



16. RISCHIO E DANNO

Elemento primario è la conoscenza dei rischi che possono occorrere nell'ambito del territorio comunale: una corretta analisi della catena pericolo, rischio, evento, effetti, permette di prevedere, predisporre, di prevenire la catastrofe e di minimizzare le conseguenze. Solitamente si separano i cosiddetti rischi naturali da quelli antropici però, contrariamente a quanto comunemente ritenuto, i rischi "naturali" sono comunque spesso dipendenti dall'uomo che, anche quando non è responsabile del verificarsi dell'evento (terremoto, eruzione vulcanica), può, con il suo comportamento, influenzare le conseguenze (es. tipologia costruttiva delle case in zone a rischio sismico). Le procedure operative valide per il superamento dell'emergenza sono formulate sulla base di scenari di rischio che, dovendo essere il più possibile rispondenti alla realtà dei luoghi, derivano da analisi di rischio svolta nell'ambito territoriale di interesse.

16.1 IL RISCHIO

La valutazione dello scenario di rischio costituisce l'individuazione degli scenari incidentali ai quali è sottoposto il territorio, intendendo con il termine **RISCHIO** la probabilità che un fenomeno potenzialmente dannoso possa avvenire in un certo luogo ed in un determinato momento, provocando un danno "prevedibile". Naturalmente tutti i rischi non hanno la stessa probabilità di verificarsi sul territorio comunale. La definizione di rischio che si assume è quella proposta dall'UNESCO nel 1986 in cui il "rischio" R esprime il "danno atteso" e dipende pertanto dal "danno" che può essere prodotto dall'evento e dalla probabilità di occorrenza del fenomeno, esso pertanto è espresso dalla seguente equazione:

$$R = H \cdot D = H \cdot (V \cdot E)$$

Dove:

H è la pericolosità, ovvero la probabilità che un determinato fenomeno, con caratteristiche date, avvenga in un determinato spazio fisico ed in un determinato arco temporale;

D è il danno, ovvero il prodotto tra il valore degli elementi a rischio (E) e la loro vulnerabilità (V) definita come il grado di danneggiamento (0÷1) che ciascun elemento a rischio subisce a causa del fenomeno considerato.

La definizione di rischio che viene ormai comunemente usata è rappresentata mediante la formula:

$$R = P \times V$$

dove:

R: è il rischio, cioè il valore atteso del danno che può subire un determinato elemento a rischio

P: è la pericolosità cioè la probabilità di accadimento di un evento calamitoso

V: è la vulnerabilità cioè il valore degli elementi a rischio (persone, infrastrutture, ecc.) nell'area soggetta a pericolo.

L'analisi del rischio però non può dare risultati certi, e quindi applicabili anche a livello normativo, ma risulta molto utile per evidenziare i fenomeni e i danni attesi e quindi per pianificare le azioni di protezione civile sia preventive che d'intervento.

16.1.1 LA PERICOLOSITÀ

La pericolosità è un termine che esprime quindi la probabilità che un fenomeno di determinate caratteristiche accada sul territorio di interesse legandolo ad una valutazione del tempo intercorrente tra due manifestazioni di caratteristiche simili. Se infatti indichiamo con P la probabilità che un parametro, caratterizzante il fenomeno in esame, superi un valore prestabilito X (ed esempio il valore massimo di accelerazione orizzontale per i terremoti, oppure la portata al colmo di una piena di un corso d'acqua, oppure ancora il valore della concentrazione nell'atmosfera di un determinato composto tossico) allora è

$$p = P\{x > X\}$$

Secondo le metodologie dell'analisi statistica, si potrebbe legare la probabilità P con il tempo di ritorno T definendo quest'ultimo come il numero di anni in cui, mediamente, il valore X è superato una sola volta

$$T = [1 - P\{x > X\}]^{-1}$$



Tale parametro viene di solito utilizzato nel dimensionamento delle opere strutturali di difesa dai fenomeni calamitosi. Per quanto riguarda la probabilità di accadimento si definisce una scala di valutazione del valore P, riferendosi ad una correlazione più o meno diretta tra la carenza riscontrata e la probabilità che si verifichi l'evento indesiderato:





