

# Probabilità e Protezione Civile

Mauro Dolce, Daniela Di Bucci

*Le previsioni probabilistiche a medio e lungo termine di catastrofi, quali ad esempio i terremoti, sono un importante strumento di prevenzione e mitigazione del rischio. Oggi, con la nuova legge 100/2012 si perviene ad un avanzamento nell'idea di previsione contenuta nella legge 225/1992, con l'introduzione del concetto di "identificazione degli scenari di rischio probabili".*

**V**enti anni fa, con la legge 225/1992, veniva istituito il Servizio Nazionale della Protezione Civile (SNPC) al fine di tutelare l'integrità della vita, i beni, gli insediamenti e l'ambiente dai danni o dal pericolo di danni derivanti da calamità naturali, da catastrofi e da altri eventi calamitosi. Da allora i compiti del SNPC, sotto il coordinamento del Dipartimento della Protezione Civile (DPC), riguardano le attività volte alla previsione e alla prevenzione dei rischi, al soccorso delle popolazioni sinistrate e ad ogni altra attività necessaria e indifferibile, diretta al contrasto e al superamento dell'emergenza e alla mitigazione del rischio. La gestione delle informazioni probabilistiche da parte del SNPC e, in particolare, del DPC riguarda soprattutto la previsione e la prevenzione dei rischi.

Oggi, con la nuova legge 100/2012 si perviene ad un avanzamento nell'idea di previsione contenuta nella legge 225/1992, con l'introduzione del concetto di "identificazione degli scenari di rischio probabili", intendendo come attività di previsione quelle dirette «dove possibile, al preannuncio, al monitoraggio, alla sorveglianza e alla vigilanza in tempo reale degli eventi e dei livelli di rischio attesi». Inoltre, vengono rese esplicite le singole attività volte a evitare o a ridurre al minimo la possibilità che si verifichino danni conseguenti agli eventi. Queste attività, "non strutturali", sono: l'allertamento, la pianificazione

dell'emergenza, la formazione, la diffusione della conoscenza della protezione civile, l'informazione alla popolazione, l'applicazione della normativa tecnica e le esercitazioni. In ognuno di questi punti il DPC ha a che fare con informazioni di natura probabilistica su cui basare le proprie attività, decisioni e comunicazioni, specie verso l'esterno.

**Le previsioni probabilistiche a medio e lungo termine di catastrofi, quali ad esempio i terremoti, sono un importante strumento di prevenzione e mitigazione del rischio.** Come suggerito anche nei più recenti studi di sintesi (Commissione ICEF [1]), la scala temporale di una previsione probabilistica è chiaramente molto significativa nella determinazione del suo valore ai fini decisionali. Un esempio è rappresentato dalle mappe di pericolosità sismica, che sono dei modelli di previsione probabilistica a lungo termine dei terremoti. Indipendenti o dipendenti dal tempo, in Italia come in ambiti internazionali, queste mappe costituiscono le basi per la pianificazione di emergenza, per la formazione, la diffusione della conoscenza, l'informazione alla popolazione, nonché per l'applicazione della normativa tecnica. Ad esempio, la previsione probabilistica a lungo termine dei terremoti per l'Italia fornisce una probabilità, approssimativamente del 15%, che ci sarà un terremoto di magnitudo 6 da qualche parte nel Paese durante l'anno successivo alla data considerata. Questo

tipo di previsioni fornisce un importante dato di ingresso per le norme tecniche per le costruzioni, poiché la pericolosità sismica è alta quando integrata su decenni di vita di un edificio.

Anche per quanto riguarda la pianificazione di emergenza alla scala nazionale, nel tracciare le linee per la definizione dell'intervento del SNPC in caso di terremoti di rilevanza nazionale il DPC ha adottato di recente un approccio innovativo, che si basa non più su singoli scenari di evento, ma sulla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (Ordinanza PCM del 28 aprile 2006, n. 3519), quindi su un dato di tipo probabilistico. Questa scelta si fonda sulla considerazione che, come recentemente accaduto in Nuova Zelanda (2010-2011) e, in passato, in molte zone del territorio italiano, eventi sismici con magnitudo confrontabili, accaduti ad alcune decine di chilometri di distanza, hanno determinato scenari molto diversi tra loro sia per numero di vittime che per entità del danno. Alla scala nazionale, è evidente la scarsa significatività del singolo scenario rispetto al quadro generale della pericolosità. Ciò ha suggerito un cambio di strategia nella definizione dei piani di emergenza nazionali, che non possono guardare al singolo evento (altro sarebbe un piano di emergenza a livello comunale o provinciale) ma devono essere finalizzati a un intervento efficace ed efficiente a fronte di un terremoto che possa verificarsi dovunque nelle aree di maggiore pericolosità sismica. Ne consegue che l'elemento guida nello sviluppo di piani nazionali deve essere la pericolosità (basata sull'intensità di possibili scosse con prefissata probabilità), valutata in corrispondenza di strutture di interesse per la gestione dell'emergenza (quali porti, aeroporti, linee di comunicazione, strutture strategiche, ecc.), insieme alla vulnerabilità e quindi al rischio di queste ultime. In caso di evento, sulla base di queste informazioni si possono

