

Programma regionale di previsione e prevenzione dei rischi della Regione Piemonte: redazione carte tematiche di vulnerabilità e rischio

Riccardo Carlo CONTE (*), Franco DE GIGLIO (*), Andrea LAZZARI (*),
Sandro PERESSIN (*), Herbert SARRI (*), Mauro VELLUTO (**)

(*) Regione Piemonte, Settore Protezione Civile, C.so Marche, 79 - 10146 Torino,
tel. +39-011-4326600, fax +39-011-740001, protciv@regione.piemonte.it

(**) CSI-Piemonte-Strumenti SIT, c.so Tazzoli 215/12B – 10137 Torino, tel. +39-011-3169711, fax +30-011-316821

Sommario

La redazione del Programma Regionale di Previsione e Prevenzione dei Rischi non può prescindere dalla conoscenza dei rischi presenti sul territorio. I presupposti per l'analisi di vulnerabilità e di rischio su scala regionale sono costituiti dall'acquisizione e dall'organizzazione dei dati secondo standard appropriati e dall'applicazione di una metodologia unificata.

Abstract

The aim of the Regional Program for risk forecast and prevention is to point out areas with higher risk index, as a support to plan mitigation policies. Data collection and organization upon appropriate standards and the application of a unified methodology are the base for vulnerability and risk assessment on a regional scale. Maps represent, on a municipality scale, the vulnerability and the risk index in Piedmont. The job carried out put into evidence the well established elements and those ones to be acquired to achieve a tool complying with the public administration requirements.

Introduzione

L'obbligatorietà della redazione dei programmi di Previsione e Prevenzione dei Rischi ha imposto, alle regioni e alle province, di cimentarsi in tematiche articolate e complesse: in assenza di teorie consolidate gli strumenti programmati sono ricorsi a riferimenti metodologici semplificati. Non volendo entrare nel merito della filosofia della redazione dei programmi di previsione e prevenzione dei rischi e dei suoi specifici contenuti, si può affermare, in maniera estremamente sintetica, che esso è definibile come insieme di informazioni tematiche sul territorio, di strumenti per la verifica degli obiettivi, di competenze e di processi decisionali.

La Regione Piemonte ha avviato una specifica ricerca per l'elaborazione preliminare di una metodologia unificata che permettesse la mappatura dei rischi prevalenti (sismico, idrogeologico, incendi boschivi, incidenti industriali), richiedendo supporto scientifico e metodologico al CCR di Ispra (Centro Comune di Ricerca, Istituto per la Protezione e la Sicurezza dei Cittadini).

1. Il metodo: equazioni del rischio

Le componenti dell'indice globale di rischio possono essere espresse in forma compatta:

$$R = \{R_{j,k}\} \quad [1]$$

l'indice j individua la tipologia di danno, k la tipologia di rischio secondo lo schema di Tabella 1.

Per un dato rischio di tipo k l'indice di rischio R_j associato alla tipologia di danno j -esima si ricava attraverso l'espressione:

$$R_j = \sum_i (P_i \cdot D_{M,j,i}) = \sum_i \left[P_i \cdot \sum_m (D_{P,j,i,m} \cdot V_{j,i,m}) \right] = \sum_i \left\{ P_i \cdot \sum_m \left[D_{P,j,i,m} \cdot (S_{j,i,m} - S_{j,i,m} \cdot C_{FF,Provincia,j,i}) \right] \right\} [2]$$

con:

P_i probabilità di accadimento dello scenario i -esimo,

$D_{M,j,i}$ danno mitigato di tipologia j associato allo scenario i -esimo,

$V_{j,i,m}$ vulnerabilità, $S_{j,i,m}$ suscettibilità, $C_{FF,Provincia,i,m}$ capacità di far fronte,

$D_{P,j,i,m}$ danno potenziale riferito allo scenario i -esimo, per danni di tipo j e intensità m , ottenuto in base agli elementi esposti $E_{j,i,m}$ presenti nell'area di impatto Π_m di uno scenario i di intensità m .

