02/2004)

INIZIO DELL'ANNO IDROLOGICO ▶ 01/08/2006
 DI PRASSI, IL GIORNO 1 AGOSTO DELL'ANNO IN CORSO O PRECEDENTE

DATA DI OSSERVAZIONE ▶ 06/01/2007
 IL GIORNO CORRENTE DELLA PREVISIONE

PIOGGE PREVISTE NELLE 24H SUCCESSIVE PER ZONA DI ALLERTA

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

RESPONSO VALIDO DAL 06/01/2007 per le successive 24H

| A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |

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.
 In via cautelativa e tenendo conto della fase sperimentale del modello, vengono presi in considerazione i codici più elevati che scaturiscono dal responso derivante dall'applicazione di due metodi di calcolo.

START
DETTAGLI **REPORT**
MAPPA ZONE **APRI EXPORT**

MODELLO SPERIMENTALE IMPLEMENTATO DA G. BASILE - VERS. 2/2007

Figura 8 - La pagina del responso per Zone di Allerta del modello sperimentale di previsione.



Il modello sperimentale si basa sul raffronto tra le piogge cumulate calcolate per ciascuna stazione (vengono utilizzate le stazioni del Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano, i cui valori giornalieri risiedono in una banca dati creata all'interno del Servizio RIA), sommate alle precipitazioni previste, e le soglie critiche determinate con i due metodi. Il responso più gravoso viene riferito alle Zone di Allerta (individuate dalle lettere A÷I), quale valore mediato, e all'intero territorio regionale con una rappresentazione grafica.

Il confronto dei valori di pioggia cumulata con le soglie viene fatto per ciascuna stazione pluviometrica della banca dati; per tenere conto della litologia, è stato calcolato un valore riduttivo del codice basato sulla media pesata dei pesi di ciascun tipo litologico ricadente in ogni topoieta.

Per l'applicazione del modello è stato realizzato un software in forma di prototipo che gestisce le operazioni di input e di output (Figg. 7 e 8).

Il responso può essere reso anche su base geografica per visualizzare la distribuzione territoriale dei codici di allerta (Fig. 9).

La struttura del modello permette di effettuare modifiche a posteriori per verificare se il responso fornisce indicazioni utili a prevedere la possibilità di occorrenza di fenomeni franosi o, al contrario, se restituisce indicazioni fuorvianti (falsi allarmi). E'

da tenere presente che l'indicazione della criticità riferita al rischio frane è da intendersi in termini di probabilità, maggiore o minore, che possa verificarsi un dissesto in terreni prevalentemente argillosi. Ciò si traduce necessariamente in una doverosa flessibilità nella valutazione dei risultati anche in considerazione delle riflessioni che seguono:

- l'orografia della Sicilia e la sua posizione geografica comportano una peculiarità climatica che non sempre riesce ad essere colta dalla attuale densità di stazioni pluviometriche; è appena il caso di accennare che esistono due reti: quella dell'Osservatorio alle Acque, ex Ufficio Idrografico Regionale, che ha circa 250 stazioni ma che per il momento non è in grado di fornire i dati giornalieri di pioggia, e quella del Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano, sorta per scopi attinenti l'agricoltura, e che mette a disposizione on-line i dati giornalieri rilevati nella settantina di stazioni; molto spesso capita che fenomeni climatici violenti che causano danni diversi non sono colti né dalle stazioni in telemisura, né dalle ricostruzioni a posteriori effettuate in sede di relazioni di sintesi sugli eventi;
- la non adeguata copertura del territorio regionale delle reti pluviometriche (sia come distribuzione, sia come densità) comporta una ca-

renza di informazioni che nuoce a qualunque tentativo di previsione dei fenomeni franosi, che sono eventi molto localizzati;

- la scarsa densità delle stazioni (che comporta superfici molto ampie dei topoieta), insieme ad una poco dettagliata mappatura della litologia (da cui dipende la determinazione dei coefficienti riduttivi dei codici di criticità), introduce un altro elemento di incertezza che può implicare responsi poco attendibili.

4. CONCLUSIONI

L'identificazione del rischio da frana dovrebbe essere supportata da procedure di analisi omogenee e univoche così che, indipendentemente da chi utilizza le informazioni che ne derivano, uno stesso fenomeno abbia la medesima classificazione. Tuttavia, gli approcci che oggi si seguono non hanno uno standard riconosciuto a livello nazionale e ciò comporta risultati diversi a seconda della scuola di pensiero seguita e dall'utilizzo finale cui è destinato il censimento.