fare valutazioni immediate, ancorché da verificare sul territorio, sull'agibilità o la disponibilità di queste strutture, e studiare strategie alternative in relazione a diversi scenari di scuotimento.

**La più significativa prospettiva futura per le finalità di protezione civile è però rappresentata dall'utilizzo di previsioni probabilistiche a breve termine**, per eventi ad alta e bassa probabilità di accadimento, ma comunque caratterizzati da gravi conseguenze in caso di occorrenza.

Per quanto riguarda i vulcani, ad esempio, la prospettiva decennale voluta dal DPC per i progetti di ricerca che finanzia attraverso l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia pone come uno degli obiettivi prioritari la valutazione della pericolosità vulcanica in termini probabilistici. Questo approccio è già in via di sviluppo per alcuni aspetti specifici, come la pericolosità da caduta di cenere e da colate piroclastiche per eruzioni quali ad esempio quelle sub-Pliniane, ma il fine ultimo è di estenderlo anche ad altri tipi di eruzione. L'obiettivo è di realizzare simulazioni e mappe di pericolosità basate sulle probabilità di occorrenza dei diversi scenari eruttivi. Per le finalità operative del DPC, in particolare, la sfida è quella di migliorare le conoscenze su tematiche quali la probabilità di occorrenza di un'eruzione e delle diverse tipologie eruttive attese; sulla distribuzione probabilistica di nuove bocche eruttive in caldere come i Campi Flegrei; sulla pericolosità connessa alla rimobilizzazione della cenere depositatasi in diversi momenti, più o meno vicini nel tempo, sui versanti dei rilievi; sulla durata dei fenomeni eruttivi e il volume di magma coinvolto; sulla probabilità di occorrenza dei diversi fenomeni sin-eruttivi associati (emissioni gassose, terremoti, instabilità di versante, ecc.).

Un altro tema di frontiera per gli aspetti di protezione civile in Italia è quello legato al rischio da tsunami e, anche in



Comitato operativo della Protezione Civile (da <http://www.protezionecivile.gov.it/>).

questo caso, i tempi brevi che caratterizzano l'attraversamento di un bacino limitato come quello del Mediterraneo da un'onda di maremoto impongono dei vincoli alla risposta del SNPC. L'attivazione del sistema non può avvenire altro che, in caso di occorrenza di un terremoto, sulla base di una stima probabilistica della sua tsunamigenicità, ottenuta da una valutazione delle sue caratteristiche spaziali e di magnitudo, non potendosi attendere i tempi necessari ad avere la certezza dello tsunami in corso per poter intraprendere delle azioni di protezione civile.

Argomento che richiede un approfondimento se possibile ancora maggiore è la previsione probabilistica operativa a breve termine dei terremoti. Infatti, al di là del dibattito scientifico ancora aperto sulle diverse metodologie di calcolo per questo tipo di previsioni, dal punto di vista della protezione civile l'aspetto sostanziale di questa materia risiede nel fatto che, per un dato giorno, le possibilità di accadimento di una scossa di terremoto potenzialmente dannosa sono estremamente basse. Le attuali politiche di previsione probabilistica devono quindi essere adattate ad un contesto di bassa probabilità, qual è l'Italia. In questo quadro, l'interpretazione ai fini

operativi delle previsioni probabilistiche a breve termine è problematica, poiché le probabilità di accadimento di un forte terremoto possono variare localmente di giorno in giorno anche di uno o due ordini di grandezza, ma rimangono tipicamente molto basse in senso assoluto.

Come descritto nel rapporto conclusivo della Commissione ICEF [1], in pochissime regioni sismicamente attive, come ad esempio in California, si fa ordinariamente uso delle previsioni probabilistiche operative dei terremoti. Gli esperti di previsioni probabilistiche generalmente operano in un contesto di bassa probabilità, e raramente hanno occasione di elaborare probabilità a breve termine per eventi rilevanti maggiori di un dato (basso) valore percentuale. Anche in questi casi, comunque, l'uso di modelli formalizzati è limitato e la diffusione pubblica delle informazioni sulle previsioni probabilistiche piuttosto sporadica.

