

RISCHIO TECNOLOGICO

La parola "**rischio**" è correntemente associata ai concetti di incertezza e di perdita o danno.

I dizionari della lingua italiana definiscono il rischio in vari modi tra cui come "**possibilità di danno**". L'espressione "**possibilità di danno**" è l'espressione da preferire, perchè rende bene conto sia dell'aspetto incertezza che dell'aspetto danno. La possibilità è infatti per sua natura incerta: non tutto ciò che è possibile è reale.

La nozione di rischio è emersa per la prima volta nell'area dei giochi d'azzardo e della economia, in particolare dell'economia delle assicurazioni, a partire dal 17esimo secolo. A partire da quel secolo la parola rischio ha assunto il significato scientifico di **valore matematico atteso dell'equivalente monetario del danno o perdita**, danno considerato come variabile aleatoria.

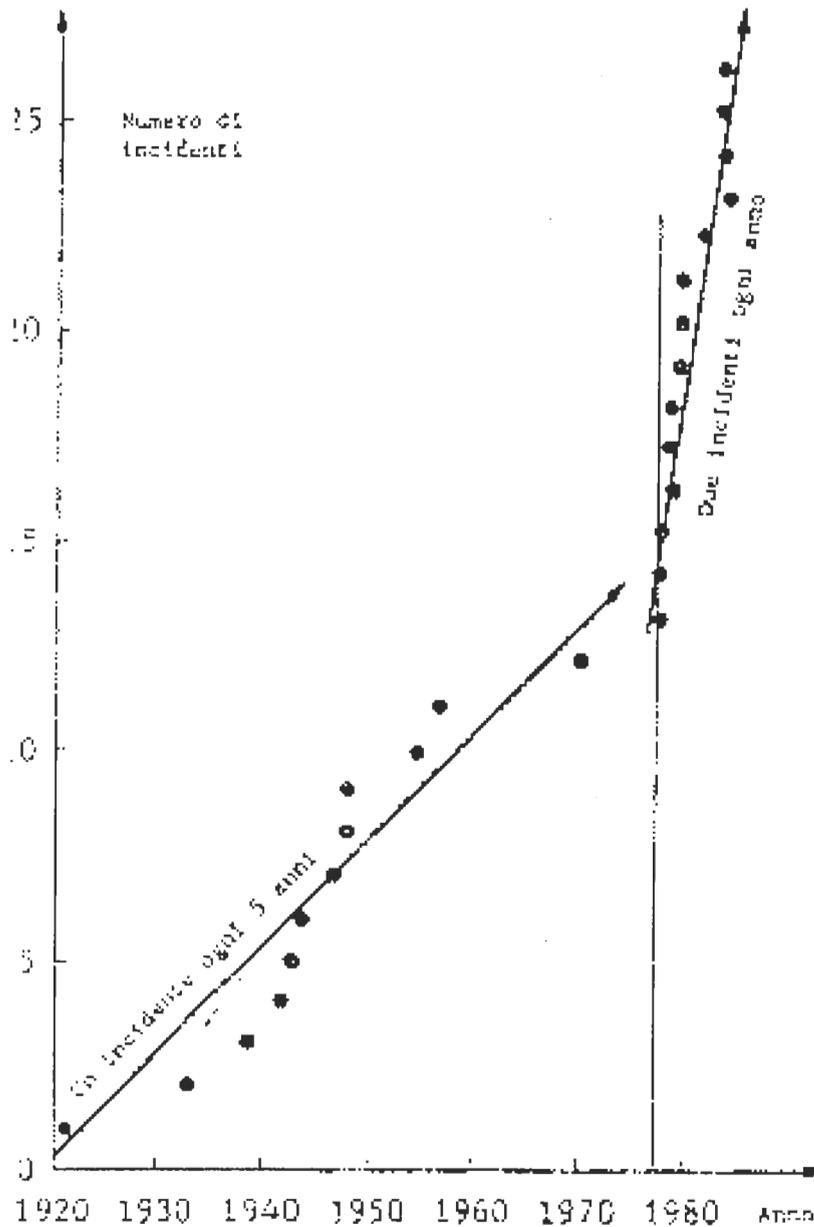
Questo rischio quantificato, preso come riferimento dagli assicuratori nei loro contratti, ingloba **l'incertezza nella distribuzione di probabilità della variabile aleatoria danno**, distribuzione che si assume ricavata mediante inferenza statistica dall'esperienza di un numero significativo di eventi.