Per la Protezione Civile l'abbondanza di informazioni specialistiche contenute nelle schede IFFI, per esempio, può non risultare utile poiché, in ambito di amministrazioni locali, la presenza dei geologi non è diffusa e, inoltre, l'assenza di una sintesi può comportare quanto meno "smarrimento" quando occorre valutare la consistenza di un fenomeno di

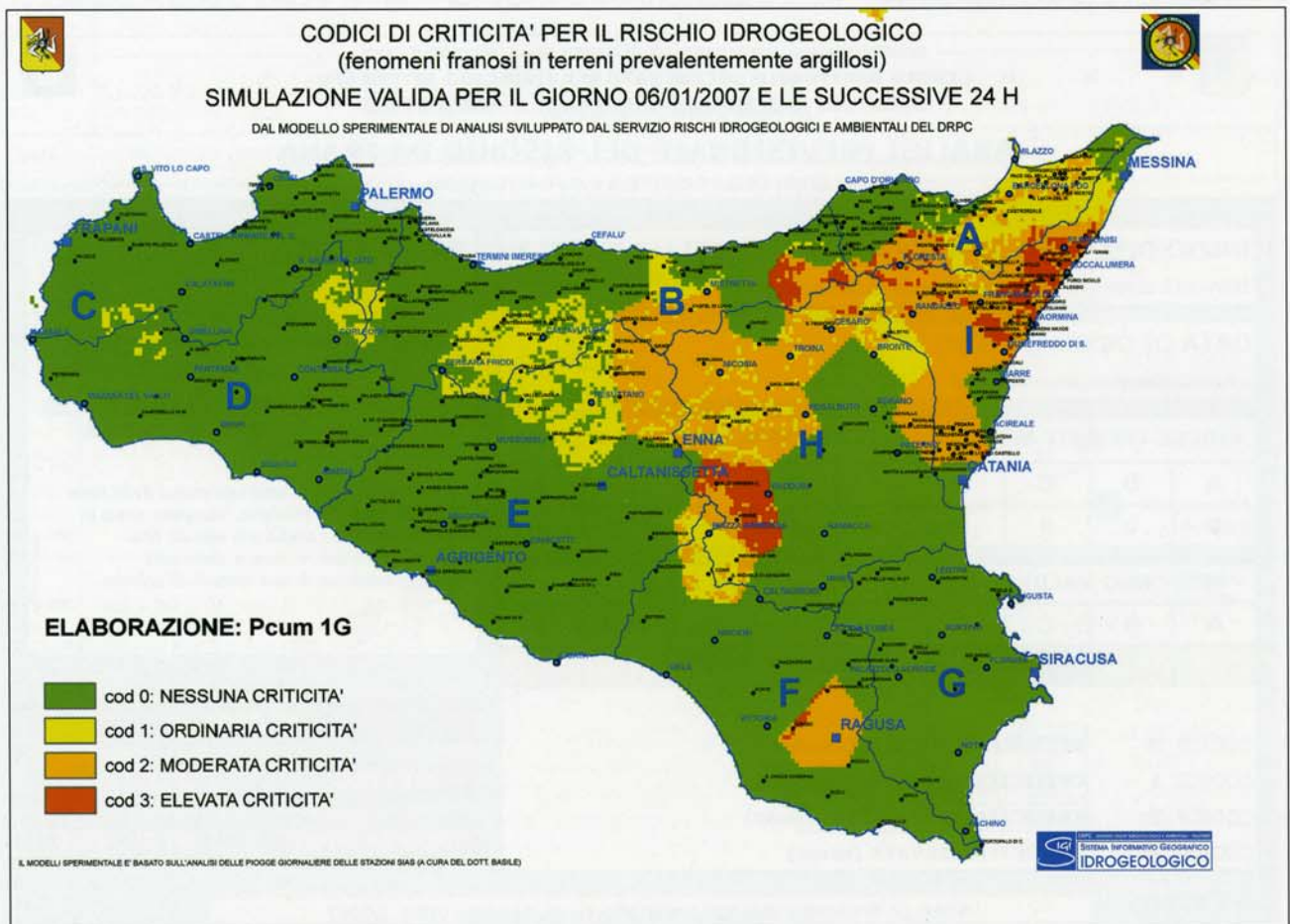


Figura 9 - Il responso sotto forma di codici regionalizzati.

dissesto e la sua ricaduta nel contesto socio-ambientale. Anche le classificazioni contenute nei PAI hanno un orientamento che, seppure importante ai fini di pianificazione urbanistica, sono ancora poco mirate per le argomentazioni di protezione civile che, si rammenta, sono orientate a definire gli scenari di evento e di rischio nella predisposizione dei piani di emergenza.