k	TIPOLOGIA RISCHIO	J	TIPOLOGIA DANNO
1	IDROGEOLOGICO ESONDAZIONE	1	MORTI
2	IDROGEOLOGICO FRANE	2	FERITI
3	INCENDI BOSCHIVI	3	PERSONE NON IN SICUREZZA
4	INDUSTRIALE	4	DANNI A INFRASTRUTTURE VIARIE E DI EROGAZIONE SERVIZI
5	SISMICO	5	EDIFICI INAGIBILI
		6	DANNI PARZIALI AD EDIFICI
		7	DANNI IRREVERSIBILI A BENI ARTISTICI-CULTURALI-ARCHEOLOGICI
		8	DANNI REVERSIBILI A BENI ARTISTICI-CULTURALI-ARCHEOLOGICI
		9	DANNI IRREVERSIBILI AD AREE DI PREGIO AMBIENTALE
		10	DANNI REVERSIBILI AD AREE DI PREGIO AMBIENTALE

Tabella 1 - tipologie di rischio e di danno considerate

L'indice aggregato di rischio di tipo k potrà essere quindi ottenuto pesando ciascun indice di rischio associato alla tipologia di danno j -esima:

$$R_k = \sum_j (\alpha_j \cdot R_j) \quad [3]$$

2. Redazione delle carte

2.1. Base dati, ipotesi iniziali, modalità operative

L'applicazione del modello richiede la definizione quantitativa, per ognuno degli scenari, dei termini presenti nelle equazioni precedenti. Con particolare riferimento alla [2], le grandezze considerate sono la probabilità P e il danno potenziale D_P , ovvero gli elementi esposti E e le aree di impatto Π in funzione della magnitudo m dello scenario i -esimo considerato. I valori di suscettibilità S e C_{FF} sono stati ricavati dal documento "Metodologia per l'analisi di vulnerabilità territoriale su scala regionale", redatto dal CCR.

Come ricordato, il patrimonio di conoscenza territoriale di partenza è il Sistema Informativo Regionale (SiRe), integrato con i Sistemi Informativi di istituzioni pubbliche tecnicamente competenti nell'analisi dei singoli rischi.

FONTE	DATO	RISCHIO K				
		1	2	3	4	5
AUTORITÀ DI BACINO Fiume PO PAI (PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO)	FASCE FLUVIALI AREE RME	■				
ARPA PIEMONTE PROGETTO IFFI	FENOMENI FRANOSI		■			
REGIONE PIEMONTE PIANO ANTINCENDI BOSCHIVI	INCENDI/AREE PERCORSE			■		
REGIONE PIEMONTE SISTEMA INFORMATIVO REGIONALE AMBIENTALE	SCENARI INCIDENTALI				■	
REGIONE PIEMONTE SISTEMA INFORMATIVO DI PROTEZIONE CIVILE	CLASSIFICAZIONE SISMICA					■

Tabella 2 – Fonti dati aree di impatto, probabilità e magnitudo

Gli elementi esposti sono stati desunti a partire dai livelli informativi predisposti dalle direzioni regionali competenti ed inseriti all'interno del sistema informativo regionale, integrati da dati Istat, Unioncamere Piemonte, Sistan per la popolazione e gli edifici; per il calcolo di aree di impatto, probabilità e magnitudo associate agli scenari di riferimento le fonti sono sintetizzate in Tabella 2.

Scopo del lavoro svolto è una prima applicazione della metodologia limitandosi all'utilizzo dei dati disponibili presso i soggetti istituzionali competenti nelle varie materie: si è scelto di non generare alcun nuovo dato finalizzato all'applicazione, al di là di alcune indispensabili assunzioni.

Per tutte le tipologie di rischio si è scelto di utilizzare la seguente formula per determinare la probabilità di accadimento dello scenario i -esimo P_i :

$$P_i = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^t \quad [4]$$

dove T_r è il tempo di ritorno dello scenario i , t il periodo di riferimento pari a 5 anni, orizzonte di validità del Programma Regionale.