Kirkegaard diceva "**l'uomo ha paura del possibile, non del reale**" e Abbagnano definisce il rischio come "**l'aspetto negativo della possibilità**".

Negli ultimi due decenni il termine "rischio" ha cominciato a circolare negli ambienti scientifici, tecnici e politici, per indicare gli **effetti collaterali negativi, monetari e non monetari, della tecnologia e della attività produttiva dell'uomo**.

Questa nuova accezione del termine rischio è più vicino al concetto filosofico di "**aspetto negativo della possibilità**" che al semplice concetto matematico sviluppato dall'economia delle assicurazioni.

L'esplosione dell'interesse al problema del rischio tecnologico, ha coinciso con la risonanza pubblica di grandi incidenti, diventati sempre più frequenti negli ultimi 20 anni.



Ma se i grandi rischi hanno fatto da amplificatore per richiamare l'attenzione sul problema del rischio tecnologico, i rischi diffusi, i rischi più frequenti anche se meno gravi, legati all'uso di beni di consumo durevoli o ad apparecchiature di largo uso, hanno consolidato questa attenzione, modificando i rapporti tra produttore, utilizzatore e società.

Le tecnologie sono prodotte dall'uomo con il fine di soddisfare bisogni manifesti o presunti. Generano quindi un mondo di possibilità **"artificiali"** che si aggiungono e si sovrappongono alle possibilità **"naturali"**, quelle che esisterebbero senza intervento dell'uomo.

Come nel mondo delle possibilità naturali c'è il miele e la cicuta, nel mondo artificiale c'è l'esaclorofene, un utile disinfetante e la diossina, possibile sottoprodotto della produzione del primo. **Cioè, possibilità negative e positive si accompagnano, sembra, inevitabilmente. Il problema dell'uomo è quello di discernere e rendere reali solo le possibilità positive.**

Il primo fattore è la complessità del mondo creato dalla tecnologia. Complessità vuol dire incertezza e in questo senso si può dire che la società industriale e la scienza che ne è l'ispiratrice è creatrice di incertezze.

Un secondo fattore è il carattere relazionale, sistemico dei danni, cioè degli aspetti negativi delle tecnologie. La "previsione" deve sempre tener conto di **tutto** il contesto in cui può realizzarsi una possibilità: **ma dove fissare i confini del contesto?** Il dibattito sull'alternativa: **"standard di emissione o standard di impatto ambientale"** illustra bene la complessità di questo fattore.

Il terzo fattore è la difficoltà a valutare la vulnerabilità, cioè la potenziale instabilità dei sistemi sociotecnici di fronte agli incidenti di origine tecnologica. L'incidente di Seveso, per esempio, ha scosso il sistema italiano più dei grandi terremoti del Friuli e della Campania avvenuti negli stessi anni.

Un quarto fattore è il ritardo con cui in genere la manifestazione degli effetti collaterali negativi segue l'innovazione e l'introduzione delle tecnologie. Si pensi al ritardo con cui la distribuzione della fascia di ozono ha seguito l'introduzione dei propellenti per aerosol, agli effetti della anidride carbonica sulle proprietà della atmosfera.

Una **certa fede nella tecnologia** fa ritenere che esista una "mano invisibile" che assicuri il controllo. Questa fede porta a considerare la ricerca fatta per accelerare la conoscenza sui comportamenti anormali e dannosi dei sistemi artificiali creati dall'uomo, cioè **la ricerca sulla sicurezza e il rischio tecnologico come una spesa superflua.**

Rischi tecnologici e rischi naturali.