Per tali motivi, è stata strutturata una scheda di censimento e di classificazione che, tenendo conto delle necessità oggettive di un organismo regionale di protezione civile, assolve al molteplice compito di:

- permettere una compilazione non troppo complessa,
- identificare il tipo di dissesto e le sue implicazioni in termini di vulnerabilità ed esposizione,
- costituire un data-base che permetta interrogazioni semplici e incrociate al fine di identificare problematiche specifiche con ricadute in ambito di pianificazione di emergenza.

Tale scheda, in uso presso il Dipartimento della Protezione Civile della Regione Siciliana sin dal 2002, comporta il riconoscimento di situazioni singolari che possono o meno essere contemplate negli studi dei PAI. In questo senso, appare importante citare la consapevolezza istituzionale di tale problematica che scaturisce dal testo del Comunicato del 27 ottobre 2006 del Presidente del Consiglio dei Ministri:

«(...) In tal senso, gli strumenti di pianificazione quali i Piani stralci di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) danno indicazioni che, per quanto necessarie, non risultano tuttavia sufficienti all'azione di protezione civile, sia in quanto non possono includere situazioni localizzate di criticità, sia perché si riferiscono a scenari di pericolosità severi con frequenza di accadimento più che decennale.

È necessario, pertanto, che tutte le Amministrazioni competenti, sia a livello centrale che periferico, possano concorrere ad uno sforzo comune che favorisca l'attuazione dei succitati Piani e promuova l'identificazione e la risoluzione delle criticità apparentemente minori, eppure così frequentemente ricorrenti su tutto il territorio nazionale. A tal fine è particolarmente urgente adeguare l'attuale assetto, nonché lo sviluppo urbanistico futuro, sia alle prescrizioni dei PAI che a tali scenari di più frequente pericolosità.»

Anche la questione della previsione dei fenomeni franosi ha analogie con quella della classificazione dei dissesti: pure in questo caso non vi è una procedura standard e gli studi scientifici, dovendo valutare i diversi aspetti che concorrono all'accadimento dei fenomeni franosi, prendono in consi-

derazione parametri diversi a seconda dell'approccio che viene seguito (geotecnico o geomorfologico).

Ma la Direttiva del 27 febbraio 2004 del Presidente del Consiglio dei Ministri sui Centri Funzionali ha imposto l'identificazione di soglie critiche di innesco superate le quali occorre diramare le procedure di allertamento per la protezione civile. Ciò comporta, per forza di cose, una semplificazione dei processi di analisi, anche a scapito del rigore scientifico (ammesso che se ne possa sostenere la sussistenza, in considerazione dei troppi processi in gioco di cui non si conosce con esattezza il ruolo).

Con questa logica, è stato messo a punto un modello sperimentale, certamente da testare, che mette in relazione le piogge con le frane nel tentativo di definire le soglie critiche di innesco di fenomeni di dissesto del tipo scoscendimento e colata.

Il lavoro ha comportato una fase di ricerca storica degli eventi più significativi per i quali la data di innesco e le caratteristiche delle frane fossero sufficientemente delineati. Ciò ha permesso, da una parte, di mettere in luce numerose carenze del quadro di informazioni costituito dalla banca dati dell'AVI, dall'altra di rendersi conto di come non vi sia, ancora oggi, una cultura sufficientemente matura dell'archiviazione dei fenomeni franosi con finalità pratiche.

Il modello prende in considerazione le piogge giornaliere sia perché sono quelle più facilmente reperibili, sia perché le previsioni meteo non possono scendere al di sotto di tale intervallo di tempo.

