

LE ANALISI DI RISCHIO D'AREA, STATO DELL'ARTE, DIFFUSIONE ED UTILITÀ

Edoardo Galatola

Eidos Servizi Ambientali Padani,
Via XX Settembre 12, 26900 Lodi
E-mail eg@eidos.it

Corrado Clini

Ministero Ambiente
Direttore Servizio I.A.R.
Via della Ferratella in Laterano 33,
00184 Roma

Giorgio Macchi

ANPA
V. Vitaliano Brancati, N 48/50,
00144 Roma

Rita Caroselli

Ministero Ambiente, Servizio I.A.R.
Via della Ferratella in Laterano 33,
00184 Roma

1. PREMESSA

L'analisi del rischio industriale è nata negli anni '70 con lo scopo di aumentare la conoscenza dei processi industriali al fine di raggiungere un elevato standard di sicurezza ed individuare i provvedimenti tecnici e procedurali atti a diminuire la probabilità che si verifichino eventi indesiderati ed a ridurre l'entità delle conseguenze in caso dovessero verificarsi.

A tutt'oggi è lecito dire che tale processo conoscitivo si è radicato sia nella percezione collettiva (fors'anche in modo eccessivo in raffronto alla percezione di rischi di natura differente) sia nell'ordinamento legislativo (DPR 17 maggio 1988 n.175, Legge 19 maggio 1997 n. 137, prossimo recepimento della direttiva 96/82/CEE, per citare solo le norme principali).

Se il quadro fosse completato con il compimento degli iter istruttori ancora in corso, si potrebbe dire che stiamo per raggiungere un equilibrio tra conoscenza del rischio tecnologico, esigenza di una sua costante riduzione ed accettazione dello stesso.

Se però si intende affrontare il problema del rischio industriale non solo dal punto di vista della previsione e prevenzione, ma anche da quella di programmazione e pianificazione del territorio (come richiesto dalla Direttiva 96/82/CEE), ottimizzazione delle modalità di trasporto di merci pericolose e gestione delle emergenze, il livello di conoscenza è molto più arretrato.

Manca infatti, a tal proposito, una reale diffusione dello strumento principe, cioè l'analisi di rischio d'area, in particolar modo nelle aree ad elevata concentrazione di attività industriali (art. 4 comma 5 DPR 175/88).

Analisi di rischio d'area sono state condotte sin dalla fine degli anni '70 in Europa ed esiste una significativa esperienza anche in Italia, che non è però ancora maturata in un approccio organico e strutturato a tale problematica.

2. PANORAMICA DELLE ANALISI DI RISCHIO D'AREA SINORA EFFETTUATE^[1]

2.1. *Il progetto di Canvey Island (Gran Bretagna).*

Il progetto di Canvey Island^{[2][3]}, avviato nel 1976 e conclusosi nel 1978 con la presentazione del primo rapporto, rappresenta lo studio di riferimento in materia di rischi d'area.

Lo studio venne promosso dall'organizzazione britannica Health and Safety Executive (HSE) che, prendendo spunto dalla richiesta di autorizzazione per la costruzione di una nuova Raffineria, decise di analizzare l'area di Canvey Island, sede di una notevole concentrazione di impianti industriali ad alto rischio, e la vicina area di Thurrock nell'Essex., sulla scia dell'attenzione dall'incidente di Flixborough del 1974).

L'obiettivo fu quello di individuare il tipo di incidenti che avrebbero potuto causare danni alla popolazione residente nell'area, di valutarne la probabilità di accadimento e le eventuali conseguenze per la popolazione.

Canvey Island è situata sull'estuario del Tamigi e presentava, al momento dello studio, una popolazione di circa 30.000 abitanti (10.000 in più nel periodo turistico estivo). Sia Canvey Island che le zone limitrofe sono caratterizzate dalla presenza di grandi installazioni industriali: banchine di scarico e carico per navi da trasporto (tra cui molte di metano liquido), raffinerie, stoccaggi, sistemi di distribuzione a rischio di incidente.

2.2 Progetto pilota di Rijnmond (Paesi Bassi).

Lo studio sui rischi industriali esistenti nell'area di Rijnmond^{[4][5]} fu avviato verso la fine degli anni '70 e terminato nel 1982 da una commissione locale appositamente costituita e avente compito di supporto alle autorità locali in materia di rischio industriale per la popolazione, con il coordinamento di Cremer and Warner di Londra e la partecipazione di Battelle Institut di Francoforte (Main).

L'area in esame si estende da Rotterdam fino al Mare del Nord per un totale di circa 600 km quadrati nella quale, al tempo dello studio, vivevano un milione di persone.

Il progetto mirava alla valutazione del rischio, sia per il personale che per la popolazione locale, derivante da sei potenziali sorgenti di rischio di origine industriale (nel settore petrolifero o petrolchimico) presenti nell'area di Rijnmond: cinque depositi di sostanze tossiche/infiammabili (acrilonitrile, ammoniaca liquida, cloro liquido, gas naturale liquido e propilene) e una parte di un impianto chimico di processo (uno "stripper", o deassorbitore, di dietanolamina).

Lo studio si è configurato come uno studio pilota da cui far scaturire metodologie e procedure da applicare su più larga scala.

2.3 Il progetto ARIPAR.

Il progetto pilota ARIPAR^[6] (Analisi e controllo dei Rischi Industriali e Portuali nell'Area di Ravenna) è stato promosso dal Dipartimento Italiano della Protezione Civile e dalla Regione Emilia-Romagna (in accordo con la Provincia e il Comune di Ravenna), avviato nel 1987 e concluso nel 1992 con la pubblicazione del rapporto finale. La conduzione del progetto è stata affidata ad un gruppo di lavoro appositamente creato e costituito da esperti designati dai Ministeri interessati, dagli Enti Regionali e Locali, dagli Enti territoriali, nazionali e comunitari aventi competenze in materia di sicurezza, dalle Associazioni imprenditoriali, dai Sindacati e dalle Università

Lo studio ha per oggetto il rischio di incidenti rilevanti nell'area industriale di Ravenna e si caratterizza, rispetto ai pochi precedenti studi sul rischio d'area, per il numero e la tipologia delle sorgenti di rischio considerate e soprattutto per l'elaborazione di un modello di ricomposizione del rischio d'area a partire dall'analisi di rischio delle singole sorgenti.

Lo studio si proponeva di

- suggerire interventi prioritari per attenuare le conseguenze di eventuali incidenti;
- pianificare lo sviluppo urbano tenendo in considerazione il rischio di incidenti rilevanti;
- pianificare miglioramenti delle infrastrutture relative al trasporto (navale, ferroviario, stradale e in condotte) per diminuire i possibili rischi di incidente;
- valutare la compatibilità di nuovi sviluppi di attività industriali con l'attuale utilizzo del territorio.

2.4 Il progetto ARTIS.

Il progetto ARTIS^{[7][8]} (Analisi dei Rischi per Trieste nell'Industria e nei Servizi) è stato promosso nel 1990 dalla Regione Friuli Venezia Giulia e si è concluso all'inizio dell'anno successivo.

Allo studio hanno partecipato numerose istituzioni e associazioni: gli Enti locali e nazionali interessati (USL, Vigili del Fuoco, ecc.), associazioni ambientaliste, rappresentanti delle associazioni industriali e dei sindacati. La conduzione del progetto è stata affidata alla società Eidos di Lodi.

Lo studio è teso a valutare i rischi per la popolazione derivanti da incendi, esplosioni e fumi tossici causati da attività industriali esistenti o proposte (ivi incluso il trasporto di sostanze pericolose) interessanti l'area industriale e portuale della città di Trieste.

L'obiettivo finale della quantificazione del rischio è stato quello di fornire, tramite l'adozione di soglie di accettabilità/inaccettabilità del rischio, gli elementi necessari per il successivo processo decisionale e autorizzativo.

La Regione Friuli Venezia Giulia ha inoltre dato incarico alla società Eidos di effettuare una ricerca (denominata ARTIS 2) mirata alla determinazione del flusso massimo di trasporto di G.P.L. compatibile con la rete stradale di Trieste, in maniera tale da soddisfare i requisiti di sicurezza per la popolazione stabiliti dalla Regione stessa.

Lo studio, oltre a determinare il quantitativo massimo di G.P.L. trasportabile nella situazione attuale come anche in quella futura, ha identificato come soluzione ottimale nell'ottica della sicurezza l'utilizzazione del ventaglio di possibilità di movimentazione offerto dalle infrastrutture triestine (strada, ferrovia e porto), attribuendo a ciascuna un carico compatibile con le proprie caratteristiche.

Per verificare l'efficacia di tale soluzione ed essendo intervenute variazioni significative nelle ipotesi della distribuzione delle sorgenti di rischio per la popolazione, si è provveduto a ricalcolare i rischi individuali nell'area e si è constatato che è stato raggiunto l'obiettivo prefissato di mantenere il rischio individuale al di sotto del valore limite.

2.5 Il lavoro di "Analisi dei rischi industriali nel polo chimico dell'Isola Bergamasca".

Il progetto^[10] è stato finalizzato alla realizzazione di strumenti di gestione territoriale e di pianificazione delle emergenze, avviato nel 1991 e concluso nel 1994. La conduzione del progetto è stata affidata alla Società Syreco di Gavirate (Va), alla quale è stato però affiancato un gruppo di lavoro appositamente creato e costituito da esperti designati da diversi Enti presenti nell'area (Comuni, USSL 28, Sindacati, Unione Industriali Provincia di Bergamo)

L'area di studio è stata estesa fino a comprendere un intero comprensorio industriale omogeneo (chimico), tra i più importanti della Lombardia, nel quale sono insediate una quindicina di industrie di varie dimensioni e con diverse attività produttive (prevalentemente chimiche).

Gli obiettivi perseguiti nell'analisi del Polo chimico dell'Isola sono stati i seguenti:

- individuare, tramite le analisi di sicurezza degli insediamenti industriali dell'area, gli eventuali punti critici e le misure preventive e protettive più idonee per elevare il grado di sicurezza nei confronti delle persone, dell'ambiente e delle strutture;
- elaborare i rapporti di sicurezza per le attività industriali soggette ai requisiti del D.P.R. 175/88,
- organizzare i dati e le informazioni ricavate dallo studio in maniera tale che questi costituiscano un valido supporto alla eventuale elaborazione di un Piano di Emergenza Esterna per il Polo chimico dell'Isola;
- disporre di uno strumento decisionale di riferimento per una valutazione complessiva del rischio industriale d'area.

