

L'ambiente in Europa:
Seconda valutazione

Rischi tecnologici e naturali (Capitolo13)

European Environment Agency



13. Rischi tecnologici e naturali

Conclusioni

Il numero di incidenti industriali gravi segnalati ogni anno nell'Unione europea è rimasto più o meno costante dal 1984. Poiché tuttavia da allora si è avuto sia un miglioramento dell'efficienza dei sistemi di notifica degli incidenti sia un aumento dell'attività industriale, è probabile che il numero di incidenti per unità di attività sia in realtà diminuito. Attualmente non esistono basi di dati relative agli incidenti industriali nei PECO e nei Nuovi Stati Indipendenti.

In base alla scala internazionale degli incidenti nucleari (INES) messa a punto dall'Agenzia internazionale per l'energia atomica, in Europa l'ultimo "incidente rilevante" (4°-7° grado della scala INES) si è verificato nel 1986 (Cernobil: 7° grado). La maggior parte degli altri eventi segnalati rientrano nelle "anomalie" (1° grado della scala INES) e vi sono stati alcuni "incidenti lievi" (2°-3° grado della scala INES).

Negli ultimi 10 anni vi è stata, su scala mondiale, una significativa diminuzione del numero annuo dei grandi sversamenti di petrolio, ma i pochi episodi gravi verificatisi hanno contribuito per un'elevata percentuale alla quantità totale di petrolio sversato. Dal 1980 circa il numero dei grandi sversamenti (> 700 tonnellate) che si verificano ogni anno è diminuito di circa un terzo rispetto agli anni Settanta.

Lo sviluppo di numerose attività che possono provocare incidenti rilevanti è in continuo aumento, così come la vulnerabilità di alcune di queste attività e infrastrutture di fronte a eventi naturali di grande portata. La seconda direttiva "Seveso", grazie al suo vasto campo di applicazione, all'approccio integrato cui è ispirata e alla particolare attenzione dedicata alla prevenzione degli incidenti fornisce il quadro normativo necessario per una più adeguata gestione dei rischi. Occorre ora garantire la sua applicazione da parte dell'industria e delle autorità preposte alla regolamentazione e alla programmazione. Tale direttiva fornisce anche un modello all'Europa orientale, dove non esiste un quadro legislativo transnazionale di tale ampiezza.

Negli anni Novanta si è verificato un numero eccezionalmente elevato di inondazioni che hanno provocato gravi danni e numerose vittime. Benché le cause principali vadano probabilmente ricercate nella naturale variabilità dei flussi idrici, gli effetti potrebbero essere stati amplificati dall'impatto prodotto dalle attività umane sul ciclo idrologico.

13.1. Introduzione

Gran parte dei problemi ambientali descritti nella presente relazione sono la conseguenza di una serie di attività umane consolidate, come la produzione e il consumo di energia, la produzione industriale, i trasporti e l'agricoltura. Tuttavia, la salute umana e l'ambiente possono essere danneggiati anche da gravi incidenti tecnologici ed eventi naturali eccezionali.

Gli incidenti rilevanti e le calamità naturali costituiscono una categoria di problemi ambientali completamente a se stante e sono fonte di particolare apprensione a causa di vari fattori: la potenziale portata dei loro effetti (da cui l'interesse dei media e del pubblico), la loro imprevedibilità (da cui la sensazione della mancanza di controllo e la difficoltà di garantire adeguate misure di emergenza) e l'incertezza riguardo alle loro conseguenze. Spesso si dispone di scarse conoscenze riguardo ai percorsi che le sostanze eventualmente rilasciate potrebbero compiere nell'ambiente e al loro impatto su quest'ultimo e sulla salute, e tale incertezza è ulteriormente accresciuta dalle interazioni, talvolta imprevedute, che tali eventi possono avere con l'ambiente circostante nel momento in cui si verificano.