Intendiamo per rischi naturali le possibilità di danno all'uomo che non derivano da una libera scelta dell'uomo stesso.

Il **confine** tra rischi naturali e tecnologici è spesso incerto: l'azione umana ha inciso talmente nella struttura degli equilibri naturali, da trasformare in rischi di origine umana anche i cosiddetti rischi naturali. Un esempio a sostegno di questa asserzione è la urbanizzazione di aree notoriamente sismiche o geologicamente pericolose.

Intendiamo per rischio tecnologico il rischio caratterizzato dal fatto che alla sua origine prossima, non lontana, c'è una decisione umana.

Categorie di rischio tecnologico

Si possono distinguere diverse categorie di rischio definite rispetto al **tempo dell'evento dannoso**, rispetto al **tempo del danno**, rispetto ai **oggetti a rischio**, rispetto all'**atteggiamento di questi soggetti di fronte al rischio.**

L'evento dannoso può essere **continuo o ripetitivo**, o essere **occasionale e raro.**

Il primo caso corrisponde ai **rischi di routine** il cui esempio tipico è la contaminazione ambientale.

Il secondo caso corrisponde ai rischi non di routine, agli incidenti e in particolare agli **incidenti rari ma molto gravi.**

Sempre rispetto al tempo, il **danno di un evento dannoso può manifestarsi immediatamente o può manifestarsi lontano nel tempo**. Possiamo avere così la categoria dei **rischi immediati** o dei **rischi differiti**. Un esempio tipico dei secondi quello dei rischi associati alle proprietà mutageniche di sostanze chimiche o radiazioni.

Il danno poi può essere "**deterministico**" o "**stocastico**". Il danno "deterministico" è il danno specifico a un soggetto **che può essere fatto risalire all'evento che l'ha causato**.

Danni "stocastici" sono quelli legati ai mali per i quali **non è possibile stabilire caso per caso una relazione causa-effetto** (. La relazione di causalità si può stabilire solo per una frazione, accertabile statisticamente, di casi. I danni connessi a **basse dosi** di radiazioni o di altri agenti tossici hanno per esempio questa natura).

Rispetto al **soggetto esposto al rischio**, possiamo distinguere rischi **individuali** e rischi **collettivi**. Spesso si fa confusione tra **rischi individuali in senso proprio**, cioè rischi percepiti e valutati con riferimento al singolo individuo, e **rischi attribuiti ad un individuo come media del rischio di una collettività**. Nei cosiddetti "obiettivi quantitativi di sicurezza" (**safety goals**) recepiti per ora da legislazioni non italiane, si usa la dizione "rischi individuali" per indicare i **rischi individuali medi, risultanti da un calcolo fatto su un rischio collettivo**.

I danni di natura stocastica possono dar luogo soltanto a rischi collettivi e a rischi individuali medi.

Rispetto all'**atteggiamento del soggetto di fronte al rischio**, una distinzione importante è quella tra **rischi volontari** e **rischi involontari**. Questa distinzione è importante per la sua connessione con i limiti di "tolleranza" (tolleranza è preferibile al termine "accettabilità").

Siccome all'origine del rischio tecnologico c'è una scelta, una decisione, possiamo far corrispondere il carattere volontario o non volontario del rischio al grado di partecipazione del soggetto alla decisione che l'ha originato.

La valutazione del rischio.

La valutazione del rischio è un processo che ha l'obiettivo di fornire una rappresentazione formale della possibilità del danno che un sistema tecnico può causare.

Il fine della valutazione è sempre in sostanza una decisione. La valutazione può avere come oggetto diverse categorie di rischio (rischi diffusi o grandi rischi, rischi immediati o rischi differiti, ecc.), e può considerare sistemi con confini diversi nello spazio e nel tempo.

La delimitazione "sistemica" del problema è importante perché fissa i metodi, i tipi di conoscenze coinvolte, il contesto decisionale.