Le piogge giornaliere sono state trattate con un algoritmo che, in funzione della temperatura, calcola i giorni piovosi consecutivi e i relativi quantitativi di precipitazioni cumulative; dalla dipendenza statistica tra gli uni e gli altri sono state determinate le soglie critiche di innesco riferite a sequenze giornaliere e a sequenze di giorni raggruppati.

Ancora non si sa quale sia la metodologia più rappresentativa e, nell'ambito delle attività in carico al Servizio RIA, è in atto la procedura di validazione del modello.

A tal riguardo, occorre comunque segnalare la scarsa densità, in rapporto alle peculiarità ambientali della Regione, delle stazioni pluviometriche delle quali si possiedono regolarmente i dati. Ciò comporta da una parte l'impossibilità di rilevare eventi piovosi che innescano fenomeni franosi, dall'altra la sottostima dei parametri di soglia con conseguente falsa attivazione del sistema regionale della protezione civile.

BIBLIOGRAFIA

APAT - DIPARTIMENTO DIFESA DEL SUOLO, SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2006). PROGETTO IFFI. WWW.SINANET.APAT.IT/PROGETTOIFFI

ARDIZZONE F., CARDINALI M., CARRARA A., GUZZETTI F., REICHENBACH P. (2002). IMPACT OF MAPPING ERRORS ON THE RELIABILITY OF LANDSLIDE HAZARD MAPS. NATURAL HAZARD AND EARTH SYSTEM SCIENCES, 2

BASILE G. (2007). LA DETERMINAZIONE DELLE SOGLIE CRITICHE DI PIOGGIA DEI FENOMENI FRANOSI PER FINALITÀ DI PROTEZIONE CIVILE. LO STATO DELL'ARTE IN SICILIA. GEOLOGI DI SICILIA, BOLLETTINO DELL'ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DI SICILIA, N. 1/2007

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

GISOTTI G., BENEDETTI M. (2000). IL DISSESTO IDROGEOLOGICO. PREVISIONE, PREVENZIONE E MITIGAZIONE DEL RISCHIO. CAROCCI EDITORE

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 COLTURA COLTIVALE. 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

REGIONE EMILIA ROMAGNA - ARPA (2005). DETERMINAZIONE DI SOGLIE PLUVIOMETRICHE PER INNESCO DI FENOMENI FRANOSI NELL'APPENNINO SETTETRIONALE. 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, SERVIZIO SICILIA ORIENTALE (2002). STUDIO DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CON FINALITÀ DI PROTEZIONE CIVILE NELLA FASCIA IONICO-ETNEA. A CURA DELLA UOB XIV - RAPPORTO INTERNO A CURA DI G. BASILE (LO STUDIO È INTERAMENTE REPERIBILE SU: WWW.PROTEZIONECIVILESICILIA.IT)

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

SIRANGELO B., IRITANO G., VERSACE P. (1996). IL PREANNUNCIO DEI MOVIMENTI FRANOSI INNESCATI DALLE PIOGGE. VALUTAZIONE DELLA PROBABILITÀ DI MOBILIZZAZIONE 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

UNIME, FACOLTÀ DI SC. MAT., FIS. E NAT. - CORSO DI LAUREA IN ANALISI E GESTIONE DEI RISCHI NATURALI E ANTROPICI. TESI DI LAUREA: LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA FRANA NELL'AMBITO DELLE ATTIVITÀ DI PROTEZIONE CIVILE MEDIANTE L'IMPLEMENTAZIONE DI UN DATA-BASE DEDICATO AI SISTEMI INFORMATIVI TERRITORIALI. LAUREANDO: ANGELA PARATORE. RELATORI: PROF. G. RANDAZZO, DOTT. G. BASILE. ANNO ACCADEMICO 2003-2004

UNINA II, FACOLTÀ DI SC. AMBIENTALI - REGIONE SICILIANA, DIP. PROTEZ. CIVILE. MASTER UNIVERSITARIO DI SECONDO LIVELLO IN DIFESA DEL SUOLO E PROTEZIONE CIVILE: UTILIZZO DI UN CRITERIO DI CENSIMENTO DEI FENOMENI FRANOSI FINALIZZATO ALLA GESTIONE DEI RISCHI IN PROTEZIONE CIVILE. TIROCINANTI: G. BONNANO, S. TESTA. DOCENTI: D. RUBERTI, G. BASILE, M. PANEBIANCO. ANNO ACCADEMICO 2005-2006