Invece, la previsione probabilistica a breve termine degli *aftershock* che seguono un terremoto forte è effettuata in diversi paesi, anche se la sua implementazione in termini operativi, che comprende il regolare aggiornamento su scala nazionale, non è ancora completa in nessuno dei paesi con le competenze più avanzate su questi aspetti; questi ultimi, però, ne sostengono con forza la ricerca.

I pochi esempi sinora esposti sono già sufficienti a mostrare come una serie di incertezze intrinseche nell'utilizzo di informazioni di tipo probabilistico debbano essere necessariamente affrontate, da parte di chi sulla base di queste dovrà prendere delle decisioni, attraverso la definizione di azioni standard, definite in tempo di normalità e condivise con il SNPC. In questo modo possono essere ridotti i margini di incertezza nella concitata fase di emergenza ed essere adottate azioni indipendenti dal decisore che, in

quel momento, sarà chiamato a rappresentare il sistema in un quadro definito di assunzione di responsabilità.

In effetti, una delle mete più importanti da raggiungere nell'uso operativo delle previsioni probabilistiche è la loro trasposizione in attività decisionali. Ad oggi non esiste un approccio formale per convertire le probabilità di occorrenza dei terremoti in azioni di mitigazione. **Una strategia che può assistere gli organi decisionali è la predisposizione di soglie di probabilità di accadimento dei terremoti a cui associare specifiche azioni di mitigazione minime, tenendo conto del loro impatto sulla popolazione e sulle attività dell'uomo.** Queste soglie dovrebbero trovare supporto in analisi oggettive, per esempio di tipo costi/benefici, al fine di giustificare le azioni intraprese in un processo decisionale. È chiaro, pertanto, che soglie di probabilità e azioni ad esse collegate devono essere definite e adottate attraverso un ampio percorso di condivisione in tempo di normalità. Tuttavia, stanti i bassi valori di probabilità attesi, ci si può aspettare che le azioni siano ad alta efficacia ma a basso impatto. Un esempio assai significativo è rappresentato dalle soglie adottate dal Consiglio della California di Valutazione delle Predizioni dei Terremoti (CEPEC), un consiglio di esperti istituito formalmente nel 1976. A seguito di terremoti forti o in altre situazioni di attività sismica in rapida evoluzione, il CEPEC generalmente – ma non regolarmente – aderisce a un protocollo di notifica che stabilisce delle categorie di allerta per terremoti con  $M \geq 7$  secondo quattro livelli di probabilità di accadimento in 3 giorni: D (0,1-1%), C (1-5%), B (5-25%), e A (> 25%). Da quando il protocollo è stato adottato, circa venti anni fa, la soglia di probabilità di Livello A del 25% non è mai stata raggiunta, e la soglia di probabilità di Livello B del 5% è stata superata solo due volte. Livelli C di al-

lerta sono stati emessi in una decina di occasioni; questi allerta illustravano in termini probabilistici la possibile evoluzione del fenomeno in atto e hanno permesso alle autorità di intraprendere un'azione di risposta al considerevole interesse pubblico che si era manifestato a seguito di scosse non dannose ma percepite dalla popolazione. Per le più comuni situazioni di Livello D, non vengono emessi pubblicamente allerta formali. Per effettuare un paragone con i valori di probabilità sul nostro territorio nazionale basti considerare che, nelle ore immediatamente precedenti al terremoto di L'Aquila del 6 aprile 2009, la probabilità di avere terremoti di magnitudo superiore a 5,5 nelle 24 ore successive era pari allo 0,05%.

**Un utilizzo corretto e tempestivo di informazioni di natura probabilistica per finalità di protezione civile non può prescindere, naturalmente, da una proficua e continua interazione con la comunità scientifica nell'ambito del SNPC,** sia in tempo di normalità che in fase di emergenza. In tempo di normalità, infatti, è necessario sviluppare una solida comunione di intenti che porti ad una scelta condivisa dei parametri e delle incertezze nel passaggio delle informazioni probabilistiche, su cui poi si baseranno le decisioni e le azioni da intraprendere in fase di emergenza.