Possiamo considerare quattro confini sistemici, contenuti l'uno nell'altro, a cui corrispondono, come si usa dire, quattro livelli di analisi di rischio.

LIVELLI DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Livello sistemico	confini spaziali	confini temporali	danno	tecniche
Livello 1	impianto	funzionamento impianto	rilascio	affidabilità FMEA HAZOP FTA ETA MARKOV GRAPH
Livello 2	area geografica	funzionamento impianto	concentrazione	modelli di diffusione e dispersione
Livello 3	area geografica con bersagli (uomo, ecosistemi) considerati individualmente	funzionamento impianto	dose assorbite dal bersaglio	modelli di circolazione, metabolismo
Livello 4	area geografica con bersagli considerati come individui e come sistemi che subiscono il danno	tempo di vita dei bersagli e generazioni future	effetti immediati o ritardati sulla funzionalità dei bersagli	modelli di vulnerabilità

Tecniche di valutazione del rischio a livello 1

La valutazione del rischio al livello 1, il livello di impianto, ha come obiettivo **la individuazione di tutti i guasti o malfunzionamenti che possono iniziare una sequenza incidentale, la valutazione della frequenza di questi guasti e delle rispettive sequenze, la valutazione della importanza delle sequenze ai fini del fenomeno dannoso finale che si intende valutare** (per esempio il rilascio di una sostanza tossica).

Le tecniche di valutazione a questo livello si distinguono in due categorie: tecniche cosiddette **'attuariali'**, basate sulla analisi statistica diretta di eventi dannosi dello stesso tipo e tecniche cosiddette **"analitiche"**, basate su modellistiche rappresentano guasti di componenti, deviazioni di variabili di processo e le concatenazioni tra di loro che possono generare gli eventi finali di interesse.

La complessità crescente di impianti e macchine, l'innovazione di prodotto e di processo, il crescente interesse per eventi rari, spesso mai verificati, hanno spinto a dare un particolare sviluppo alle tecniche analitiche.

Queste tecniche affrontano, a volte in sequenza, a volte **congiuntamente, due tipi di problemi, concettualmente diversi.**

Il primo problema consiste nella **identificazione di tutti gli eventi elementari che possono concorrere alla realizzazione dell'evento finale, dei modi con cui concorrono, delle loro dipendenze, dei loro legami causali.**

La soluzione di questo problema si appoggia sulla **decomposizione del problema principale in tanti problemi più semplici trattabili separatamente.**

I modelli utilizzati sono modelli di tipo logico: grafi, funzioni logiche, reti.

Il secondo problema consiste nella valutazione del "**grado di possibilità**".

In genere utilizzando per misurare questo grado di possibilità una probabilità, cioè un numero variabile da 0 a 1 regolato da certi assiomi.. La valutazione del grado di possibilità dell'evento finale viene fatta assegnando con tecniche statistiche o con altri criteri (giudizio di esperti) un grado di possibilità agli eventi elementari e poi componendosi, sulla base del modello indicato precedentemente.

La soluzione del primo problema, che ha aspetti prevalentemente redazionali, qualitativi, può avere un grande interesse in sè stessa. Infatti permette di approfondire la conoscenza della rete dei rapporti causali che possono generare un danno, de'insieme delle possibilità di danno, e permette già di trarre conclusioni utili sulla bontà di un impianto o macchina.

La letteratura sulle tecniche di valutazione di rischio a livello 1 è enorme in quanto si sovrappone con la letteratura sulla affidabilità dei componenti e sistemi. In fondo l'analisi di rischio a livello 1 è una particolare analisi di affidabilità, che ha come obiettivo non la funzionalità della macchina dal punto di vista produttivo, ma la funzionalità della macchina dal punto di vista della sua capacità di evitare danni.

Tecniche di valutazione del rischio a livello 2 e 3.

La valutazione del rischio a questi due livelli fa ricorso a modelli che sono specifici al **tipo di rischio**.