- 1 = basso, raro
- 2 = occasionale
- 3 = frequente
- 4 = frequentissimo

La difficoltà maggiore nella definizione oggettiva del parametro pericolosità consiste nella quasi totale mancanza di dati a disposizione e dalla difficoltà di svolgere una analisi statistica sufficientemente significativa con un grado di dettaglio adeguato alla scala territoriale scelta per l'analisi di rischio. Si è scelto di definire il termine relativo alla pericolosità non in termini analitici, ma attraverso dei parametro metodi geometrici e storico- documentali. Dove possibile si è fatto riferimento ad elaborazioni statistiche che permettessero di rappresentare la frequenza di accadimento del fenomeno.

16.1.2 LA VULNERABILITÀ

Per quanto concerne la vulnerabilità ovvero l'esposizione del sistema ad essere danneggiato, si definisce una scala di valutazione del valore V, intesa come carenza che gli elementi sociali e territoriali possiedono nei confronti dell'evento ipotizzato (eta', fragilità strutturale,...):

- 1 = bassa, con danno atteso modesto
- 2 = media, con danno atteso sensibile
- 3 = alta, con danno atteso elevato
- 4 = altissima, con danno atteso catastrofico

Legenda Rischio		VULNERABILITÀ (V)			
		BASSA (1)	MEDIA (2)	ALTA (3)	ALTISSIMA (4)
	Basso ($1 \leq R \leq 2$)				
	Accettabile ($3 \leq R \leq 4$)				
	Notevole ($6 \leq R \leq 9$)				
	Elevato ($12 \leq R \leq 16$)				
PERICOLO (P)	BASSO, RARO (1)	1	2	3	4
	OCCASIONALE (2)	2	4	6	8
	FREQUENTE (3)	3	6	9	12
	FREQUENTISSIMO (4)	4	8	12	16

Ciò consente di effettuare una valutazione numerica e di creare una scala di priorità: In realtà si tratta di una funzione più complessa, che può essere espressa come:

$$R = f (Pr, Pl, Est, Vst D)$$

Pr è la pericolosità di riferimento, probabilità che un evento anomalo accada;



Pl e' la pericolosità locale, probabilità che l'evento anomalo incida su una zona del territorio, in rapporto alla presenza di ostacoli o configurazioni locali;

Est e' l'esposizione sociale e territoriale, intesa come quantità di elementi sociali e territoriali (persone, edifici, servizi, attività, beni ambientali e culturali,...) soggetti a danno potenziale;

Vst e' la vulnerabilità del sistema sociale e territoriale, intesa come carenza o debolezza che gli elementi sociali e territoriali possiedono;

D, entità delle conseguenze o danno atteso, può essere espressa come funzione del numero di individui coinvolti, nonché dei danni economici, sociali, dei danni sul patrimonio culturale, sull'erogazione dei servizi pubblici e di ogni altro tipo di effetto negativo ipotizzabile.

16.1.3 DEFINIZIONI

- La "previsione" è l'attività d'indagine e conoscenza specifica del proprio territorio, condotta con l'ausilio dei mezzi scientifici e tecnici disponibili, finalizzata alla stesura ed al periodico aggiornamento di mappe di rischio;
- la "prevenzione" è l'attuazione di concreti interventi sul territorio e sulle infrastrutture, tendenti a ridurre l'impatto di fattori di rischio che incidono su quella determinata porzione di territorio, come individuati nelle mappe prodotte dall'attività di previsione.
- L'obiettivo esplicito della valutazione dei rischi è consentire la realizzazione di un programma di prevenzione, nelle attività di pianificazione del territorio e l'attuazione di misure organizzative e di procedure operative, che consentano di affrontare gli eventi.