È stato predisposto uno strumento informatico di raccolta, elaborazione ed aggiornamento delle informazioni contenute nei rapporti di sicurezza che fosse di ausilio alla autorità pubblica ed agli Enti preposti per l'esame delle pratiche autorizzative e per i compiti specifici di verifica e controllo.

2.6 Studio sulla sicurezza del Canale Industriale del Porto di Livorno

Questo studio^[11], sviluppato da STA srl Pisa ed Università di Pisa si è interessato del problema della sicurezza del Porto di Livorno in relazione alla movimentazione di GPL, prodotti petroliferi e chimici diretti nel Canale Industriale. In tale ambito, particolare attenzione viene riservata ai seguenti aspetti:

- sicurezza complessiva dell'Area Portuale, collegata al trasporto, di merci dirette al Canale Industriale ed agli effetti che il sistema dei trasporti può produrre sugli insediamenti produttivi e sulle popolazioni di quartieri vicini
- sicurezza degli attracchi e della navigazione nel Canale Industriale
- sicurezza della movimentazione di merci pericolose

L'area interessata alla navigazione presa in esame è quella che comprende, oltre il Canale Industriale, il Bacino di Evoluzione.

Il lavoro raccoglie e riassume gli studi^[12] elaborati da Eidos Lodi, per conto di Costiero Gas Livorno ed AgipPlas, e da Plannings Padova, per conto di Deposito Costiero, D'Alesio e DOC, sui rischi connessi alla movimentazione di infiammabili e, quindi, di navi gasiere, benzinieri, petroliere, chimichiere nel Canale Industriale del Porto di Livorno.

Gli studi descrivono il sito oggetto delle analisi, riportano i risultati di censimenti sulla movimentazione di navi e di merci, procedono all'identificazione degli incidenti credibili ed alla valutazione delle relative conseguenze e frequenze di accadimento.

I rapporti utilizzano metodologie consolidate nelle analisi di sicurezza quali:

- indagine storica, di incidenti verificatisi in circostanze simili a quelle oggetto degli studi per una prima identificazione degli eventi critici ed una prima stima delle frequenze attese di incidente
- elaborazione mediante modelli matematici probabilistici per il calcolo più accurato delle frequenze di incidente
- valutazione delle conseguenze mediante modelli di simulazione dei fenomeni incidentali
- analisi delle installazioni o dei sistemi oggetto di studio.

Eidos, inoltre, ha esteso la valutazione delle conseguenze fino al calcolo dei rischi per la popolazione, per i lavoratori e per i passeggeri delle navi.

3. DEFINIZIONI

Per approfondire i contenuti delle analisi di rischio d'area occorre innanzitutto procedere alla definizione dei concetti di rischio individuale e di rischio sociale.

Gli eventi pericolosi, infatti, possono manifestare il loro effetto in un modo duplice:

- provocando danni ai singoli individui presenti nell'area di influenza
- dando origine a catastrofi che per la loro rilevanza interessano l'intera società

I rischi calcolati appartengono, pertanto, a due distinte categorie:

- rischi individuali
- rischi sociali

3.1 *Rischio individuale*

Per Rischio Individuale si intende la probabilità annua che un individuo subisca un certo livello di danno, a seguito di un determinato incidente.

Ove si faccia riferimento a quello che è normalmente considerato come il più grave livello di danno (perdita della vita), il rischio individuale può essere esplicitato come "la probabilità annua che ha un individuo di perdere la vita a seguito di un determinato incidente".

Ad esempio, la probabilità annua di un cittadino di perdere la vita in un incidente stradale è all'incirca di 1 su 10000, ovvero un qualunque cittadino ha una probabilità su 10000 di rimanere vittima di un incidente stradale, durante ciascun anno della sua vita.

Si noti che il valore precedente è ottenuto semplicemente dividendo il numero di vittime della strada in un determinato anno per la popolazione dello stato, nello stesso anno.

Nel calcolo non si è tenuto conto che alcuni cittadini viaggiano pochissimo o non viaggiano affatto (ad esempio i neonati o i ricoverati nelle case di cura), mentre altri viaggiano in continuazione (ad esempio gli autisti di autobus o i commessi viaggiatori); non si è tenuto conto, in altre parole, che il rischio individuale può essere grandemente differente per i diversi gruppi sociali, poiché assai differente è la loro esposizione al rischio (cioè il tempo effettivo in cui sono esposti ad un determinato rischio).

Grande attenzione deve quindi essere rivolta a calcolare il rischio individuale per individui appartenenti a gruppi di caratteristiche omogenee; in particolare è importante fare riferimento a insiemi di individui che siano esposti ad un determinato rischio per la stessa durata annua.

La durata di esposizione al rischio può, inoltre, variare da 24 ore a poche ore al giorno.

Analoghe precauzioni devono essere assunte nella scelta di un insieme di individui che presentino la medesima vulnerabilità all'evento rischioso, che, cioè dispongano delle stesse difese e reagiscano in modo analogo alle sollecitazioni fisiche causate dall'incidente.

Si pensi, ad esempio, agli effetti assai diversi che il rilascio di una sostanza tossica può avere sul lavoratore di una installazione pericolosa (presumibilmente in buono stato di salute, di età compresa nella fascia media, dotato di presidi di sicurezza) e su un cittadino residente all'esterno della stessa (che potrebbe essere una persona anziana o malata, con poca o nessuna dimestichezza con una emergenza tossica, senza maschere protettive).

Parlando di rischio individuale si farà perciò riferimento ad un cittadino, di media costituzione fisica, in buono stato di salute, sprovvisto di particolari presidi di sicurezza e presente nell'area a rischio per l'intera giornata.

Con le premesse citate e ove usati correttamente, gli indici di rischio individuale sono uno strumento fondamentale per esprimere giudizi sulla accettabilità delle installazioni pericolose.

Essi, infatti, permettono di:

- operare confronti tra i rischi di natura non industriale già presenti nell'area di studio e quelli introdotti dalle installazioni pericolose;
- operare confronti tra i rischi derivanti da attività liberamente scelte e quelli imposti all'individuo da attività da cui lo stesso non ricava beneficio diretto;
- valutare il contributo di ogni singola installazione nell'alterare le condizioni di sicurezza dei cittadini;
- produrre le mappe della distribuzione dei rischi individuali sul territorio, evidenziando le aree idonee alle varie finalità d'uso.

In Figura 1 è riportato un esempio di rappresentazione delle curve di isorischio calcolate nel comune di Ravenna nel progetto ARIPAR (classi di rischio comprese tra 10^{-8} per la curva più esterna e 10^{-4} per quella più interna).

In termini di rischio "matematico" (numero di vittime nell'unità di tempo) l'evento a. è senza dubbio più grave. Tuttavia il rilievo che allo stesso viene dato dai mass media non supera l'ambito locale e l'impatto emotivo sulle persone non direttamente coinvolte è modestissimo.

Al contrario l'evento b. occupa i mass media a livello mondiale e provoca un rilevante impatto emotivo a livello nazionale.

Se esaminiamo ora la problematica degli incidenti di origine industriale, gli stessi possono essere suddivisi in

- incidenti frequenti con conseguenze numericamente modeste (tipicamente: incidenti sul lavoro che interessano un solo individuo o pochi individui)
- incidenti rari con conseguenze numericamente importanti (grandi rischi industriali)

Gli incidenti sul lavoro provocano un danno globale di assoluto rilievo (in Italia più di 5 vittime/giorno), ma la percezione sociale degli stessi non si discosta molto dalla percezione degli incidenti stradali. D'altra parte un singolo incidente con 10 vittime (evento assai raro nello scenario nazionale) provoca una emozione sociale di gran lunga superiore a quella generata da 10 incidenti ciascuno con una vittima (che si verificano quotidianamente in Italia).

Da un punto di vista puramente matematico il Rischio potrebbe essere calcolato dal prodotto Frequenza per Conseguenze; così, ad esempio, un evento con frequenza pari a 100 occasioni/anno e conseguenze pari a 1 vittima, potrebbe essere contrassegnato da un livello di rischio pari a $R = F * C = 100 * 1 = 100$ vittime/anno.

In modo analogo un evento con frequenza pari a 1 occasione/anno e conseguenze pari a 100 vittime, avrebbe anch'esso un rischio pari a 100 vittime/anno.

Tuttavia i due eventi citati sono interpretati dalla opinione pubblica in modo radicalmente differente, poiché, in realtà i due fattori Frequenza e Conseguenze non sono percepiti "linearmente" ed al fattore Conseguenze è annessa una importanza maggiore che al fattore Frequenza.

Questa importanza annessa al fattore Conseguenze è tanto maggiore quanto maggiore è il valore assoluto delle conseguenze stesse o, in termini matematici, l'importanza del fattore C cresce esponenzialmente.

Da quanto sopra deriva che la rappresentazione sociale dei rischi non può essere realizzata mediante un calcolo puntuale (ad esempio il semplice prodotto $F * C$), ma attraverso una funzione matematica più complessa, che lega la frequenza degli eventi alle conseguenze attese.

Occorre inoltre tenere conto che, data una certa installazione industriale, la stessa può dare origine ad una serie di "n" diverse ipotesi incidentali, ciascuna contrassegnata dalla sua frequenza attesa F_i e che, data una certa ipotesi incidentale (ad esempio un rilascio di gas tossico a causa di fessurazione delle tubazioni), le sue conseguenze in termine di danno possono essere assai diverse, in funzione dello specifico scenario al momento dell'incidente stesso. Ne consegue che ad ognuna delle "n" ipotesi incidentali identificate con l'analisi dei rischi possono associarsi "m" conseguenze diverse, ottenendo una serie di coppie di valori $F_i, C_{i,k}$.

Ove si valutino le conseguenze come numero di vittime, il Rischio Sociale può essere definito come la relazione esistente tra la frequenza ed il numero di vittime provocato in una determinata popolazione dagli eventi pericolosi aventi origine da una determinata installazione industriale o sistema di trasporto.

La rappresentazione matematica normalmente utilizzata per il rischio sociale è ottenuta mediante diagrammi F-N, cioè diagrammi rappresentanti la frequenza F di eventi che provocano un numero di vittime superiore a N.

L'interpretazione di questi diagrammi consente di prevedere la probabilità che una certa installazione dia luogo ad una catastrofe socialmente rilevante.

In Figura 2 è riportato un esempio di diagramma F-N.