Il valore numerico del termine $E_{j,i,m}$ rappresenta il complesso degli elementi esposti: trattandosi di insiemi caratterizzati da un elevato grado di eterogeneità, nella valutazione del danno potenziale il contributo di ciascuno viene opportunamente pesato. Tale operazione è particolarmente significativa per quanto riguarda le infrastrutture a rete: i pesi relativi sono stati determinati come numero di abitanti per chilometro di ogni rete, considerando il Piemonte come ‘sistema chiuso’.

Una serie di altre ipotesi semplificative si è resa necessaria in relazione alla complessità dei processi e all’inevitabile incompletezza del quadro informativo. Tali assunzioni non sono di tipo generale e vengono illustrate nelle sezioni dedicate alle specifiche tipologie di rischio.

Il valore di suscettibilità è stimato in base a considerazioni tecniche e analisi storiche presenti in letteratura, in generale in base alla magnitudo, o intensità, associata allo scenario di riferimento, mentre la capacità di far fronte C_{FF} (ossia la capacità di affrontare l’evento in maniera organizzata) è un valore percentuale calcolato in base ai livelli di attuazione delle azioni di mitigazione del rischio dichiarati dalle amministrazioni provinciali competenti in materia di protezione civile.

L’elaborazione delle informazioni è avvenuta in ambiente GIS, mediante sovrapposizione dei livelli informativi contenenti le informazioni necessarie alla determinazione di tutti i termini dell’equazione [2], secondo l’applicazione della metodologia proposta, escludendo dall’analisi gli scenari privi di un valore di pericolosità.

Il termine $E_{j,i,m}$ è stato valutato estraendo gli elementi esposti all’interno delle aree di impatto Π_m e sommandone opportunamente i contributi. Un caso particolare è rappresentato dalle sezioni di censimento parzialmente interessate da uno scenario di rischio per le quali, in chiave cautelativa, è stato sempre considerato come elemento esposto il numero complessivo dei residenti presenti.

I dati sono stati elaborati in relazione all’unità amministrativa di riferimento, ovvero i limiti comunali. Per la restituzione finale, in questa prima fase di attività, si forniscono due rappresentazioni degli indici calcolati: i valori numerici di R_j , normalizzati rispetto al massimo $(R_j)_{MAX}$ e raggruppati all’interno di classi di ampiezza opportuna (costante, oppure definita in modo da minimizzare la somma delle varianze all’interno di ogni classe) e lo scostamento di tali indici dalla media regionale, espresso in multipli della deviazione standard.