Se, per esempio, il "rilascio" riguarda una sostanza tossica si può ricorrere a modelli di dispersione a breve e a lunga distanza, attraverso i diversi cammini offerti dall'ecosistema. Il modo con cui la sostanza può raggiungere il bersaglio, per esempio l'uomo viene tenuto in conto da modelli di distribuzione e di comportamento di questo bersaglio nella particolare situazione geografica.

Se il "rilascio" riguarda energia (esplosione) o materiali infiammabili o esplosivi, analogamente si fa ricorso a modelli specifici, che tengono conto della possibilità di effetti "**domino**", cioè di reazioni a catena dovute alla distribuzione nel territorio di diverse agenti di rischio.

Le tecniche disponibili, per questi livelli di valutazione, sono più limitate di quelle disponibili per il livello di valutazione 1.

Questo si spiega con diverse considerazioni: il costo di sviluppo di queste tecniche non può essere giustificato da contributi alla produttività (mentre lo sviluppo delle tecniche di livello 1 può interessare la produttività).; Queste tecniche coinvolgono conoscenze sulle tecnologie ma anche sugli ecosistemi e sulla struttura sociale, cioè possono essere costruite soltanto con un lavoro multidisciplinare, lavoro particolarmente difficile nella nostra cultura; la varietà dei problemi ipotizzabile è particolarmente grande, e, nella difficoltà di scegliere, si finisce col giocare di rimessa, cioè con lo sviluppare modelli soprattutto per spiegare incidenti già avvenuti.

Val la pena di segnalare la limitatezza delle tecniche disponibili per l'analisi a livello 3 nel caso di trasporto di sostanze pericolose.

Il problema viene in genere trattato con gli stessi metodi con si tratta il rischio delle installazioni fisse. Ma se nel caso di installazioni fisse è possibile in qualche modo tipicizzare i bersagli attorno a una installazione, nel caso del trasporto il "bersaglio" è estremamente variabile.

Valutazione del rischio a livello 4

La valutazione del rischio a livello 4 viene sviluppata facendo ricorso ai cosiddetti **modelli di vulnerabilità**, di cui un esempio caratteristico sono i modelli di natura statistica che stabiliscono la relazione dose-effetto.

Infine, a livello 4 viene elaborata la sintesi della valutazione di rischio sotto forma di numeri (rischio medio) o di curve di rischio.

I modelli per passare dalle cause agli effetti ultimi, cioè i modelli di vulnerabilità, sono particolarmente sviluppati per alcuni tipi di prodotti pericolosi e per gli effetti individuali. Abbiamo dati ecotossicologici e metodi di valutazione molto sviluppati per i radionuclidi e per un grande numero di prodotti chimici (abbiamo dati per circa 3000 prodotti). Ma ci mancano dati per altri prodotti chimici (bisogna pensare che l'industria produce dell'ordine di 100.000 prodotti chimici, venduti in un milione di preparati), ci mancano dati esaurienti sugli effetti della esposizione a campi elettromagnetici con certe caratteristiche, ci mancano dati esaurienti per stabilire la risposta dose-effetto a bassissime dosi, ci mancano dati su eventuali sinergismi. Ma soprattutto ci mancano dati e modelli per valutare, al di là degli effetti individuali, gli effetti collettivi di certi impatti.

La valutazione finale del rischio viene poi espressa in genere o da una probabilità di danno (valore medio di una distribuzione statistica) o da una funzione di rischio.

Nel caso più semplice, la funzione di rischio è espressa da una distribuzione univariata di probabilità di un danno, discreta o continua. Nel caso di diversi tipi di danno si avrà una distribuzione multivariata. Nel caso di indipendenza dei danni, si avranno tante distribuzioni univariate quanti sono i tipi di danno.

La rappresentazione di tali distribuzioni è data tradizionalmente sotto forma di complemento a 1 della distribuzione cumulativa di probabilità.