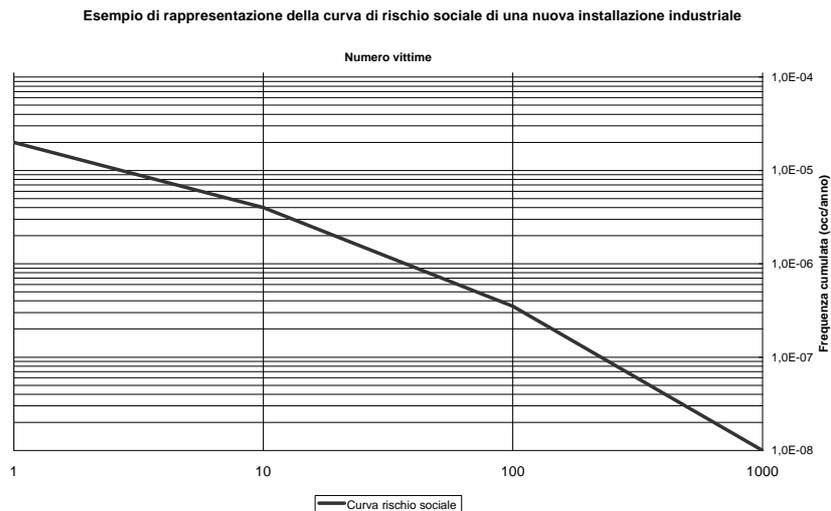


Figura 2 esempio di curva di rischio sociale per un nuovo insediamento industriale

4. METODOLOGIE UTILIZZATE E RELATIVA CRITICITÀ

Per condurre un'analisi di rischio d'area occorre:

1. Identificare l'area oggetto dello studio
2. Definire anticipatamente la metodologia che verrà seguita
3. Individuare i soggetti esposti e vulnerabili
4. Identificare tutte le possibili fonti di rischio e valutare gli eventi incidentali credibili
5. Determinare la frequenza di accadimento attesa degli eventi
6. Valutare la gravità delle conseguenze
7. Individuare i principali effetti domino e rivalutare i passi precedenti
8. Calcolare la probabilità di letalità
9. Ricomporre i dati raccolti e calcolare rischio individuale e sociale

Il procedimento deve essere iterato più volte in caso:

- siano presenti progetti di nuove attività
- siano possibili più alternative
- alcune attività non risultino accettabili ed occorre proporre interventi per adeguarle

4.1 Identificazione dell'area oggetto dello studio

L'identificazione dell'area oggetto dello studio può risultare critica in rapporto alla effettiva volontà politica di procedere all'analisi di rischio d'area e ad accettarne i risultati.

Risulta evidente che l'analisi debba comprendere l'area industriale in esame; occorre però valutare fin dove estendere lo studio ad aree abitative, artigianali, rurali limitrofe, e identificare anche i limiti di batteria per lo studio del trasporto delle sostanze pericolose.

Ove l'area di effettivo interesse non sia comunque più vasta per ragioni tecniche obiettive, è opportuno, in generale, analizzare un'area omogenea per facilitare la raccolta dei dati e per poter prendere eventuali decisioni conseguenti in modo uniforme; è possibile quindi ipotizzare di estendere lo studio almeno ai confini comunali oppure all'ambito portuale (referente autorità portuale).

4.2 Definizione anticipata della metodologia che verrà seguita

Questo aspetto ha maggiore rilevanza di quanto non sembri di primo acchito.

Infatti da una impostazione corretta iniziale deriva l'autorevolezza per poter richiedere interventi migliorativi alle attività analizzate o, viceversa, per poter consapevolmente rispondere alle preoccupazioni della comunità locale accettando attività che risultino rispondenti ai criteri definiti all'inizio dello studio.

Poiché un criterio di accettabilità viene sempre utilizzato in qualsiasi processo decisionale (in modo esplicito, come sarà descritto nel paragrafo seguente, oppure implicito), è bene indicare il criterio seguito sin dall'inizio, onde evitare da un lato che le aziende/attività produttive possano non accettare le richieste di interventi che scaturiscano dal mancato rispetto di tale criterio, ma dall'altro (e soprattutto) che si finisca per non credere all'analisi di rischio d'area quando le aziende analizzate si dimostrino compatibili con il territorio circostante.

Purtroppo l'esperienza insegna che strumenti di pianificazione di questo tipo vengono utilizzati quando occorre dare risposte negative, ma vengono abbandonati se le risposte da dare sono affermative.

4.3 Individuazione dei soggetti esposti e vulnerabili

Le analisi di rischio d'area potrebbero essere estese a diversi target vulnerabili: le persone, gli animali, le cose, l'ambiente, etc., ma vengono generalmente dirette (complice una forte visione antropocentrica del mondo) esclusivamente alla vulnerabilità delle persone.

Occorre pertanto individuare aree a densità abitativa uniforme e per ognuna di esse determinare la densità abitativa media. I problemi nascono dalle disuniformità esistenti, quali ad es.:

- variazione di distribuzione giornaliera (orario lavorativo e non lavorativo)
- variazione stagionale (residenti, turisti, etc.)
- concentrazioni temporanee (ad es. in centri sportivi)
- densità di traffico (strada, ferrovia, nave)

È possibile comunque effettuare ragionevoli stime senza perdere qualità nel risultato finale.

La determinazione del fattore di esposizione per ogni area a densità uniforme permette di definire l'aliquota della popolazione effettivamente esposta a rischio di danno e tiene conto del fatto che una parte della popolazione presente si sottrae all'esposizione (ad esempio perché si trova ai piani alti delle costruzioni e l'incidente ha comportato il rilascio di un gas pesante).

Occorre inoltre individuare punti singolari di maggiore vulnerabilità quali scuole, ospedali, centri commerciali, impianti sportivi, etc.

4.4 Identificazione delle possibili fonti di rischio

L'identificazione delle possibili fonti di rischio è ovviamente il passo più critico dell'intera analisi.

Una fonte di rischio è generalmente legata alla presenza di sostanze pericolose in quantità significative.

L'applicazione della normativa sui rischi di incidenti rilevanti, che si preoccupa per l'appunto di regolamentare chi utilizza sostanze pericolose, dovrebbe rendere disponibili le seguenti informazioni:

- Identificazione delle attività produttive che per la presenza di sostanze pericolose possono ingenerare situazioni incidentali

- Individuazione degli eventi incidentali credibili da parte delle aziende interessate
- Individuazione delle frequenze e delle conseguenze per ogni ipotesi incidentale da parte delle aziende interessate
- Verifica delle ipotesi incidentali con individuazione delle frequenze e conseguenze a fine istruttoria da parte dell'autorità preposta all'iter autorizzativo (VVF o Regione)
- Individuazione delle aree di danno massimo da parte di chi è incaricato a gestire le emergenze (Prefetture) con strumenti di analisi semplificata (metodo speditivo)

In realtà la situazione è più complessa. I dati suelencati sono presenti, infatti, in modo piuttosto disuniforme, tenendo conto che:

- le aziende hanno presentato le informazioni richieste sulle ipotesi incidentali in modo molto differenziato ed in genere con un dettaglio inversamente proporzionale alle verifiche delle autorità di controllo
- le istruttorie, sia per quanto riguarda le notifiche (CTR Vigili del Fuoco) sia per le dichiarazioni (Regioni) sono ben lungi da essere ultimate a dieci anni dall'entrata in vigore della normativa vigente
- i piani di emergenza, nella quasi totalità provvisori, non sono ancora ultimati e comunque riguardano le sole aziende a notifica.

A questa situazione occorre aggiungere che alcune tipologie di aziende presentano rischi senza ricadere nel campo di applicazione del DPR 175/88 (ad es. silo di polveri alimentari, depositi combustibili, etc.) e che il trasporto di sostanze pericolose non è regolamentato dalla normativa sui rischi di incidenti rilevanti.

Per quanto riguarda il trasporto è possibile sintetizzare i dati che occorre raccogliere nella tabella seguente

Traffico navale	<ul style="list-style-type: none"> • Numero navi arrivate, passeggeri imbarcati e sbarcati, merci imbarcate e sbarcate negli ultimi anni • Numero navi arrivate suddivise per: tipologia (Navi passeggeri, cisterna, gasiere, rinfuse secche, etc.) • Dimensioni (stazza, lunghezza, larghezza, pescaggio) • Passeggeri e autoveicoli al seguito imbarcati e sbarcati • Quantitativi (tonnellate) delle merci imbarcate e sbarcate suddivise per prodotti pericolosi (Allegati II e III del DPR 175/88) e non pericolosi • Punti di accosto (pontile, banchina, campo boe)
Traffico stradale	<ul style="list-style-type: none"> • Numero degli autoveicoli commerciali entrati ed usciti dall'area in esame • Distribuzione per tipologia del mezzo (motrice, motrice+rimorchio, autoarticolato) e tipologia del trasporto (cisterne, cassone, pianale, bombole) • Quantitativi di merci trasportate (in entrata e uscita) con specificazione delle sostanze di cui agli Allegati II e III del DPR 175/88 e stato fisico del prodotto • Diretrici di transito • Densità del traffico
Traffico ferroviario	<ul style="list-style-type: none"> • Numero dei convogli e dei carri ferroviari entrati ed usciti dall'area in esame • Distribuzione dei convogli e dei carri ferroviari per tipologia del carro (cisterne, container, bombole, etc.) • Quantitativi di merci trasportate (in entrata e uscita) con specificazione delle sostanze di cui agli Allegati II e III del DPR 175/88 e stato fisico del prodotto • Diretrici di transito • Densità del traffico

Trasporto per Condotta	<ul style="list-style-type: none"> • Sostanze movimentate (con riferimento agli Allegati II e III di cui al DPR 175/88) • Destinazione e lunghezza condotta fino alla destinazione, lunghezza fino alla prima valvola di intercettazione • Pressione di pompaggio, Diametro nominale, portata
------------------------	--

Tabella 1 Elenco delle informazioni da raccogliere per il trasporto di sostanze pericolose

4.5 Determinazione della frequenza di accadimento attesa degli eventi

Questa fase è forse la più onerosa dell'intero studio.

Come detto al punto precedente le informazioni dovrebbero essere fornite dalle aziende e verificate nel corso dell'istruttoria.

In realtà l'analisi probabilistica è spesso carente e, nella grande maggioranza degli studi di sicurezza delle aziende in Dichiarazione, è svolta in modo qualitativo e superficiale.

Per le aziende che non rientrano nel DPR 175/88 e per i rischi derivanti dal trasporto l'analisi, inoltre, deve essere sviluppata ex-novo.

Per quanto riguarda il trasporto il problema non è critico, dato che sono ormai consolidate tecniche di tipo parametrizzato, mentre i dati sui tassi di incidentalità possono essere rintracciati o quantomeno estrapolati da informazioni di tipo statistico.