Sebbene i dati relativi agli eventi occorsi in passato possano fornire qualche indicazione riguardo ai possibili eventi futuri, la complessità delle cause responsabili di questi episodi (che investono anche aspetti sociali e complessi problemi ambientali come il cambiamento climatico) impediscono la formulazione di qualsiasi previsione riguardo al momento o al luogo in cui questi eventi potrebbero

verificarsi in futuro. Queste incertezze, accanto a quelle sulla natura e sulle dimensioni degli effetti prodotti, rendono imperativo considerare i gravi incidenti tecnologici e le calamità naturali come grosse fonti di "rischio", al fine di consentirne un'adeguata valutazione e gestione.

Gli eventi esaminati nel corso del presente capitolo possono essere classificati in quattro categorie:

- incidenti rilevanti connessi con determinate attività industriali;

- gli incidenti nucleari;
- gli incidenti che si verificano durante il trasporto marittimo e negli impianti offshore;
- le catastrofi naturali e la loro eventuale amplificazione ad opera delle attività umane.

Il capitolo fornisce una panoramica degli eventi rientranti in queste tipologie che si sono verificati in Europa nell'ultimo decennio, illustrando le tendenze individuate in termini di frequenza, cause e conseguenze sulla salute umana e sull'ambiente.

13.2. Effetti e tendenze

Gli incidenti di grandi proporzioni e i disastri naturali si manifestano con eventi eccezionali, in massima parte imprevedibili (riquadro 13.1). Alcuni gravi incidenti tecnologici e alcune catastrofi naturali hanno un potenziale di impatto a breve termine estremamente elevato e in grado di causare talvolta danni irreparabili alla popolazione e agli ecosistemi locali, ad esempio a seguito degli effetti acuti di sostanze altamente tossiche, o di esplosioni, o del rilascio di elevati volumi di inquinanti nel giro di un breve arco di tempo. Quasi sempre il maggior danno arrecato all'ambiente da questi eventi è quello a carico degli ecosistemi acquatici; gli effetti più gravi sulla salute umana, ed eventuali vittime, sono più probabili in caso di emissioni nell'atmosfera. Tuttavia, gli effetti prodotti sull'ambiente dall'accumulo delle conseguenze di incidenti meno gravi, come ad esempio quelli che si verificano durante il trasporto di sostanze tossiche (non trattati in questo capitolo per mancanza di dati) possono essere ancora più gravi di quelli prodotti dagli incidenti rilevanti.

Le possibili conseguenze degli incidenti tecnologici per la salute umana variano da effetti di tipo acuto, quali lesioni, ustioni e avvelenamento, a effetti a lungo termine, o differiti, come l'aumento dei rischi di malattie neoplastiche o di malformazioni congenite nei figli di genitori esposti.

Sebbene l'argomento non sia oggetto di questa relazione, le statistiche dei decessi per cause accidentali sono dominate dagli incidenti stradali, che nel 1996 hanno causato in tutta Europa circa 105 000 vittime e 2,2 milioni di feriti (dati UNECE). Gli incidenti industriali e gli incidenti dovuti a cause note, ma impreviste, come la contaminazione di generi alimentari o dell'acqua potabile, causano ogni anno in Europa centinaia di vittime e migliaia di casi clinici. Tali episodi possono inoltre avere ripercussioni sull'ambiente, esattamente come le emissioni continue di inquinanti, ad esempio danneggiando diverse parti degli ecosistemi interessati tramite la catena alimentare.

Data l'esistenza di diversi criteri di notifica e quindi di diverse interpretazioni di cosa costituisca un incidente rilevante (ad eccezione degli incidenti nucleari per la classificazione dei quali è stata messa a punto la scala internazionale - INES) non è possibile individuare tendenze quantitative generali. Sebbene dall'introduzione del Sistema d'informazione sugli incidenti di grandi proporzioni (MARS) nel 1984 e della scala INES nel 1992 (cfr. sotto) si sia raggiunta una maggiore uniformità dei criteri di valutazione e delle procedure di notifica degli incidenti rilevanti, alcune aree geografiche (ad esempio l'Europa orientale) continuano ad essere più trascurate di altre. Alcuni tipi di eventi (i cosiddetti "semincidenti") spesso non vengono neppure notificati. E' tuttavia possibile individuare alcune tendenze qualitative. I seguenti paragrafi descrivono i principali sviluppi che si sono avuti in Europa durante l'ultimo decennio per quanto riguarda le varie categorie di rischi tecnologici e naturali trattati dal presente capitolo.