Questo rapporto tra scienziati e *decision-makers* è caratterizzato da una forte dinamicità. Da una parte, come ben illustrato da Eric Leroi [2], gli scienziati spesso modellano eventi passati per comprenderne la dinamica, mentre chi decide ha bisogno di modelli descrittivi di qualcosa che accadrà in futuro. Il quadro che esce dall'approccio probabilistico, poi, è per propria natura affetto da incertezze, mentre la decisione da prendere si riconduce quasi sempre a un sì o un no certo. Anche il problema del tempo è significativo: gli scienziati



Campo tende della Protezione Civile (da <http://www.protezionecivile.gov.it/>).

necessitano di tempi relativamente lunghi per avere più dati e ridurre quindi le incertezze, preferendo aspettare piuttosto che sbagliare, come sottolineato da Gordon Woo [3]. Per contro, chi decide è in genere chiamato a dare una risposta immediata, ancorché basata spesso su basse probabilità di occorrenza corredate da larghe incertezze. Ci sono, dunque, ancora molti spazi di azione in cui chi decide e chi fa ricerca possono progredire insieme, e tra questi spazi non da ultimo quello della comunicazione, innanzi tutto tra comunità scientifica e DPC. Da una parte, infatti, chi decide deve essere consapevole del significato delle informazioni probabilistiche che riceve e delle relative incertezze. Deve essere perciò un utente esperto e preparato a maneggiare questo tipo di informazioni comprendendone potenzialità e limiti. Dall'altra parte, la comunità scientifica è chiamata ad indirizzare meglio la propria ricerca su temi dettati dalla "domanda" di protezione civile, e ad operare uno sforzo per comunicare i risultati delle proprie analisi in termini di proposte e soluzioni, indispensabili per chi su quelle basi deve gestire popolazioni e territorio.

**Un ultimo passaggio importante per la gestione delle informazioni proba-**

**bilistiche nelle attività di protezione civile è quello della loro comunicazione al pubblico.** Questo tema, che la protezione civile condivide con altri ambiti, primo tra tutti quello medico, ma anche quello industriale, rappresenta un vero e proprio campo di ricerca che si basa sull'integrazione di diversi elementi. Il primo elemento è senza dubbio la padronanza tecnica, da parte di chi comunica, del significato e delle implicazioni delle informazioni probabilistiche di cui è chiamato a dare spiegazione e a rispondere, unita alla capacità di rendere i concetti comprensibili ad una platea non specialistica. Il secondo aspetto riguarda, per contro, la dimestichezza che ha la popolazione a raffrontarsi con un'informazione probabilistica. Infatti, se da una parte il pubblico è ormai maturo per sapere che un evento pericoloso "è probabile", dall'altra lo è meno per gestire operativamente questo tipo di informazioni e soprattutto le loro variazioni nel tempo. Questo punto è oggetto di un percorso di formazione e di informazione che il DPC e la comunità scientifica che lo affianca hanno intrapreso da anni con convinzione, e che mantengono vivo anche in momenti di tagli della spesa pubblica come quelli che stiamo vivendo. Bisogna poi aggiungere che non sempre la popolazione di una certa area ha una percezione del rischio adeguata alla situazione in cui si trova: è il caso di molte zone soggette, ad esempio, ad una pericolosità sismica moderata (che però può comportare un rischio elevato a causa dell'alta vulnerabilità del patrimonio edilizio), come anche di aree vulcaniche attive in cui l'edificio vulcanico non presenti una morfologia ben riconoscibile (come nel caso delle caldere rispetto ai classici e ben visibili coni) o i tempi di ricorrenza delle eruzioni siano lunghi. A questo si aggiunge che, a parità di probabilità di accadimento di un certo evento, esso viene percepito come più o meno peri-

coloso in funzione di aspetti di natura prettamente psicologica, come la dimestichezza che si ha con esso (ad esempio ammalarsi a causa del fumo), o la volontarietà con cui ci si espone ad esso (ad esempio subire un incidente in automobile), che rendono l'assunzione del rischio consapevole e quindi meglio accettata. Anche questi pochi esempi rendono chiaro che, nel rilasciare informazioni probabilistiche sull'occorrenza di eventi pericolosi, un'efficace comunicazione al pubblico può essere conseguita solo applicando al contenuto informativo di natura tecnica i principi stabiliti dalla ricerca nelle scienze sociali.

## Bibliografia

1. Jordan T.H., Chen Y.-T., Gasparini P., Madariaga R., Main I., Marzocchi W., Papadopoulos G., Sobolev G., Yamaoka K., Zschau J. (2011) Operational Earthquake Forecasting – State of Knowledge and Guidelines for Utilization. Report by the International Commission on Earthquake Forecasting for Civil Protection. *Annals of Geophysics*, 54 (4). doi: 10.4401/ag-5350.
2. Leroi E. (2010) *Landslide Risk Assessment & Decision Making. Lectio magistralis*, 85° Congresso Nazionale della Società Geologica Italiana. Pisa, 6-8 settembre 2010.
3. Woo G., 2011. Earthquake decision making / Processo decisionale in caso di terremoto. *Ambiente Rischio Comunicazione*, 1, 7-10. ISSN 2240-1520.