16.2 IL DANNO

Il termine "**danno**" (D) esprime l'entità dei danni dato il verificarsi di un fenomeno ed è definito dalla sommatoria del prodotto del valore degli elementi a rischio (E) per la loro rispettiva vulnerabilità (V) rispetto all'evento di riferimento:

$$D = E \times V(T, I)$$

In termini generali esso può essere assunto indipendente dalla probabilità di occorrenza del fenomeno, ovvero dalla pericolosità, ed esprime l'aliquota del valore dell'elemento a rischio che può venire compromessa in seguito al verificarsi di un determinato evento. Per semplicità di trattazione si è scelto di discretizzare il valore del parametro "Danno" in quattro classi secondo quanto riportato nella successiva tabella. Danni estetici o danni funzionali minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità della vita umana nè la continuità delle attività socio-economiche

<i>Danno</i>		<i>Descrizione</i>
D1	Basso o nullo	Nessun danno o danni irrilevanti
D2	Moderato	Danni estetici o danni funzionali minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità della vita umana nè la continuità delle attività socio-economiche
D3	Alto	Danni funzionali agli edifici, possibilità di senzatetto e di incidenti; probabile interruzione di alcune attività socio-economiche
D4	Molto alto	Danni gravi agli edifici; possibilità di morti e feriti; distruzione delle infrastrutture e interruzione delle attività socio-economiche

Classi di danno



Il parametro E esprime il valore monetario, o il numero di unità esposte dei diversi elementi a rischio, esso è quindi un valore dipendente da scelte di carattere strategico e politico, la cui valutazione monetaria appare particolarmente condizionata dalla situazione storica attuale.

16.2.1 LA VULNERABILITÀ

La "vulnerabilità" (V) esprime invece il grado di perdita (0 = perdita nulla, 1 = perdita completa), prodotto su un certo elemento o gruppo di elementi esposti a rischio, risultante dal verificarsi del fenomeno; essa dipende sia dalla tipologia dell'elemento a rischio (T) che dall'intensità (I) del fenomeno e, in pratica, esprime il raccordo fra l'intensità del fenomeno stesso e le sue possibili conseguenze sull'elemento preso in considerazione. Nella precedente equazione gli elementi a rischio (E) sono rappresentati dalla popolazione, dalle proprietà, dalle attività economiche, dai servizi pubblici e dai beni ambientali e culturali che possono subire un danno in conseguenza del verificarsi di un fenomeno critico. L'analisi di esposizione per ognuna delle tipologie descritte avrebbe necessitato di una serie di informazioni non omogeneamente disponibili sull'interno del territorio oggetto delle presenti analisi (si sarebbe infatti dovuto considerare l'analisi del danno anche come funzione del tempo ad esempio analizzandone l'andamento in un determinato periodo del giorno). Per questo motivo si è scelto di utilizzare un unico elemento che risultasse sufficientemente rappresentativo per lo studio in corso e che consentisse estrapolazioni semplici su tutti gli altri elementi potenzialmente a rischio: tale elemento è rappresentato dall'utilizzo del territorio. Questa razionalizzazione corrisponde a semplificare l'equazione del danno come se lo stesso dipendesse esclusivamente dal valore di vulnerabilità dell'elemento considerato quale rappresentativo del territorio; il che, analiticamente corrisponde a considerare

$$D = V$$

Per questo motivo nella seguente tabella, che esprime sinteticamente il processo di individuazione del danno secondo la predetta classificazione in 4 livelli, si è provveduto a sostituire il termine D al più corretto termine V

Tipologia	Intensità'			
	I1	I2	I3	I4
T1	D1	D1	D1	D1
T2	D1	D2	D2	D3
T3	D1	D2	D3	D4
T4	D1	D3	D4	D4