2.2. Mappe di rischio

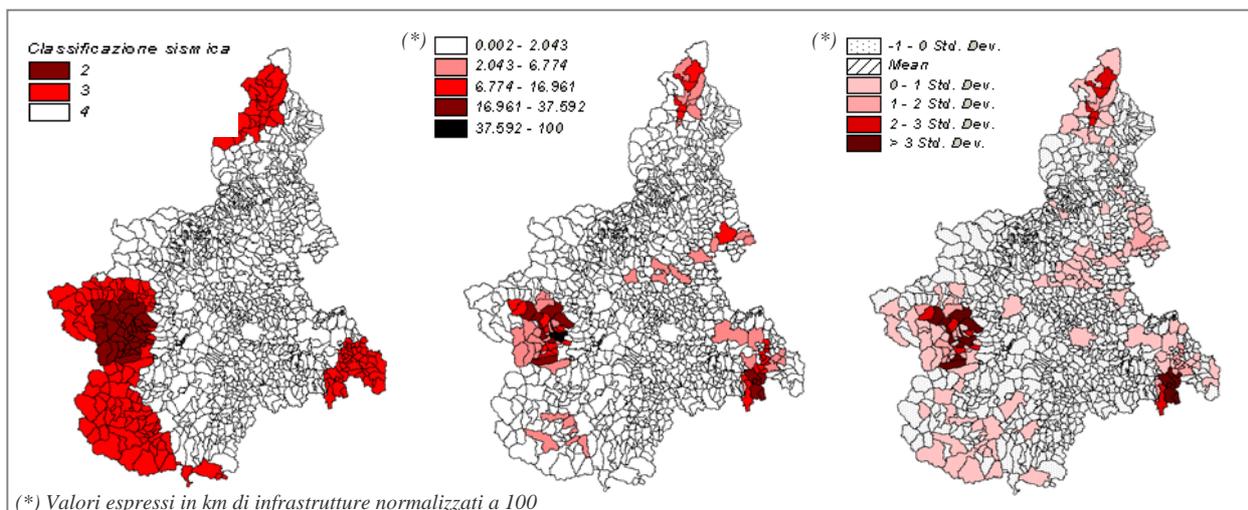


Figura 3 – Rischio sismico: mappe di pericolosità e indice di rischio per danni alle infrastrutture di erogazione servizi (valori normalizzati e scostamenti dalla media regionale)

Rischio sismico. Per l’applicazione del modello è il rischio più semplice: le aree di impatto degli eventi corrispondono con i limiti comunali, mentre la magnitudo è l’accelerazione sismica al substrato associata a $T_r=50$ anni, come da classificazione sismica attualmente in vigore.

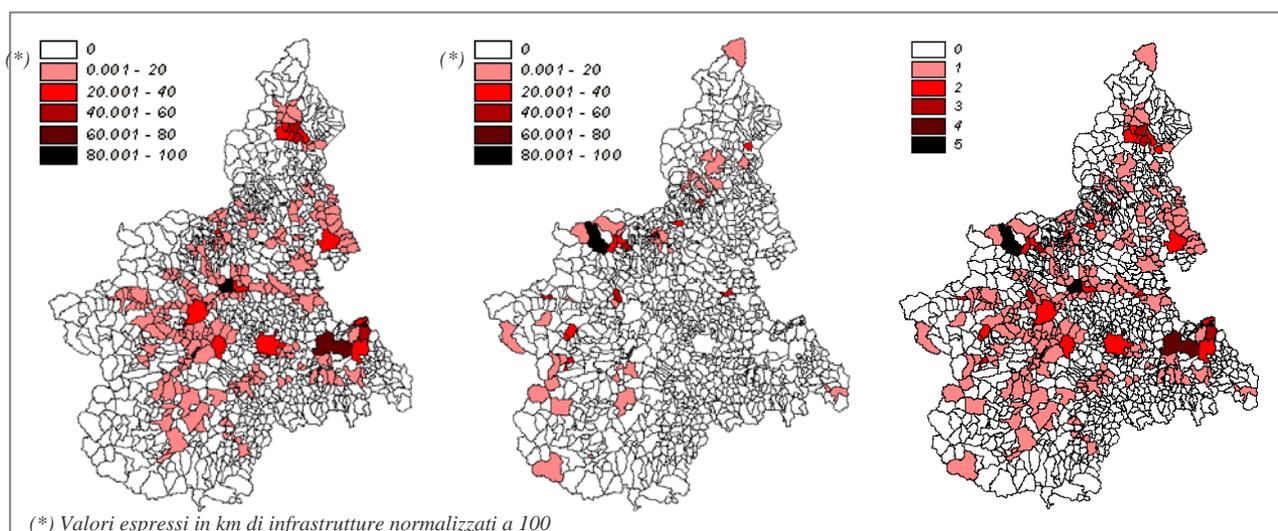
Rischio idrogeologico esondazione. Le fasce fluviali definite dal Piano stralcio per l’Assetto

Idrogeologico dall’Autorità di Bacino del fiume Po definiscono il binomio area di impatto/probabilità di un’esonazione per le aste fluviali; in questa prima fase è stato considerato un unico scenario, quello di piena catastrofica con T_r pari a 500 anni (Fascia C). Omettendo l’idrografia di ordine superiore, tuttavia, l’analisi sarebbe notevolmente incompleta, con un’evidente sottostima nella valutazione del rischio su base regionale. Per tale motivo la base dati è stata estesa alla rete idrografica minore prendendo in considerazione anche le 103 cosiddette RME (aree a rischio molto elevato), indicate nel PAI stesso, trattandole, ai fini del calcolo del rischio come fasce di tipo B (T_r pari a 200 anni).