Per quanto riguarda invece i dati probabilistici di eventi incidentali in processi produttivi le scelte possibili sono le seguenti:

- richiedere alle aziende coinvolte nello studio di rischio d'area di fornire direttamente i dati sulle frequenze degli eventi incidentali
- utilizzare metodi indicizzati (il metodo speditivo è mutuato da un rapporto edito da UNEP ed IAEA^[13] che permette la determinazione indicizzata delle probabilità di uno specifico evento)
- calcolare le frequenze da dati storici oppure determinarle con metodologie semplificate (nello studio ARTIS è stata proposta una metodologia definita Cause-Barriera-Effetto che permetteva la parametrizzazione dei dati probabilistici)^[7]
- analizzare direttamente le attività produttive interessate con metodologie consolidate quali HAZOP (Hazard Operability studies), FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), Alberi dei guasti ed alberi degli eventi.

È evidente che ognuna delle precedenti ipotesi comporta differenti risultati sia in termini di precisione che in termini di impegno lavorativo, per cui una scelta deve essere valutata caso per caso.

Ciò ha particolare rilevanza in quanto una delle maggiori critiche all'utilizzo dell'analisi dei rischi d'area nei processi decisionali è quella della scarsa attendibilità dei dati probabilistici.

È infatti vero che è praticamente impossibile avere dati affidabilistici specifici per la realtà industriale in esame, ma è anche vero che l'ordine di grandezza di una frequenza incidentale è dato principalmente dal numero di eventi indipendenti necessari perché possa realizzarsi e dal numero di barriere di contenimento indipendenti che devono essere superate per avere effetti significativi.

Se poi l'analisi probabilistica è condotta in modo uniforme in tutto lo studio, i dati saranno comunque confrontabili tra di loro e l'errore assoluto, anche se fosse significativo in termini assoluti, risulterà comunque scarsamente influente sulle valutazioni comparative alla base dei processi decisionali.

L'analisi probabilistica quantificata è comunque necessaria per poter giungere al calcolo del rischio individuale e sociale e poter disporre di dati univoci ed omogenei per una valutazione obiettiva della situazione nel suo complesso.

La raccolta di dati meteorologici, infine, è importante essenzialmente per l'analisi di eventi incidentali coinvolgenti sostanze tossiche e volatili ed è abbastanza agevole. È sufficiente raccogliere informazioni medie relative alla distribuzione percentuale dei venti per settore, alla velocità ed alla classe di stabilità atmosferica.

4.6 Valutazione della gravità delle conseguenze

Per valutare la gravità delle conseguenze è possibile rifarsi, come detto precedentemente, ai calcoli delle aziende, a quelli dell'istruttore oppure a quelli del gestore emergenze.

Anche in assenza di questi dati è quindi possibile determinare facilmente ed in modo abbastanza standardizzato le aree di impatto.

È importante individuare le soglie a cui corrispondono effetti di elevata probabilità di letalità e danni gravi.

Ad es. dalle linee guida del Dipartimento della protezione Civile^[14] si ricava

Fenomeno fisico	Zone ed effetti caratteristici	
	1 Elevata prob. di letalità	2 Danni gravi a pop. sana
Esplosioni	0.6 bar	0.07 bar
Incendi	12.5 kW/m ²	5 kW/m ²
Nubi vapori infiammabili	LFL	0.5 LFL
Nubi vapori tossici	LC50	IDLH

Tabella 2 definizione di zone di primo e secondo livello

In funzione delle tipologie delle conseguenze è possibile determinare i fattori di fuga, ovvero l'aliquota della popolazione che si ritiene possa fuggire in tempo.

4.7 Individuazione dei principali effetti domino e rivalutazione dei passi precedenti

Gli effetti domino possono ampliare notevolmente l'entità delle conseguenze di uno specifico evento incidentale. Il calcolo da parte delle singole realtà industriali possono risultare difficoltosi poiché in genere l'azienda non dispone delle informazioni relative alle realtà industriali limitrofe, mentre nell'analisi di rischio d'area queste informazioni sono tutte presenti.

Nell'individuazione degli effetti domino diventano importanti essenzialmente gli effetti di danno alle strutture per sovrappressione o irraggiamento che, prendendo a riferimento il D.M. 15 maggio 1996, risultano essere rispettivamente 0.3 bar e 12.5 kW/m²

4.8 Calcolo della probabilità di letalità

Una volta ottenute le aree di danno occorre calcolare la probabilità di letalità e ferimento.

La fenomenologia dei danni è di tipo statistico, in quanto per un determinato campo di effetti chimico-fisici non tutti gli individui esposti riceveranno lo stesso danno, vuoi per una diversa vulnerabilità degli individui stessi (età, mobilità, malattie), vuoi per condizioni esterne casuali (es. direzione frammenti emessi).

La metodologia di calcolo è parimenti di tipo statistico, per cui dato un campo di effetti chimico-fisici si ottiene una probabilità di danno. Il modello matematico generalmente utilizzato è la funzione di probit (probability unit), intesa come variabile casuale a distribuzione gaussiana con valore medio 5 e varianza 1 che assume il valore mediano (50° percentile) dell'effetto in studio.

Le equazioni di Probit hanno la forma:

$$Y = K_1 + k_2 x \ln(E^n)$$

dove:

k_1, k_2 costanti caratteristiche
 E effetti chimico-fisici dell'evento

La funzione probit Y è legata alla probabilità P dalla relazione:

$$P = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{Y-5} \exp\left[-\frac{u^2}{2}\right] du$$

In pratica è possibile ipotizzare la durata di esposizione in funzione della tipologia incidentale e individuare delle soglie oltre cui si ha una probabilità data di letalità o ferimento, senza dovere ogni volta risolvere le equazioni precedenti.

Ad es. in caso di esposizione a radiazioni le probabilità di danno possono essere assunte come segue

Probabilità	Letalità kW/m ²	Ferimento (ustioni) kW/m ²
1%	7.2	3.0
50%	14	5.3
99%	28	9.6

Analogamente per quanto riguarda l'esposizione a sovrappressioni

Probabilità	Letalità Bar	Ferimento Bar
1%	0.12	0.04
50%	0.27	0.07
99%	0.43	0.13

In alcuni casi, particolarmente per esposizione a sostanze tossiche, non si dispone di modelli di danno di tipo statistico; in questi casi una sufficiente approssimazione è comunque raggiungibile con un più semplice modello a soglia, per il quale è abbastanza agevole disporre di un parametro di riferimento (generalmente LC50 o IDLH).

4.9 Ricomposizione dei dati raccolti e calcolo del rischio individuale e sociale

Una volta ottenuto l'insieme di coppie danno – frequenza è possibile procedere a calcolare i valori di rischio sociale ed individuale e, se qualche dato risulta superare i limiti prefissati, individuare i provvedimenti necessari per ridurre il rischio specifico.

A titolo di esempio si riportano i passi da seguire per il calcolo del rischio generato dal trasporto stradale di una sostanza pericolosa con il programma TRANSIT (Eidos). Occorre determinare:

- frequenza incidentale Δ per km percorso (occ/km)
- lunghezza L della tratta di percorso (km)
- numero N dei transiti nella tratta (occ/y)
- probabilità PJ(J) delle condizioni meteorologiche J lungo la tratta di percorso di interesse (-)
- probabilità PK(K) di una perdita di contenimento di tipo K, dato un incidente (-) (da K=1 fessurazione del contenitore a k=3 collasso totale del contenitore)

- probabilità $P_W(W)$ che lo scenario incidentale sia di tipo W , dato un incidente (da $W=1$ zona rurale a $W=3$ zona urbana)
- Calcolare la frequenza incidentale data dall'equazione matriciale

$$F(J, K, W) = \Lambda L N P_J(J) P_K(K) P_W(W)$$

dove $F(J,K,W)$ rappresenta la frequenza attesa di un incidente occorrente in condizioni meteorologiche J , comportante un danno al recipiente di tipo K , quando lo scenario circostante è di tipo W .

A questo punto occorre determinare i valori di frequenza attesa per i vari tipi di incidenti nei vari scenari di interesse.

Dato un incidente di tipo i , la magnitudo delle conseguenze attese M_i è funzione della estensione dell'area danneggiata e della popolazione esposta.

È possibile definire tre livelli caratteristici di impatto $I(I)$ (da irritazione a letalità). Determinare

- L'area $A(I,J,K)$ esposta a impatti superiori a $I(I)$ a seguito di rilascio di tipo K , avvenuto in categoria di stabilità J
- La densità abitativa media $D_W(W)$ in un'area di tipo W
- Il fattore di esposizione medio $FAT(W)$ in area di tipo W
- Il fattore di fuga $FUG(K)$, dato un rilascio di tipo K

Il numero di persone $N(I,J,K,W)$ esposte a impatto superiore a $I(I)$, in condizioni meteorologiche J , a seguito di rilascio per cedimento di tipo K , in scenario di tipo W

$$N(I, J, K, W) = A(I, J, K) D_W(W) FAT(W) (1 - FUG(J))$$

Ove si voglia, come nel caso in esame, valutare il rischio di danni alle persone è evidente che la magnitudo delle conseguenze M_i è misurabile dall'insieme dei valori della matrice quadridimensionale $N(I,J,K,W)$ che rappresenta il numero probabile di soggetti irritati, feriti ed uccisi nelle varie ipotesi incidentali.

Il rischio è una funzione delle frequenze incidentali probabili e del numero di persone coinvolte. Le frequenze incidentali dei vari tipi sono state sopra definite come $F(J,K,W)$, il numero di persone colpite è stato definito come $N(I,J,K,W)$; ne consegue che il rischio è esprimibile come

$$R(I, J, K, W) = N(I, J, K, W) \times F(J, K, W)$$

ovvero in forma esplicita il rischio $R(I,J,K,W)$ di danni di tipo I , in condizioni meteorologiche J , a seguito di danno al contenitore di tipo K in uno scenario di tipo W .

$$R(I, J, K, W) = A(I, J, K) D_W(W) FAT(W) (1 - FUG(J)) \times \Lambda L N P_J(J) P_K(K) P_W(W)$$

5. ACCETTABILITÀ DEL RISCHIO

Si è detto al punto 4.2 che un criterio di accettabilità implicito od esplicito viene sempre adottato, qualsiasi sia la decisione che debba essere presa.

Nel seguito si presentano delle considerazioni che indicano come sia possibile giungere all'adozione di criteri di accettabilità espliciti nel campo del rischio tecnologico.

Risulta ovvio che le considerazioni che verranno proposte ai punti 5.1 e 5.2 sono preliminari, necessitando l'attivazione di un processo decisionale in merito che dovrà essere condotto nelle sedi opportune, e quindi non rappresentano l'espressione di una posizione ufficiale, ma vogliono essere semplicemente esplicative su come è possibile affrontare la problematica in oggetto.