Matrice per il calcolo del danno

16.2.2 L'INTENSITÀ

La valutazione del danno passa quindi attraverso la valutazione dei parametri di intensità dei fenomeni e delle tipologie di elementi a rischio. Si definisce intensità (I) la severità geometrica e meccanica di un fenomeno alluvionale, essa può essere espressa in una scala relativa oppure in termini di una o più grandezze caratteristiche del fenomeno (velocità, volume, energia, etc.). L'intensità è legata al fenomeno specifico che si verifica, per cui l'analisi di questo parametro è riportata nei singoli capitoli relativi ai rischi specifici. In questa sede appare si precisa che, ai fini della semplificazione delle analisi, si è scelto di operare una classificazione in quattro classi riportata come riportata nella seguente tabella.

Intensità	
I1	bassa o nulla
I2	moderata
I3	alta
I4	molto alta

16.2.3 GLI ELEMENTI VULNERABILI

Come descritto in precedenza, l'analisi del danno passa attraverso l'individuazione degli elementi soggetti al rischio i quali, in questo studio, sono sinteticamente rappresentati dai parametri di utilizzo del territorio. In questo senso si sono individuate 4 classi di tipologie di elementi a rischio secondo quanto riportato nella seguente tabella:

<i>Tipologia di elementi a rischio</i>	<i>Descrizione</i>
T1	Aree disabitate o improduttive; demanio pubblico non edificato e/o edificabile
T2	Aree con limitata presenza di persone; edifici isolati; infrastrutture viarie minori; zone agricole o a verde pubblico
T3	Nuclei urbani non densamente popolati; insediamenti industriali, artigianali e commerciali minori; infrastrutture viarie secondarie (strade statali, provinciali e comunali)
T4	Centri urbani; grandi insediamenti industriali e commerciali; beni architettonici, storici e artistici; principali infrastrutture viarie; servizi di rilevante interesse sociale; zona campeggi e villaggi turistici

classi delle tipologie di elementi a rischio

Le valutazioni della pericolosità e del danno, effettuate mediante i metodi approcciati, inserite nell'equazione del rischio consentono di individuare i vari gradi di rischio a cui sono sottoposte le diverse porzioni di territorio che subiscono in questo modo effetti differenti anche se coinvolte nel medesimo fenomeno. La classificazione del rischio sul territorio viene effettuata sulla base di quattro livelli che si differenziano per il grado di tollerabilità e per le attività di prevenzione da attuarsi. La successiva tabella riassume le caratteristiche di ogni classe.

<i>Rischio</i>		<i>Descrizione</i>
R1	Nulla o basso	Rischio trascurabile
R2	Moderato	Rischio socialmente tollerabile (non sono necessarie attività di prevenzione)
R3	Alto	Rischio non socialmente tollerabile (sono necessarie attività di prevenzione)
R4	Molto alto	Rischio di catastrofe (sono necessarie attività di prevenzione con assoluta priorità)

Classi di rischio

In tabella si fa riferimento al concetto di "rischio accettabile" (o tollerabile) per indicare il rischio connesso con una probabilità di accadimento dell'evento e/o un'entità di danno potenziale compatibili con il contesto socio-economico del territorio considerato. Laddove il grado di rischio non risulta più tollerabile e/o è tale da generare effetti catastrofici, vanno previste attività di prevenzione al fine di mitigarne gli effetti.



La seguente matrice, invece, propone le relazione tra le pericolosità e il danno e i diversi gradi di rischio corrispondenti; infatti, il grado di rischio in un'area con pericolosità elevata può essere modesto se il danno in essa non è rilevante. Oppure, nelle aree dove il danno è rilevante, il rischio potrà essere nullo se la pericolosità è nulla.

	D1	D2	D3	D4
P1	R1	R1	R1	R1
P2	R1	R2	R2	R3
P3	R1	R2	R3	R4
P4	R1	R3	R4	R4

Matrice di composizione del rischio in funzione della pericolosità e del danno