13.2.1. Incidenti industriali di grandi proporzioni

Solo per i paesi aderenti all'Unione europea le informazioni sugli incidenti industriali sono disponibili in un formato comune. Per l'Europa centrale e orientale, invece, non si dispone di una fonte unificata di dati affidabili. Di conseguenza il presente paragrafo si basa sulle informazioni disponibili per i paesi comunitari, che in alcuni casi consentono di fare dei paralleli con il resto d'Europa.

Riquadro 13.1: Cos'è un incidente rilevante?

Un incidente rilevante è un evento non intenzionale le cui conseguenze negative possono andare da un danno di lieve entità a un danno di proporzioni catastrofiche. Data l'ampia gamma di eventi che potrebbero essere definiti incidenti rilevanti, per presentare i dati riguardanti gli incidenti industriali e i disastri naturali e per poter discutere della loro natura e delle loro conseguenze occorre disporre di definizioni chiare. Ad oggi non esiste tuttavia una definizione univoca di "incidente rilevante" e quelle esistenti sono in genere basate sui vari tipi di conseguenze negative che l'evento provoca (numero di vittime, dei feriti, degli evacuati, impatto ambientale, costi, etc.) e su un livello di soglia per ogni tipo di conseguenza.

Nell'Unione europea, un incidente rilevante è un "*evento improvviso, imprevisto e non programmato dovuto a sviluppi incontrollati che si verificano durante lo svolgimento di un'attività industriale e che dia o possa dare luogo a effetti negativi gravi, immediati o differiti (decesso, lesioni, avvelenamento o ospedalizzazione), per la salute umana, all'interno e/o all'esterno dello stabilimento*" (Consiglio europeo, 1982; CE, 1988).

La prima e la seconda direttiva "Seveso" (Consiglio europeo, 1982, 1997) impongono alle autorità competenti degli Stati membri l'obbligo di notificare alla Commissione europea gli incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose che si verificano nei rispettivi paesi. La normativa non si applica agli impianti nucleari e militari, alle attività dell'industria estrattiva, al trasporto di sostanze pericolose e alle discariche di rifiuti. Dal 1984 gli incidenti rilevanti rientranti in questa definizione vengono notificati ai sensi del MARS, gestito e aggiornato dal Centro comune di ricerca della commissione europea, Ispra.

Sebbene per i PECO e gli NSI non esista al momento una base dati equivalente, la situazione potrebbe cambiare in seguito all'attuazione dei progetti di cooperazione varati dalla Commissione europea (PHARE e TACIS) e all'opera svolta dai centri di coordinamento regionale dell'UNECE per la prevenzione degli incidenti industriali (Budapest) e per l'addestramento e le esercitazioni rientranti nei piani di emergenza da applicare in caso di incidente rilevante (Varsavia).

Dal 1984 alla fine di aprile 1997, in ottemperanza alle disposizioni vincolanti della direttiva "Seveso", è stato notificato al MARS un totale di 293 incidenti industriali rilevanti, dei quali 190 si sono verificati a partire dal 1990. La tabella 13.1 riepiloga le conseguenze degli incidenti notificati dal 1984. Circa due terzi degli incidenti rilevanti che hanno provocato danni ecologici hanno creato problemi di inquinamento idrico (a danno di bacini di acque dolci, fiumi); in circa metà dei casi l'inquinamento era causato dall'emissione di liquido antincendio.

Sebbene gli incidenti ai quali viene prestata maggiore attenzione da parte del pubblico siano in genere quelli più rari e con gli impatti più devastanti, 43 incidenti (pari al 17% del totale) che hanno avuto solo conseguenze minime o non ne hanno avute affatto, sono stati nondimeno considerati "incidenti rilevanti" dalle autorità competenti degli Stati membri dell'UE e pertanto notificati.