Il problema della misura

Come è noto, data una realtà empirica, possiamo darne dei modelli formali numerici. Il problema della misura è quello di trovare delle regole che permettano di usare numeri per rappresentare le proprietà della realtà empirica

Il rischio è possibilità di danno; esso pone quindi un problema di misura di cose molto diverse: il "**danno**" e la "**possibilità**". Il problema della misura del danno è concettualmente il più chiaro. Esso merita però alcune precisazioni.

La soluzione più semplice per la misura è la riconduzione di un danno a un equivalente monetario.

Quando questo è possibile - e le assicurazioni hanno la funzione di estendere al massimo questa possibilità - resta ancora aperto un altro problema: quello dei **danni differiti nel tempo**. Una soluzione è l'uso di un **tasso di sconto**. Ma l'uso del tasso di sconto è molto discutibile per tempi superiori alla diecina d'anni.

In molti casi in cui non è possibile utilizzare equivalenti monetari, si possono usare però entità contabili: morti, feriti, ore lavoro perse ecc... La misura assoluta di queste entità è in genere di scarso interesse, e fuorviante; purtroppo è il tipo di misura preferito dai mass-media. Dire infatti, per esempio, che le centrali nucleari hanno causato x morti che il trasporto in motocicletta y morti, non dice granché. Ogni anno al mondo ci sono circa 100 milioni di morti!

Interessano di più misure relative: morti/km, morti/MWh, ecc...

Adottando misure relative occorre però fare attenzione al riferimento. Nel caso dell'energia. Si può esprimere il danno in morti/Mah con riferimento all'energia **offerta dall'utilizzatore** o con riferimento alla energia **primaria**, o all'energia **prodotta ai morsetti del generatore**, ecc...: i numeri cambiano e anche i risultati dei confronti possono cambiare

Una particolare attenzione va fatta alla distinzione tra **valori incrementali** di un particolare danno e i **valori assoluti o lordi**. I danni al pubblico dovuti all'inquinamento sono incrementali nel senso che si aggiungono ai danni che il pubblico subisce per altre cause. I danni devoluta a incidenti sul lavoro sono assoluti nel senso che non si aggiungono ai danni derivanti dal fatto di non lavorare. Non ha quindi senso, per esempio, nel

confronto tra energia nucleare e energia da carbone, sommare i danni dovuti all'inquinamento ambientale con i danni ricevuti dai lavoratori addetti ai rispettivi cicli energetici.

Ci sono poi casi in cui è possibile associare a un danno soltanto misure **ordinali** e non misure **cardinali**; si può cioè stabilire tra i danni soltanto una relazione d'ordine. In questi casi si possono fare corrispondere numeri ai danni, in quanto i numeri hanno una proprietà d'ordine (si pensi alla misura dei sismi nella scala Mercalli); però alcune statistiche, come per esempio la media, su tali numeri, sono prive di significato.

Infine un problema particolarmente difficile, e a soluzione non univoca, è quello della composizione di diversi danni allo scopo di ricavare un indice complessivo da utilizzare nei confronti. E' il cosiddetto problema delle **scale su grandezze multidimensionali**. Se un tipo di danno accetta per esempio una misura cardinale e un altro soltanto una misura d'ordine, la loro composizione può accettare solo misure "**sfocate o imprecise**".

L'altro termine del rischio è la **possibilità**.

La possibilità si riferisce a eventi non ancora avvenuti, che forse si realizzeranno. Lo spazio della possibile è enormemente più largo che quello della realtà.

Le possibilità non hanno tutte lo stesso grado di rilevanza: alcune sono più possibili di altre.

Il "grado di possibilità" è una qualità dell'evento possibile, che corrisponde alla distanza che gli attribuiamo dalla certezza. Se facciamo corrispondere certezza a evidenza, il grado di possibilità si può anche dire grado di evidenza di un evento.

E' interessante sottolineare che uno dei due componenti del rischio, il grado di possibilità o di evidenza o di certezza, ha

una natura logica diversa dall'altro componente, il danno. La conoscenza del danno è una conoscenza del stesso livello logico delle conoscenze della realtà empirica esterna oggetto abituale delle scienze fisiche. La conoscenza del grado di possibilità è invece una conoscenza di una conoscenza, cioè una conoscenza di livello logico diverso

La misura di evidenza (o di incertezza) più comunemente conosciuta e adottata è la **probabilità**. La probabilità è una misura -peso della evidenza che un certo evento si realizzerà - che varia da 0 a 1 e che è additiva.