5.1 Rischi individuali

Il principio generale che dovrebbe essere rispettato nella definizione dei livelli di accettabilità dei rischi individuali è il seguente:

"Il rischio a cui un individuo è esposto non deve essere incrementato significativamente da attività umane (industriali o di servizio) create da terzi, a meno di una esplicita e cosciente accettazione dello stesso".

In altre parole attività generate da terzi non devono comportare un peggioramento significativo delle condizioni di sicurezza di un individuo che non ne tragga direttamente e coscientemente dei benefici.

Il livello di riferimento per valutare l'alterazione delle condizioni di sicurezza è il rischio "naturale", cioè quello a cui ogni individuo è esposto per il solo fatto di vivere a contatto con il mondo naturale.

Tenendo conto quindi che:

- il rischio individuale per eventi naturali nefasti (alluvioni, terremoti, tempeste, etc.) è variabile a seconda del sito, ma è in generale compreso nella fascia 10^{-6} ÷ 10^{-5}
- esiste un rischio individuale di morte dovuto a incidenti di natura non lavorativa, quali incidenti stradali, incidenti domestici, incendi, annegamenti, etc; secondo l'annuario ISTAT, il rischio individuale annuo di morte per cause incidentali (compresi i casi di omicidio e suicidio) risultato pari a $4 \cdot 10^{-4}$, vedi figura 3
- il rischio individuale di origine lavorativa, solitamente calcolato con riferimento ad una durata di esposizione di circa 1800 ore/anno, varia significativamente a seconda del particolare settore industriale, ma, è generalmente compresi nella fascia 10^{-5} ÷ 10^{-3} , vedi figura 4;
- il rischio di letalità per cause naturali per fasce d'età tra 5 e 45 anni varia nel campo da 10^{-4} a 10^{-3}

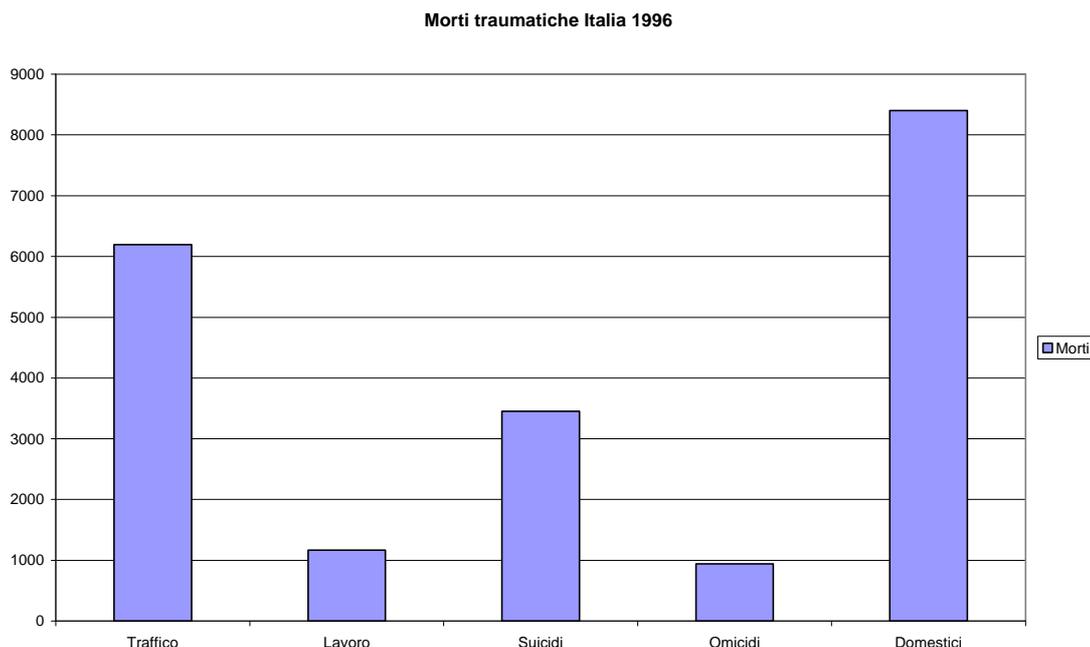


Figura 3 Morti traumatiche in Italia 1996

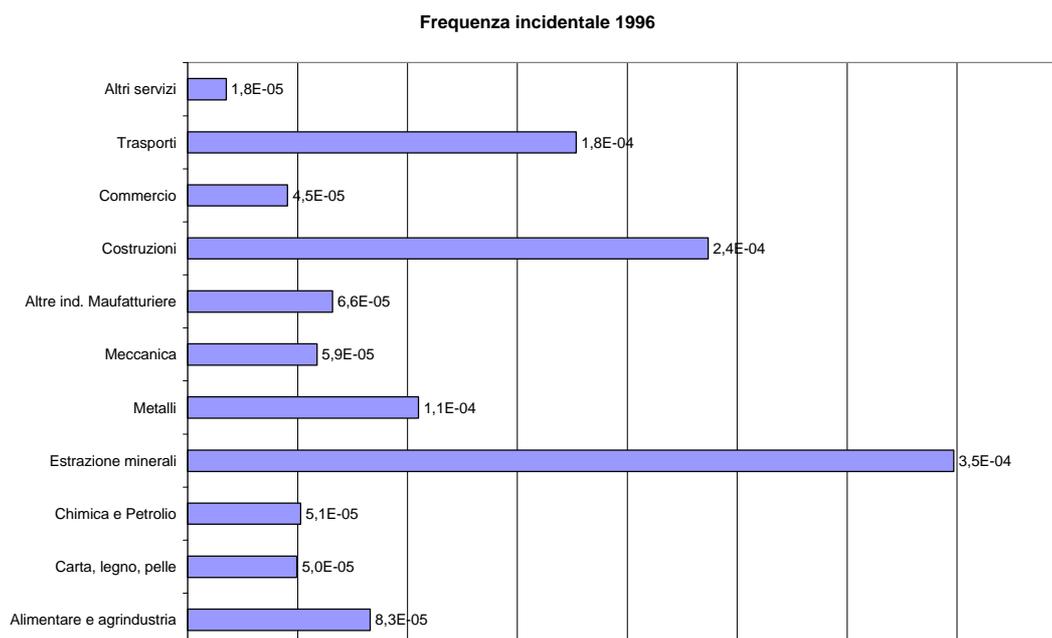


Figura 4 Frequenze incidentali varie attività lavorative INAIL 1996

NATURA DEL RISCHIO	VALORE MINIMO	VALORE MASSIMO
Catastrofi naturali	10^{-6}	10^{-5}
Attività non lavorative	10^{-6}	10^{-4}
Attività lavorative	10^{-5}	10^{-3}
Senescenza, malattie	10^{-4}	10^{-3}

Tabella 3 rischio individuale varie fonti

Ove si accetti il principio enunciato (le installazioni pericolose non devono contribuire in modo significativo al livello di rischio individuale preesistente), ne consegue che il livello di riferimento per i rischi individuali dovrebbe essere dell'ordine di 10^{-6} . Questo valore, infatti, è da 1 a 10 volte inferiore al rischio di essere vittima di una catastrofe naturale; da 1 a 100 volte inferiore al rischio di essere vittima di attività non lavorative; da 10 a 1000 volte inferiore al rischio lavorativo; da 100 a 1000 volte inferiore al rischio di senescenza e malattia per soggetti nella fascia d'età media.

Poiché, in realtà, ciascun individuo è sottoposto alla somma di tutti i rischi sopra elencati (catastrofi naturali, attività lavorative e non, senescenza e malattie), il fissare un livello di riferimento per il rischio di morte da catastrofi industriali a 10^{-6} , significa collocarsi a vari ordini di grandezza al di sotto del livello di rischio preesistente. Questo livello di rischio è infatti preso a riferimento in paesi europei che hanno adottato criteri di accettabilità del rischio quali Olanda, Gran Bretagna e Danimarca.

Permane comunque la possibilità di riferirsi a livelli più elevati (ad esempio 10^{-5}) almeno per quelle fasce di individui che traggono benefici coscienti, diretti o indiretti, dall'attività industriale, rimanendo così pur sempre di almeno un ordine di grandezza al di sotto del comune rischio naturale e sanitario.

5.2 Rischi sociali

Il rischio sociale è rappresentato dalla curva nel diagramma F-N che correla la frequenza attesa al numero di vittime dei vari episodi incidentali.

Definire una curva limite di accettabilità per il rischio sociale è un procedimento meno immediato di quello seguito per la definizione del valore limite del rischio individuale.

In Europa, attualmente, solo la Danimarca e l'Olanda hanno esplicitamente definito un criterio di accettabilità per il rischio sociale.

Per quanto riguarda l'Italia, è stato fatto un tentativo di definizione nell'ambito del progetto Artis^[7] per la Regione Friuli Venezia Giulia.

Il procedimento logico adottato dagli estensori di tale studio per giungere alla definizione del rischio sociale è il seguente:

- A. È stata identificata la curva storica F-N relativa alle industrie chimiche e petrolchimiche nel mondo, estrapolandola dalla banca dati MHIDAS di HSE; i dati relativi alle curve di letalità e di ferimento mondiali nel periodo 1966-1995 sono riportati in figura 5.

Da sottolineare che la frequenza cumulata di incidenti con 10 o più vittime è stata pari a 6 occ/anno, quella di incidenti con 100 o più vittime è stata pari a 0.3 occ/anno, quella di incidenti con 1000 o più vittime di 0.03 occ/anno (Nota, In pratica un solo caso – Bhopal – in 30 anni). Ciò vuol dire che la frequenza diminuisce linearmente con il numero delle vittime e che il prodotto $F \cdot N$ è praticamente costante e pari a 50. Questo risultato contrasta con quelli dedotti da analoghe curve sviluppate all'inizio degli anni 80 (cioè prima delle grandi catastrofi, tipo Bhopal, Mexico City, Cubatao, etc.), che mostravano una diminuzione più che lineare della frequenza con il numero delle vittime, al punto che si riteneva di poter assumere $F \cdot N^2 = \text{costante}$.