Negli ultimi 13 anni il numero degli incidenti rilevanti notificati all'interno dell'UE è rimasto relativamente stabile (figura 13.1). Tuttavia, a causa delle variazioni nel numero dei paesi notificanti (che sono aumentati nella seconda metà del periodo) e nel grado di completezza delle notifiche (con la crescente accettazione del sistema), dai dati disponibili non è possibile individuare una tendenza temporale nel verificarsi degli incidenti. Date queste circostanze, la relativa stabilità del numero degli incidenti di grandi proporzioni indica in ogni caso che il loro numero per unità di attività è in diminuzione, visto che nell'Europa occidentale le attività industriali che danno luogo al maggior numero di incidenti rilevanti sono in aumento (cfr. capitolo 1, paragrafo 1.3.2). Per sostenere questa conclusione sarebbero tuttavia necessarie ulteriori verifiche che servirebbero anche a far luce sull'efficacia della gestione del rischio e delle misure preventive e a promuovere l'adozione di nuove politiche che potrebbero eventualmente condurre a ulteriori miglioramenti.

La direttiva "Seveso II" (Consiglio europeo, 1997), che sostituisce e rafforza la prima, contiene, ai fini della notifica, una definizione concisa e inequivocabile di ciò che costituisce un "incidente rilevante", basata su criteri di soglia di tipo quantitativo (cfr. riquadro 13.2). Molto probabilmente, l'applicazione della direttiva darà luogo ad un complessivo abbassamento dei criteri di soglia per la notifica degli incidenti rilevanti e a un notevole aumento del numero degli episodi notificati, che tuttavia non rifletterebbe necessariamente un aumento della frequenza degli incidenti. La seconda direttiva "Seveso" impone anche la notifica di incidenti o "semincidenti" che gli Stati membri considerano di particolare interesse tecnico per la prevenzione di incidenti rilevanti e per limitare le loro conseguenze, anche se questi non superano le soglie quantitative.

Dall'analisi degli incidenti notificati ai sensi del MARS risulta che per la maggior parte si verificano nell'industria petrolchimica e di raffinazione e di trasformazione, mentre i settori della ceramica, del cemento, dei rivestimenti superficiali e delle tinture sono i meno soggetti a incidenti. Le sostanze più spesso coinvolte sono state finora gas estremamente infiammabili; inoltre vi sono state anche frequenti emissioni di cloro e ammoniacale.

I dati evidenziano che i maggiori incidenti industriali connessi con la presenza di sostanze pericolose derivano di solito da una concomitanza di cause

Tabella 13.1 Conseguenze degli incidenti nell'UE notificati al MARS dal 1984 (situazione all'ottobre 1996)

Conseguenze		Numero di incidenti ¹	
Nessuna o trascurabili		43	
Vittime	- all'interno ²	47	
	- all'esterno		16
Lesioni ³	- all'interno	94	
	- all'esterno		26
Danno ecologico		21	
Perdita di patrimonio nazionale		0	
Danni materiali ⁴	- all'interno	57	
	- all'esterno		9
Sconvolgimento della vita sociale		121	

1 Poiché ogni incidente può avere molteplici conseguenze, il totale qui riportato supererà il numero totale di incidenti notificati nel periodo di riferimento.

2 Le vittime e le lesioni "all'interno" riguardano personale interno, eventuali addetti di imprese esterne

e membri di squadre di emergenza presenti sul posto o nei pressi del luogo dell'incidente.