FASCIA	SUPERFICIE [km ²]	T_r [annI]	N° COMUNI INTERSECATI
A	665	-	401
B	1247	200	416
C	1995	500	433
RME (TOT. N° 103)	19	200	75

Tabella 4 – Sintesi dati assunti dal PAI per il rischio esondazione ($k=1$)

La disomogeneità delle due tipologie di dato in ingresso ha suggerito di elaborare separatamente, per ciascuna tipologia di danno, indici che sono stati suddivisi in 5 classi di uguale ampiezza e solo a quel punto integrati scegliendo di attribuire ad ogni comune l’indice più alto derivante dalle due elaborazioni.



(*) Valori espressi in km di infrastrutture normalizzati a 100

Figura 5 – Rischio idrogeologico esondazione: R4 (danni a infrastrutture di erogazione servizi) da fasce fluviali, RME e complessivo

Rischio idrogeologico frane. Il modello prevede l’esistenza di due tipologie di aree di impatto: l’area di instabilità (contenuta nel perimetro della frana) e l’area di invasione (zona interessata dalla propagazione del dissesto).

FRANE (geometria)	STABILIZZATE	QUIESCIENTI	ATTIVE	TOTALE	AREA INSTABILE
T_r [anni]	-	500	200		
POLIGONALE	623	9’113	14’015	23’751	COINCIDENTE AREA CARTOGRAFATA
LINEARE	1	245	381	743	BUFFER 10 M INTORNO A LINEA
PUNTUALE	175	1’594	7’738	9’507	BUFFER CIRCOLARE DI 200M ²

Tabella 6 – Sintesi dati livello informativo IFFI e modalità di individuazione dell’area instabile

Il progetto IFFI fornisce una fotografia aggiornata delle dinamiche di versante; in estrema sintesi il quadro delle informazioni, integrato da un valore convenzionale e indicativo per il calcolo della pericolosità (che può essere valutato, ed anche in questi casi con ampio margine di incertezza, solo a seguito di studi su ogni singolo fenomeno, si è pertanto deciso di procedere attraverso macrosemplificazioni) secondo considerazioni dedotte dal PAI, è contenuto in Tabella 6.

Non disponendo di un dato di riferimento validato, il criterio utilizzato per l’individuazione

dell'area di invasione, in funzione della classificazione, è sintetizzato nella matrice di corrispondenza riportata in Tabella 7, che riporta anche la magnitudo m associata in accordo alle valutazioni sulle velocità contenute nel PAI.

TIPOLOGIA	VELOCITÀ	CLASSE m	AREA INVASIONE
FRANE SUPERFICIALI COLAMENTO RAPIDO	$> 10^{-4}$ m/s	4	ESTRUSIONE AREA DI INSTABILITÀ A FONDO VALLE LUNGO DIREZIONE MASSIMA PENDENZA
SCIOLAMENTO ROT./TRASL. COLAMENTO LENTO	$10^{-8} \div 10^{-4}$ m/s	3	ESTRUSIONE AREA DI INSTABILITÀ LUNGO DIREZIONE DI MASSIMA PENDENZA CON ELONGAZIONE PARI A 100 m
COMPLESSO DGPV	$< 10^{-8}$ m/s	2	SETTORI CIRCOLARI LUNGO DIREZIONE MASSIMA PENDENZA (ESTRAPOLAZIONE RELAZIONE LI TIANCHI, 1983)
CROLLO/RIBALTAMENTO SPROFONDAMENTO ESPANSIONE	$> 10^{-4}$ m/s $10^{-8} \div 10^{-4}$ m/s $< 10^{-8}$ m/s	4 3 2	COINCIDENTE CON AREA DI INSTABILITÀ

Tabella 7 – Relazioni tra tipologia di fenomeno, magnitudo e individuazione dell'area di invasione

Poiché il processo di individuazione delle aree di impatto, come sopra definito, ha richiesto lo sviluppo di un'applicazione numerica *ad hoc*, l'elaborazione non è ancora conclusa.