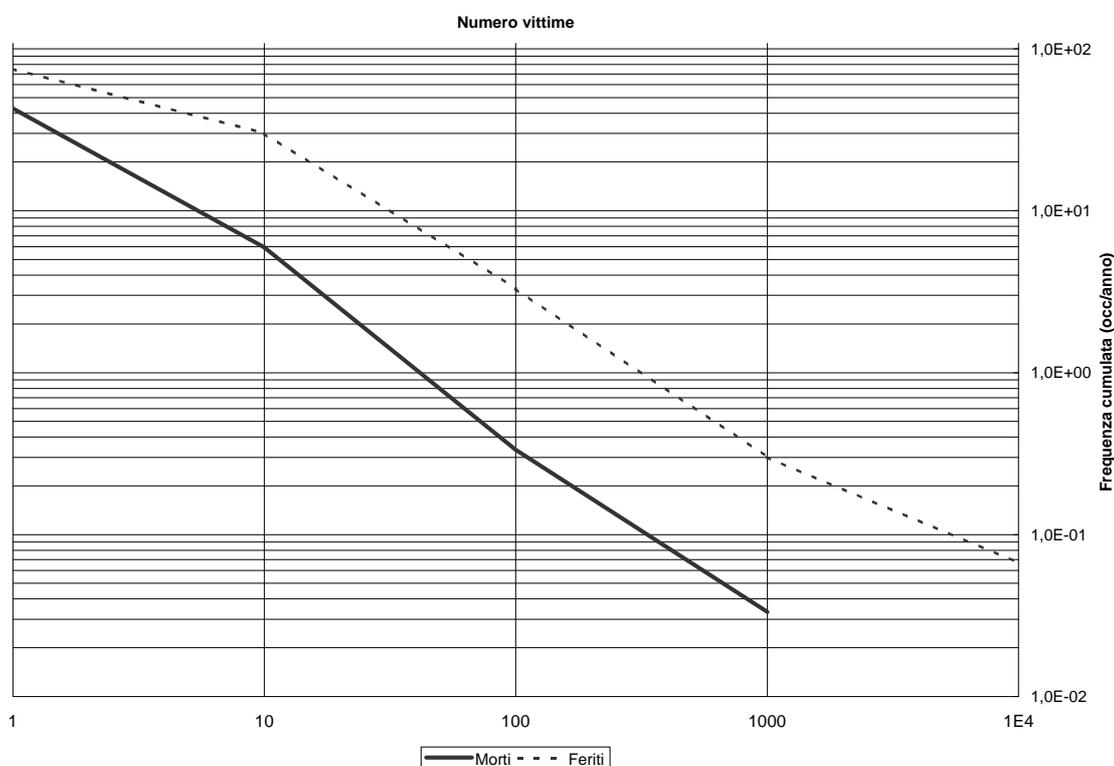


Figura 5 Rischio sociale, curva storica 1966-1995

- B. È stato quindi osservato che esiste un rapporto tra il numero di feriti ed il numero di vittime a pari frequenza incidentale, variabile tra 3 e 10; i valori più elevati del rapporto corrispondono alle catastrofi più gravi.
- C. Non essendo possibile determinare direttamente una curva "nazionale" dai dati storici (a causa, fortunatamente, della assenza di catastrofi industriali coinvolgenti varie decine o addirittura centinaia di vittime), si è tentato di derivare una curva limite per un paese europeo dividendo per 100 la curva storica mondiale (vedi figura 6).
Si è cioè ipotizzato che l'Europa rappresenti la decima parte del mondo e che ciascuno dei maggiori paesi europei rappresenti la decima parte dell'Europa, sia in termini di popolazione che di incidenti potenziali

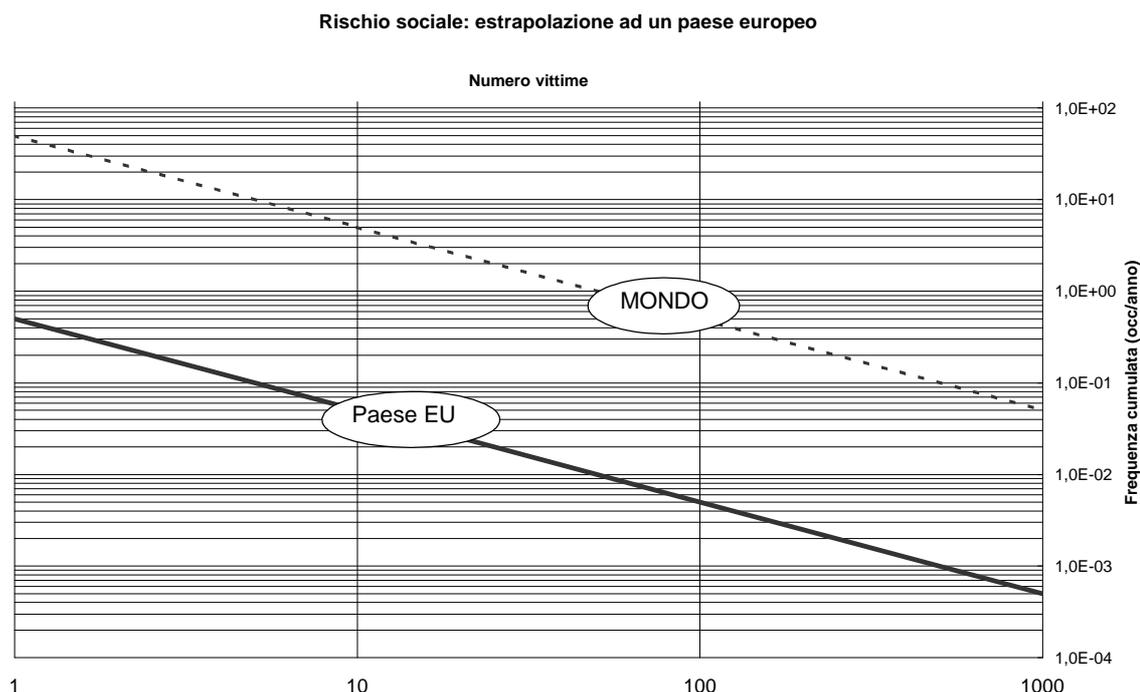


Figura 6 Rischio sociale, estrapolazione ad un paese europeo

- D. Per determinare la curva limite teorica del rischio sociale per ciascun sito con installazioni a grande rischio, si è poi ipotizzata l'esistenza sul territorio nazionale di 1000 impianti potenzialmente capaci di provocare incidenti rilevanti, vedi figura 7. (Nota: se si ragiona per ordini di grandezza, il valore 1000 risulta una stima ragionevole per numeri compresi tra 100 e 10000).
- E. La curva di figura 7, rappresenta la proiezione per ciascun sito industriale della situazione storica mondiale degli ultimi 30 anni. La stessa potrebbe rappresentare anche la curva di accettabilità del rischio sociale, ove si decidesse che lo status quo mondiale della sicurezza industriale è soddisfacente.

Poiché si ha ragione di ritenere che la pubblica opinione sia poco propensa ad accettare le catastrofi petrolchimiche con la frequenza dell'ultimo ventennio, si è ritenuto di ridurre la curva di figura 7 mediante l'introduzione di coefficienti di sicurezza, volti a migliorare la situazione futura, rispetto a quella attuale.

In tal senso in figura 8 si è pensato di introdurre coefficienti pari a 0.1 (per determinare la curva limite di inaccettabilità) e di 0.01 (per determinare la curva limite dei rischi sociali non rilevanti).