3 Le lesioni comprendono sia lesioni minori sia quelle che richiedono più di 24 ore di ricovero in ospedale.

4 I danni materiali si riferiscono solo ai casi nei quali è stata fornita una stima credibile dei costi.

Fonte: base dati MARS

come l'errore umano, il guasto di un componente, le reazioni chimiche e gli eventi esterni; nella maggior parte dei casi è più importante chiarire la concatenazione degli eventi che cercare la causa iniziale dell'incidente, che non esiste quasi mai come tale. Da recenti analisi dettagliate delle descrizioni di incidenti rilevanti (Drogaris 1993, Rasmussen 1996) emerge che le cause immediate più comuni sono da ricercarsi nel guasto di componenti del sistema e nell'errore umano, mentre le principali cause di base sono carenze nell'organizzazione o nella gestione dello stabilimento (67% degli incidenti).

Sebbene, come detto sopra, il numero di incidenti per unità di attività sembri in diminuzione, nel complesso non è possibile individuare tendenze significative per quanto riguarda le fonti, le cause e le conseguenze degli incidenti più gravi avvenuti nello scorso decennio. Quindi, molte delle "lezioni", spesso apparentemente fin troppo ovvie, che si sarebbero dovute trarre dagli incidenti avvenuti in passato non sono ancora state applicate in misura adeguata nelle prassi e nelle norme industriali.

13.2.2. Incidenti nucleari

Gli incidenti nucleari possono accadere non solo nelle centrali per la produzione di elettricità, ma anche in tutta una serie di altri impianti, come quelli militari, quelli ospedalieri e quelli che si trovano presso gli istituti di ricerca. Il trasporto di materiali radioattivi (ad esempio combustibili nucleari, fonti di radioisotopi e scorie) è anch'esso potenziale fonte di incidenti con emissione di radiazioni ionizzanti. Attualmente (fine 1996) sono in funzione in tutto il mondo 442 reattori nucleari (di cui 218 in Europa) e 36 sono in costruzione (di cui 18 in Europa). In Europa vi sono inoltre 99 impianti connessi con il ciclo del combustibile nucleare (dati AIEA).

Nel 1992 l'Agenzia internazionale per l'energia atomica (AIEA) ha messo a punto la scala internazionale degli incidenti nucleari (INES) come strumento per comunicare rapidamente al pubblico in termini comunemente riconosciuti il significato degli episodi segnalati dagli impianti nucleari dal punto di vista della sicurezza. Gli eventi considerati sono solo quelli connessi con la sicurezza nucleare o l'emissione di radiazioni ionizzanti, che vengono classificati in base ad una scala da zero a sette; un evento di grado zero è definito "anomalia", quelli di grado 1-3 "incidenti lievi", quelli di grado 4-7 "incidenti rilevanti". Solo gli incidenti di grado compreso tra il 5 e il 7 creano rischi all'esterno dell'impianto.

Stando alle definizioni INES, quasi tutti gli episodi notificati all'AIEA dal 1990 rientravano nelle "anomalie", e pochi negli "incidenti" (dati AIEA). In Europa, dopo l'incidente di Cernobil avvenuto nel 1986 (7° grado della scala INES) non ci sono più stati "incidenti rilevanti". Gli incidenti più gravi in assoluto si sono verificati nell'ex Unione Sovietica: si tratta di quello di Cernobil e di quello di Kyshtym, avvenuto nel 1957 in un impianto militare (6° grado della scala INES). Tuttavia, le informazioni sugli incidenti nell'ex Unione Sovietica possono essere incomplete dato il carattere militare di gran parte degli impianti e delle navi a propulsione nucleare. Con la nuova politica dell'informazione varata dalla Federazione russa, le informazioni sulle anomalie e gli incidenti lievi vengono ora rese pubbliche prontamente (come è accaduto ad esempio per l'incidente avvenuto nel 1991 alla centrale nucleare di San Pietroburgo,

Figura 13.1: Numero cumulativo degli incidenti gravi riportati nell'Unione Europea (dal 1984 a maggio '97)

numero degli incidenti gravi
prima del _____ fino al 5/1997

Fonte: Banca dati MARS.