Rischio incendi boschivi. Il piano antincendi boschivi della Regione Piemonte riporta i dati relativi al numero di incendi boschivi ed alla superficie percorsa nel decennio 1995-2004, riferiti a partizioni del territorio regionale, definite tramite un reticolo a maglie quadrate di 1 km di lato. Come aree di impatto quindi si sono definiti *buffer* circolari attorno ai centroidi delle maglie del reticolo, di superficie pari alla superficie percorsa da incendi nel periodo definito. La probabilità è ottenuta considerando T_r pari al rapporto tra periodo di riferimento e numero di incendi registrati.

Rischio industriale. I dati utili al calcolo degli indici provengono dal Sistema Informativo Regionale Ambientale (SIRA). Oltre ai valori di frequenza (incidenti/anno) sono state acquisite direttamente le aree di impatto definite, per ogni azienda, dalle diverse tipologie di evento (Incendio, Esplosione o Diffusione di sostanze tossico-nocive) e dalla magnitudo. Per il calcolo della probabilità si è considerato nell'espressione [4] il termine $1/T_r$ pari al valore di frequenza di incidenti ricavato direttamente dal SIRA.

2.3. Carte di sintesi prototipale

In figura 8 sono riportate tre possibili rappresentazioni complessive dell'indice R4 legato al danno a infrastrutture di erogazione servizi, determinato considerando i contributi provenienti dalle diverse tipologie di rischio, ad esclusione del rischio idrogeologico-frana.

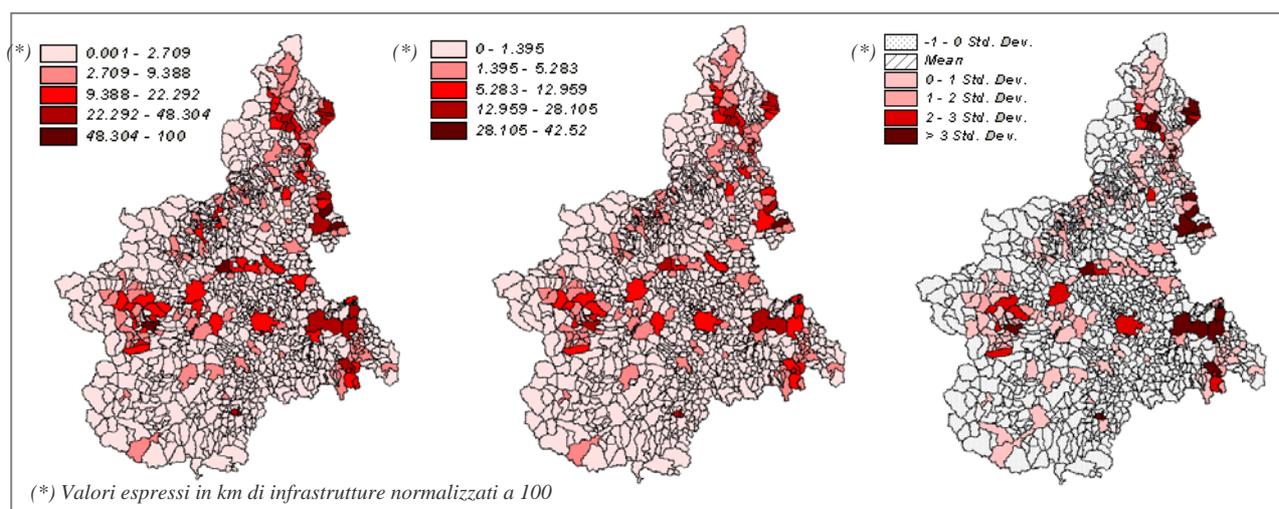


Figura 8 – Carte di sintesi prototipali R4(danni a infrastrutture di erogazione servizi) complessivo

La prima carta è ottenuta sommando, per ogni comune, i valori R4 calcolati per le diverse tipologie di rischio e normalizzando il risultato rispetto al valore massimo. Per la seconda invece se ne rappresentano le medie aritmetiche; gli scostamenti di queste dal valore medio su tutta la regione sono rappresentati, in multipli della deviazione standard, nella terza mappa. Nei primi due casi le

ampiezze delle classi soddisfano il criterio di minimizzazione della somma delle varianze.