Rischio sociale: un sito industriale

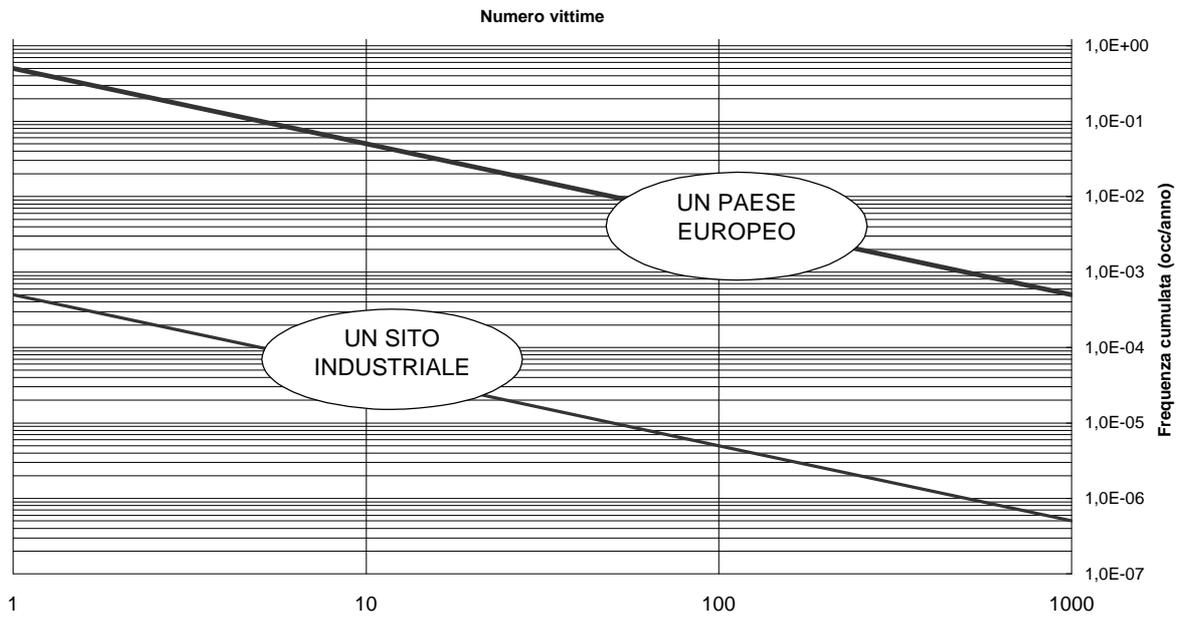


Figura 7 Rischio sociale per sito

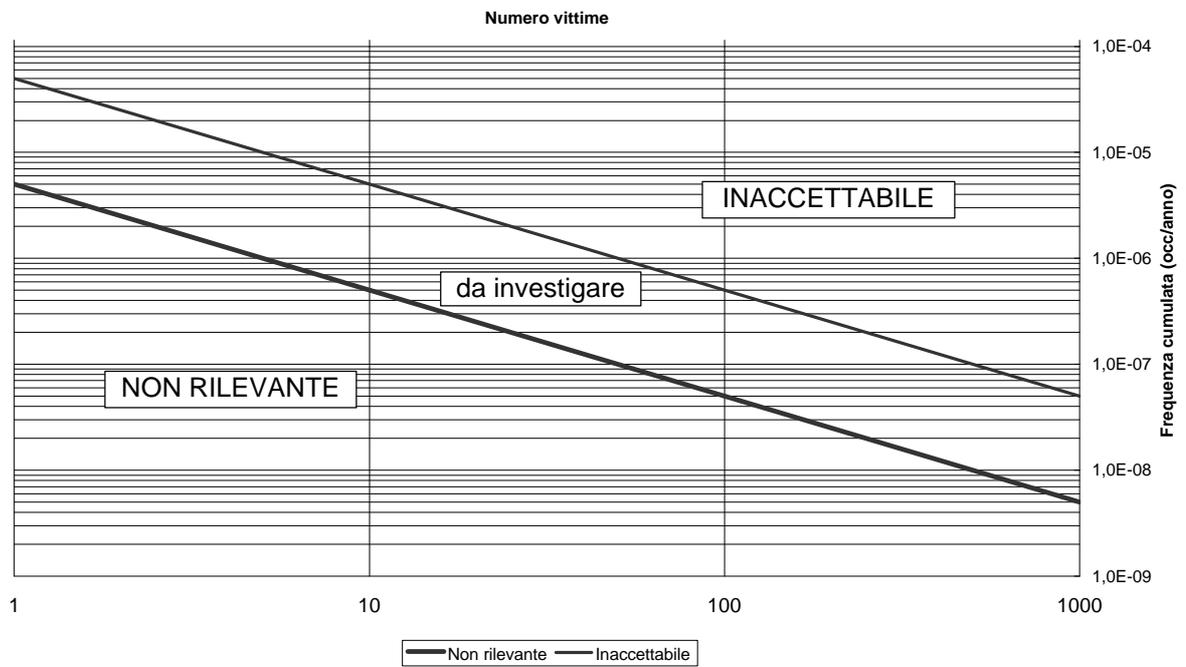


Figura 8 Esempio di curve di valutazione del rischio sociale

F. Se si confrontano le curve di Figura 8, ricavate da un procedimento teorico, con quelle olandesi e danesi (Figure 9 e 10) si può dedurre comunque che l'argomento deve ancora essere oggetto di approfondimento.

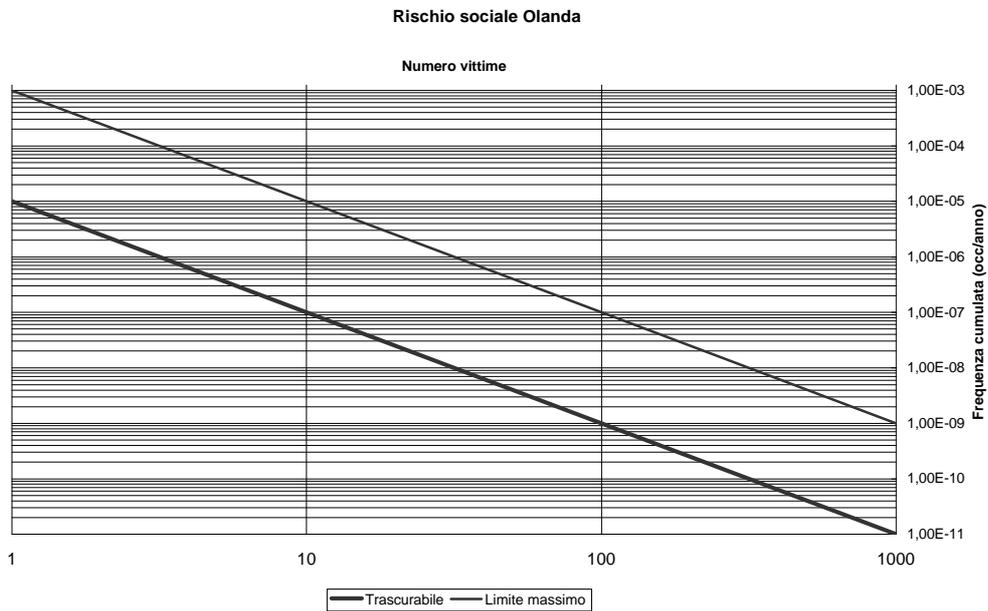


Figura 9 Rischio sociale standard olandese

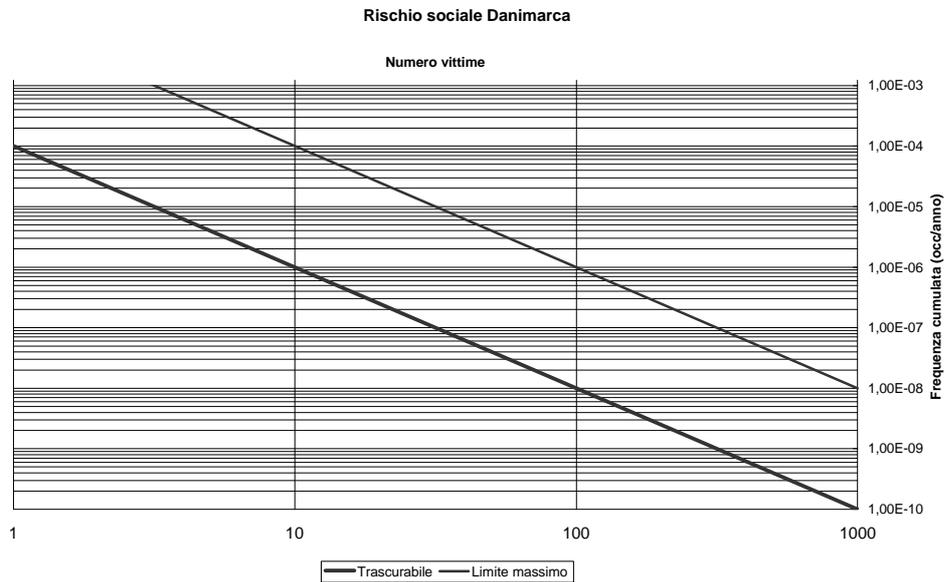


Figura 10 Rischio sociale standard danese

6. RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA

Le analisi di rischio d'area fanno grande uso di strumenti cartografici, per cui risulta opportuno riportarle su cartografia numerica onde poter utilizzare i risultati per scopi di informazione, pianificazione e gestione emergenze.

Le tecnologie GIS hanno avuto grande sviluppo recentemente e si è ridotto il gap economico che ne impediva un largo utilizzo a causa del costo eccessivo.

Attualmente gli strumenti di basso costo più utilizzati sono Mapinfo ed Arcview, ma è il secondo che si sta imponendo come standard di fatto (il progetto ARIPAR è stato infatti già riportato su questo supporto).

Sulla cartografia è infatti possibile riportare su layer differenti svariate informazioni^[15], tra cui:

- le aree a differente uso (urbanizzate, industriali, artigianali),
- le vie di comunicazione,
- i siti di interesse (alta vulnerabilità, enti preposti all'emergenza, nodi critici per la viabilità)
- le risorse disponibili (mezzi per l'evacuazione, dotazioni antincendio, centri di raccolta)
- le zone di primo, secondo e terzo livello per la pianificazione dell'emergenza
- le curve di isorischio per la pianificazione

è possibile inoltre simulare direttamente nuovi scenari incidentali ed aggiornare la situazione esistente in modo previsionale.

In figura 9 è riportato un esempio di applicazione con calcolo automatico delle distanze di danno inserito a livello prototipale nel Piano Provinciale di Protezione Civile di Venezia (Eidos-Tecsa 1997^[16])

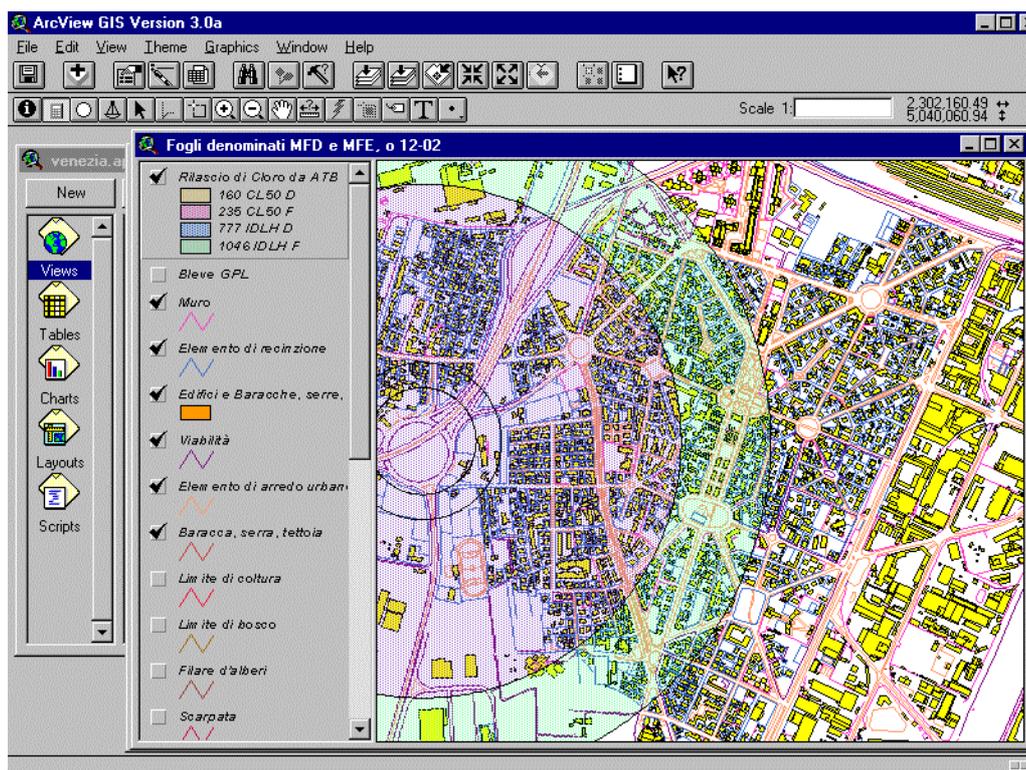


Figura 9 Calcolo distanze di danno con strumenti GIS

7. POSSIBILI UTILIZZI DELLE ANALISI DI RISCHIO D'AREA

A titolo conclusivo si analizzeranno in modo sommario e sicuramente non esaustivo i principali scopi per cui può essere opportuno ricorrere allo strumento di analisi di rischio d'area

7.1 Programmazione e pianificazione del territorio,

L'art. 12 della Direttiva 96/82/CEE in fase di recepimento cita testualmente "Gli Stati membri provvedono affinché la loro politica in materia di destinazione e utilizzazione dei suoli e/o le altre politiche pertinenti, nonché le relative procedure di attuazione tengano conto della necessità, a lungo termine, di mantenere opportune distanze tra gli stabilimenti di cui alla presente direttiva da un lato e le zone residenziali, le zone frequentate dal pubblico e le zone di particolare interesse naturale o particolarmente sensibili, dall'altro, e, per gli stabilimenti esistenti, delle misure tecniche complementari a norma dell'articolo 5, per non accrescere i rischi per le persone".