Riquadro 13.2 : Criteri per la notifica di un incidente rilevante alla Commissione europea (base dati MARS)

I criteri per la notifica di un incidente riguardano:

- la quantità di sostanze pericolose scaricate nell'ambiente
- le lesioni alle persone
- la portata e la durata dell'evacuazione e dell'interruzione dei servizi
- i danni materiali
- i danni provocati al suolo, alle acque dolci e alle acque marine e ai relativi habitat, nonché alle acque sotterranee
- i danni transfrontalieri

Fonte: Consiglio europeo

2° grado della scala INES, e nell'impianto militare di trattamento delle scorie radioattive di Tomsk, 1993, 3° grado della scala INES).

La maggior parte delle anomalie e degli incidenti di lieve entità verificatisi di recente negli impianti nucleari in Europa sono imputabili ad errori umani durante il funzionamento e ogni volta, successivamente all'evento, il reattore è tornato automaticamente in condizioni di sicurezza.

Le conseguenze dell'incidente di Cernobil sono state descritte nella valutazione di *Dobris* e in altri documenti (CE, 1996; CE/AIEA/OMS, 1996; CE, 1998). Per quanto riguarda gli effetti acuti vi sono state 31 vittime e circa 140 persone hanno riportato disturbi di vario grado a seguito dell'esposizione alle radiazioni - nessuna di queste faceva parte della popolazione civile. In termini di sconvolgimento socioeconomico e di stress psicologico, le conseguenze (compresa l'evacuazione di 120 000 persone) sono state molto gravi e si prevede che durino a lungo.

Per quanto riguarda gli effetti ritardati (formazione di tumori), si è riscontrato un notevole aumento dei casi di carcinoma alla tiroide nei bambini che vivevano nelle regioni contaminate (dell'ex Unione Sovietica), e questa patologia potrebbe essere in aumento anche negli adulti che vivono nella regione. L'incidenza massima del carcinoma alla tiroide potrebbe non essere ancora stata raggiunta. Comunque, il tasso di mortalità per queste forme di cancro (1% circa) è relativamente basso rispetto a quello di altre forme.

Nella popolazione, all'interno e all'esterno dell'ex Unione Sovietica, non sono stati osservati incrementi di altre forme di cancro, né di casi di leucemia, di malformazioni congenite, di aborti o di altri disturbi dovuti alle radiazioni che si possano attribuire all'incidente di Cernobil. Sono stati varati vasti programmi epidemiologici per approfondire le conoscenze circa possibili ripercussioni future sulla salute. Appare tuttavia improbabile che l'esposizione alle radiazioni dia luogo a un aumento misurabile dell'incidenza naturale delle malattie, eccetto per il caso del carcinoma alla tiroide. Per quanto riguarda il gran numero di persone, principalmente militari, intervenute sul posto al momento dell'emergenza e per le successive operazioni di risanamento, i dati disponibili sono scarsi e poco chiari.

13.2.3. Incidenti marittimi rilevanti

I danni ambientali causati dagli incidenti marittimi possono variare considerevolmente, a seconda di dove accadono. Per quanto i grandi sversamenti di petrolio siano quelli che più colpiscono l'attenzione del pubblico, le dimensioni della perdita non sono di per sé un indicatore dell'impatto finale. Gli effetti prodotti possono infatti variare considerevolmente a seconda che il petrolio sia o meno rilasciato in acque costiere ecologicamente sensibili e a seconda delle condizioni atmosferiche e del tipo di petrolio sversato (cfr. anche capitolo 10, sottoparagrafo 10.3.3).

Il più recente incidente con sversamento di petrolio che ha causato danni nelle acque europee è stato (fino alla fine del 1997) quello della *Sea Empress*, accaduto nel febbraio 1996 nei pressi di Milford Haven, nel Regno Unito. In quell'occasione sono state sversate circa 72 000 tonnellate di petrolio greggio che hanno inquinato 200 km di costa. Nonostante la massiccia azione di bonifica subito intrapresa sia in mare che sulle spiagge, gli uccelli che persero la vita furono migliaia. Fu vietata la pesca nella zona e per quanto all'inizio della stagione estiva le spiagge fossero apparentemente pulite, per tutto il resto dell'anno continuarono a verificarsi episodi di inquinamento (da residui di petrolio) ogni volta che il maltempo rimescolava il petrolio affondato.