3. Considerazioni conclusive e prospettive future

La pubblicazione delle mappe consegna già oggi agli amministratori pubblici piemontesi uno strumento di supporto per l'impostazione di politiche di mitigazione del rischio sul territorio e chiude la prima fase di un'attività che dà ora avvio ad un processo continuo di aggiornamento. Dai promettenti risultati della prima applicazione, si evince comunque l'opportunità di proseguire il lavoro per affinare il metodo e delineare con maggior precisione le effettive modalità di impiego. L'analisi è stata svolta a scala regionale, ma la flessibilità riscontrata fa ritenere che la metodologia possa dare egregi risultati anche a scala provinciale e comunale, in quanto il carattere analitico del processo, seppur con oneri di calcolo non trascurabili, è in grado di cogliere elementi di dettaglio tanto da poter trovare applicazione, verosimilmente, anche in chiave di pianificazione.

Alla luce dell'attività conclusa è possibile formulare alcune considerazioni di carattere generale:

- l'assenza o la qualità dei dati di input hanno dato luogo ad assunzioni e ipotesi, in alcuni casi fortemente semplificative; i risultati, condizionati dall'attendibilità delle informazioni in ingresso, suggeriscono un approfondimento in termini di analisi di affidabilità;
 - la dinamicità dello strumento costituisce un requisito fondamentale per l'attività programmatoria;
 - i risultati ottenuti restituiscono una conoscenza sui rischi in termini relativi; la modifica dei criteri di classificazione in base alle informazioni disponibili può portare a soluzioni diverse;
 - i criteri di classificazione hanno bisogno di essere definiti oggettivamente, senza disgiungerli da una riflessione sul livello di rischio accettabile nel contesto socio-culturale di riferimento. La stessa osservazione emerge qualora vengano definite a priori le classi da utilizzare per l'individuazione degli indirizzi operativi;
 - la possibilità di soppesare alcune variabili fondamentali, quale ad esempio la capacità di far fronte, conferma la validità di uno strumento in grado di essere non solo supporto alle decisioni ma anche elemento di verifica delle azioni intraprese,
 - sul piano dell'aggregazione dei rischi, come già emerso in fase di impostazione, si rileva la necessità di definire una pur difficile parametrizzazione unificata (ad es. valore economico dei beni).
- Si può concludere che gli obiettivi primari sono stati in via sperimentale perseguiti e che l'output ottenuto, uno strato dinamico che arricchisce il sistema informativo regionale, si presenta come documentazione propedeutica per dettagliare orientamenti e azioni programmatiche. La complessità dell'analisi ha evidenziato alcune limitazioni, legate principalmente alla disponibilità delle informazioni: rimane aperta al contributo della cultura scientifica un'analisi che consenta di finalizzare i risultati riducendo le semplificazioni.

4. Ringraziamenti

Si ringraziano per i preziosi contributi la dr.ssa Orso Giaccone, la dr.ssa Ricaldone della Regione Piemonte, il Prof. Scavia del Politecnico di Torino e l'ing. Costa Laia del CSI-Piemonte.

5. Riferimenti Bibliografici

Li Tianchi (1983), "A mathematical model for predicting the extent of a major rockfall", *Zeitschrift für Geo-morfologie N.F.*, **27**: 473-482

Ordinanza P.C.M. 3274 del 20/03/2003, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"

Autorità di Bacino fiume Po (2001), "Piano stralcio per l'assetto idrogeologico", www.adbpo.it

APAT (2005), Progetto IFFI "Inventario fenomeni franosi in Italia", www.sinanet.apat.it

Comm. Europea, CCR, Istituto per la protezione e la sicurezza del cittadino (2005), *Definizione degli standard di acquisizione delle informazioni a supporto delle attività di Protezione Civile*

Comm. Europea, CCR, Istituto per la protezione e la sicurezza del cittadino (2006), *Metodologia per l'analisi di vulnerabilità territoriale su scala regionale*

Regione Piemonte (2007), Piano antincendi boschivi, www.regione.piemonte.it/montagna