Il mancato rispetto di questo principio ha portato a tutt'oggi una serie di situazioni di difficile gestione che hanno visto la crescita di quartieri residenziali a ridosso di stabilimenti produttivi con conseguente perdita di qualsiasi fascia di rispetto, situazione di conflitto e necessità, nella quasi generalità dei casi, di delocalizzazione dell'azienda.

Un approccio di programmazione e pianificazione del territorio è utilizzato dall'HSE inglese, che prevede di suddividere l'area circostante una nuova installazione industriale in funzione delle curve di rischio.

Categoria dello sviluppo	Zona interna Rischio individuale >10 ⁻⁵	Zona intermedia Rischio individuale >10 ⁻⁶	Zona esterna Rischio individuale >3*10 ⁻⁷
Strutture pubbliche altamente vulnerabili o di grandi dimensioni (scuole, ospedali, ospizi, stadi sportivi)	Vietare lo sviluppo	Necessità di compiere analisi specifiche	Necessità di compiere analisi specifiche
Strutture residenziali (abitazioni, alberghi, luoghi di soggiorno)	Vietare lo sviluppo	Necessità di compiere analisi specifiche	Permettere lo sviluppo
Centri di attrazione pubblica (negozi di grande superficie, strutture collettive e di divertimento)	Necessità di compiere analisi specifiche	Necessità di compiere analisi specifiche	Permettere lo sviluppo
Strutture a bassa densità (piccole industrie, campi di gioco all'aperto)	Permettere lo sviluppo	Permettere lo sviluppo	Permettere lo sviluppo

Anche la Regione Friuli Venezia Giulia aveva adottato i criteri dello studio ARTIS come strumento per la pianificazione territoriale, ma successivamente non ne ha continuato l'utilizzo.

Un altro esempio di utilizzo in fase di pianificazione può essere desunto dal Porto di Livorno^[12], in cui è stato utilizzato il confronto tra le curve di rischio sociale calcolate in diverse ipotesi per la localizzazione del terminal GPL.

Tale metodo ha portato all'esclusione di alcune ipotesi proposte rispetto ad altre con impatto inferiore sui rischi.

Un altro utilizzo in fase di pianificazione può essere quello che permette la scelta tra diverse rotte per il trasporto di merci pericolose ed anche, come effettuato a Trieste^[9], l'individuazione della migliore distribuzione tra diverse tipologie di vettori che possono trasportare il prodotto.

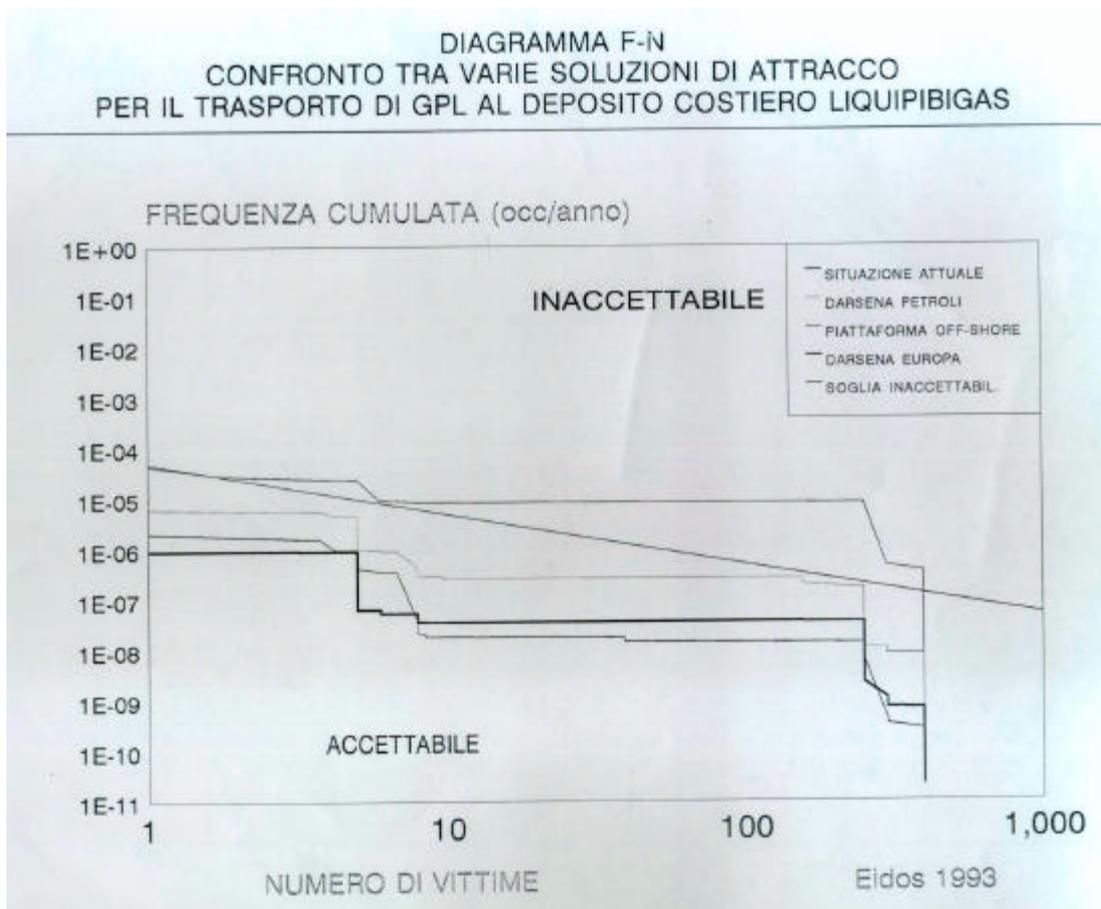


Figura 10 confronto diverse ipotesi attracco GPL con curve rischio sociale

7.2 Previsione e prevenzione

La previsione e prevenzione può essere utilizzata dagli organismi istruttori per prevedere nuovi scenari incidentali, verificare quanto dichiarato dall'azienda, individuare immediatamente possibili effetti domino ed interazioni con altri siti, fornire una base razionale per la giustificazione delle prescrizioni emesse, anche in casi complessi, e per garantire l'omogenea applicazione a siti diversi.

È possibile inoltre effettuare una corretta ed esauriente informazione alla popolazione e presa di coscienza del significato effettivo del rischio industriale

7.3 Gestione delle emergenze

Sull'argomento si è già detto; occorre comunque sottolineare che già adesso i Piani di Emergenza Esterna dovrebbero essere redatti sull'area e non sul singolo impianto.

L'analisi di rischio d'area permetterebbe, perciò, di interfacciarsi in modo ottimale con il Piano di Emergenza Esterno, fornendo gli elementi che mancavano al Piano ed attingendo informazioni da riportare eventualmente sulla rappresentazione cartografica dinamica della stessa.

È possibile inoltre sovrapporre l'analisi del rischio industriale con quelle dei rischi naturali, ad esempio analizzando il comportamento di attività a rischio con situazioni di mobilità sismica o con fenomeni alluvionali.

Un primo esempio di questo genere è in corso a Napoli con l'integrazione del Piano di emergenza delle attività a rischio di incidente rilevante con il Piano Vesuvio.

8. BIBLIOGRAFIA.

1. Sergio Besi (1996) "Risultati di studi di rischio d'area in Italia e in Europa ai fini di decisioni di pianificazione del territorio", Centro Comune di Ricerca, Rapporto EUR 16412 IT, 1996
2. Health and Safety Executive (1978), "Canvey: an Investigation of Potential Hazards from Operations in the Canvey Island/Thurrock Area", HM Stationery Office, London, U.K., 1978.
3. Health and Safety Executive (1981), "Canvey: a Second Report. A Review of Potential Hazards from Operations in the Canvey Island/Thurrock Area three years after publication of the Canvey Report", HM Stationery Office, London, U.K., 1981.
4. Central Environmental Control Agency Rijnmond (1982): "Risk Analysis of Six Potentially Hazardous Industrial Objects in the Rijnmond Area, a Pilot Study - A report to the Rijnmond Public Authority", D.Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland, 1982.
5. Central Environmental Control Agency Rijnmond (1985), "Study into the Risks from Transportation of Liquid Chlorine and Ammonia in the Rijnmond Area", prepared by Technica, London, U.K., 1985.
6. Regione Emilia Romagna (1992), "ARIPAR, Analisi e controllo dei Rischi Industriali e Portuali dell'Area di Ravenna - Relazione sui risultati", pubblicato dal Dipartimento Italiano della Protezione Civile e dalla Regione Emilia Romagna, Bologna, 1992.
7. Regione Friuli Venezia Giulia (1991), "ARTIS, Analisi dei Rischi per Trieste nell'Industria e nei Servizi", studio condotto da Eidos Lodi, Trieste, 1991.
8. Regione Friuli Venezia Giulia (1991), "ARTIS, Analisi dei Rischi per Trieste nell'Industria e nei Servizi. Conferenza Consultiva ai sensi del D.P.R. 17 Maggio 1988, n.175, art.16 - Relazione", studio condotto da Eidos Lodi, Trieste, 1991.
9. Regione Friuli Venezia Giulia (1993), "ARTIS fase 2, Analisi di dettaglio del trasporto di GPL ", studio condotto da Eidos Lodi, Trieste, 1993.
10. Atti del Convegno (1994), "Polo Chimico dell'Isola: Analisi dei Rischi di Incidenti Industriali", studio condotto da Syreco, Capriate S.G., 1994.
11. S.T.A. srl (1994), "Sicurezza del Canale Industriale del Porto di Livorno in relazione alla movimentazione di GPL, prodotti petroliferi e chimici", Pisa 1994
12. Eidos (1993), "Analisi dei rischi connessi alla navigazione nel porto di Livorno", Lodi 1993
13. IAEA (1992), "Manual for the classification and prioritization of risk from major accidents in process and related industries", Wien, 1992
14. Dipartimento della Protezione Civile (94), "Pianificazione di Emergenza Esterna per impianti industriali a rischio di incidente rilevante, Linee Guida", Roma 1994
15. Contratto di Ricerca CNR/EIDOS 94.01834.37, "Taratura del sistema informativo per la gestione delle aziende a rischio di incidente rilevante su un'area ad alto rischio", Lodi 1994
16. Provincia di Venezia, "Programma Provinciale di Previsione e Prevenzione in materia di Protezione Civile", sezione Rischio Industriale sviluppata da Eidos e Tecsa, Venezia 1997