Tale misura p ubbidisce agli assiomi

$$\begin{aligned} p(\text{evento certo}) &= 1 \\ p(\text{evento impossibile}) &= 0 \end{aligned}$$

Se A e B sono eventi non connessi:

$$p(A \cup B) = p(A) + p(B)$$

La probabilità additiva, come misura di incertezza, ha dominato incontrastata il campo della scienza, dalla tecnologia e dell'economia fino agli anni '80. Tutta la teoria del rischio si è sviluppata sulle fondamenta di questo tipo di misura, al punto che analisi di rischio e analisi probabilistica di rischio (**Probabilistic Risk Assessment, PRA**) sono diventati sinonimi.

Negli anni più recenti c'è stato un fiorire di studi sulla rappresentazione formale della conoscenza umana. L'interesse per questi studi è nato da una esigenza pratica connessa allo sviluppo delle tecnologie informatiche: **simulare il comportamento umano**, per prevedere il comportamento dell'uomo o per sostituire l'uomo. La rappresentazione della conoscenza umana implica anche la rappresentazione della incertezza che ne è un costituente ineliminabile. Così, negli anni più recenti, è iniziata una riflessione critica sulle misure di incertezza partendo, per esempio, da una analisi critica degli assiomi che soggiacciono alla misura di probabilità.

Uno di questi assiomi è l'assioma di **additività**. Il peso di questo assioma si intuisce pensando che, come conseguenza di questo assioma, l'assegnare la misura p alla

incertezza di un evento implica contemporaneamente l'assegnare la misura $1-p$ all'evento complementare che include tutti gli altri eventi possibili.

Per **eventi frequenti e precisi**, dei quali si ha un'esperienza multipla e che quindi vengono percepiti come un caso di una classe di eventi simili, la misura dell'incertezza è il risultato di un'esperienza ripetuta o ripetibile per la quale l'additività ha senso come condizione di coerenza. Per tali eventi, il caso particolare è percepito congiuntamente all'insieme dei casi complementari.

Ma per eventi **irripetibili o imprecisi**, il giudizio sull'evento che misura la nostra incertezza, non implica necessariamente un giudizio sull'evento complementare.

Per tener conto di queste situazioni, la riflessione critica sulle misure d'incertezza ha spinto a prendere in considerazione anche misure non additive. Sono state formalizzate diverse misure di incertezza dette "**sfocate**" o "**fuzzy**" e in particolare la misura di "**plausibilità**" che include, come caso particolare, la misura di probabilità additiva e una misura sfocata detta misura di "possibilità". Se indichiamo con g la misura di plausibilità e con p la misura di probabilità, possiamo confrontare gli assiomi e le regole di composizione delle due misure.

Assiomi:

se Ω = evento certo

$$p(\Omega) = 1 \qquad g(\Omega) = 1$$

se $A \cap B = \emptyset$

$$p(A \cup B) = p(A) + p(B) \qquad g(A \cup B) \geq \max(g(A), g(B))$$

Se la disuguaglianza si riduce alla uguaglianza la plausibilità diventa "**possibilità**".

L'uso dell'operatore \max al posto dell'operatore somma nel secondo assioma, può sembrare sorprendente a prima vista, ma dopo riflessione può apparire invece naturale, quando si tratti dell'incertezza che accompagna eventi particolari. La particolarità degli eventi consiste nel fatto di essere considerati, da chi ne valuta l'incertezza o grado di evidenza singolarmente, cioè prescindendo dall'incertezza

degli altri eventi. Questa particolarità è facilmente riscontrabile in eventi poco frequenti, particolarmente gravi e conosciuti in modo impreciso.

Quando si considerano tali eventi, si tende ad adottare una logica a soglia e non una logica additiva.

La decisione

L'analisi del rischio associato a un sistema tecnologico conduce alla determinazione della funzione rischio attraverso due passaggi successivi. Nel primo passaggio si determina la relazione binaria che lega gli eventi alle conseguenze dannose. Nel secondo passaggio viene assegnata a ciascuna possibilità una misura di incertezza, che correntemente è una misura di probabilità. Questi due passaggi implicano delle schematizzazioni e l'assunzione di misure, che sono già di per sé delle decisioni. Ma la decisione che qui vogliamo considerare è quella relativa **all'uso della funzione di rischio.**

Nel caso più semplice, la funzione rischio è espressa da una distribuzione di probabilità di una conseguenza (danno), discreta nel caso di un numero discreto di eventi, continua nel caso di un numero continuo di eventi. .

Il problema decisionale è quello di confrontare due funzioni di rischio, o di confrontare la curva di rischio con dei criteri di tollerabilità (accertabilità).

La teoria delle decisioni più diffusa e la teoria della "**utilità attesa**". Questa teoria è una teoria delle decisioni individuali, nata nel XVII secolo insieme alla formazione nel concetto di probabilità, ma particolarmente sviluppata e formalizzata in questo secolo ad opera di De Finetti, Ramsey, Savage, Von Neumann.

In base a questa teoria, fondata su un certo numero di assiomi, se si assume che la **misura della conseguenza di un evento possibile sia anche la misura della sua utilità la distribuzione è equivalente, agli effetti decisionali, al suo valore medio, detto anche valore atteso, cioè al suo baricentro.**

La definizione di rischio come "**probabilità di un evento moltiplicata per la conseguenza**" sottintende l'accettazione di questa teoria.

Nella realtà si è visto come il comportamento umano spesso non corrispondente a questa teoria. Si è anche visto come questo non sia imputabile alla "non razionalità" dell'uomo, ma piuttosto alla non aderenza alla realtà degli assiomi su cui è basata la teoria. Questa teoria è carente soprattutto riguardo rischi dovuti a eventi rari e con conseguente molto grandi .

I limiti della teoria delle decisioni della utilità attesa sono connessi ai limiti della probabilità come misura di incertezza.

Probabilità e utilità attesa sono infatti entrambi modelli adeguati per insieme di eventi frequenti, ripetuti, ben identificabili e valutabili nelle loro conseguenze per i quali sia considerata irrilevante la sequenza temporale e possano quindi essere considerati scambiabili. Sono cioè modelli adeguati per una realtà che si avvicini al gioco d'azzardo, gioco che è stato in effetto il riferimento concettuale per lo sviluppo della teoria.

CONCLUSIONI

Il rischio tecnologico è una realtà nuova con cui la società tecnologica deve fare i conti. E' una realtà di tipo sistemico che non è né facile né immediato valutare.

La scienza e la tecnologia hanno messo a punto tecniche di valutazione che per molti aspetti possono essere considerate mature, per altri aspetti hanno bisogno di essere notevolmente arricchite e migliorate.

Su molte di queste tecniche c'è un generale consenso della comunità tecnico scientifica, anche se formalismi e linguaggio possono dare l'impressione di divergenze.

Ma la metabolizzazione di queste tecniche da parte del sistema produttivo e da parte degli organi di controllo urta contro difficoltà concettuali e culturali.

La valutazione del rischio non è un algoritmo, ma è un processo conoscitivo complesso, pieno di incertezze, per cui, in generale, non ci saranno mai due risultati identici da parte di due valutatori diversi.

La valutazione del rischio suppone sempre un contesto tecnico, geografico e sociale, contesto che è spesso, imprudentemente, soltanto sottinteso.

La convergenza, il consenso, su una valutazione di rischio dipende dalla trasparenza del processo e dei metodi che l'hanno generato più che dalla precisione.

In questo senso le tecniche che mettono in luce aspetti qualitativi risultano alla fine più rilevanti di quelle che producono risultati numerici.