Tra il 1970 e il 1996 sono stati segnalati in tutto il mondo 1082 sversamenti compresi tra le 7 e le 700 tonnellate e 384 superiori alle 700 tonnellate (ITOPF, 1997). Dall'analisi dei dati risulta che:

- dei circa 10 000 incidenti segnalati in totale, la grande maggioranza (83%) rientra nella categoria degli sversamenti di lieve entità, ossia inferiori alle 7 tonnellate.
- Il numero dei grandi sversamenti (superiori alle 700 tonnellate) è diminuito in misura significativa: alla fine del 1980 il numero medio annuo degli sversamenti di grandi dimensioni si era ridotto a un terzo rispetto al decennio precedente.

- I pochi incidenti di grave entità che si sono verificati sono stati responsabili della maggior parte del petrolio sversato (dal 1986, su 366 grandi sversamenti superiori alle 7 tonnellate, il 74% del petrolio è fuoriuscito nei 10 incidenti di maggiori proporzioni).
- Nell'ultimo decennio, in tutto il mondo si è riscontrato un marcato calo del numero dei grandi sversamenti.

A livello europeo il numero annuo dei grandi sversamenti sta diminuendo, ma non tanto rapidamente quanto il numero totale degli sversamenti. La figura 13.2 riporta il numero degli sversamenti superiori alle 700 tonnellate avvenuti tra il 1970 e il 1996 nelle acque europee e dovuti a incidenti in cui erano coinvolti petroliere, mezzi per il trasporto combinato e pontoni. Il numero di incidenti che si sono verificati nei mari europei dal 1987 è illustrato nella figura 10.7 e la loro distribuzione geografica è illustrata nella carta 10.1 (capitolo 10).

Gli incidenti marittimi rilevanti (ossia quelli in cui sono coinvolte petroliere, piattaforme petrolifere o condotte e le esplosioni) possono avere gravi ripercussioni dirette sulla salute umana e causare molte vittime; le vittime dell'esplosione della condotta Piper Alpha nel Mare del Nord, nel 1988, furono 167.

I molti incidenti e sversamenti di piccola entità che si verificano nei mari, segnalati e non segnalati, possono rivelarsi più o meno importanti nel lungo periodo, a seconda della persistenza del petrolio sversato. Come descritto nel capitolo 10, sottoparagrafo 10.3.3, non è provato che da perdite di petrolio di grande entità, o dalla fuoriuscita continuata di petrolio, possano derivare danni irreversibili agli ecosistemi marini. Finora, tuttavia, il monitoraggio di lungo periodo degli effetti biologici del petrolio sulle varie forme di vita marina è stato piuttosto limitato. È noto che anche le piccole perdite possono causare danni significativi in caso di condizioni sfavorevoli nelle zone sensibili (ad esempio sulla fauna e sulla flora bentoniche e sui sedimenti) e le conoscenze riguardo all'impatto di molte sostanze chimiche tossiche, tra cui i metalli pesanti e i composti organoalogenati, sull'ambiente marino sono molto scarse. Per poter accertare i potenziali effetti cronici degli sversamenti di petrolio occorre intensificare l'attività di monitoraggio e di ricerca (ITOPF, 1997).

13.2.4. Calamità naturali

Gli eventi naturali che possono minacciare l'ambiente e l'uomo sono le tempeste di vento, gli uragani, le burrasche, le inondazioni, i tornado, i cicloni, i danni provocati dal gelo, le ondate di calore, i grandi incendi, le bufere di neve, i tifoni, le tempeste di grandine, i sismi e le eruzioni vulcaniche. Alcune forme di degrado ambientale, come la deforestazione e la desertificazione, possono contribuire alla creazione o all'amplificazione di alcuni di questi eventi naturali (cfr. capitolo 11).

A differenza degli incidenti industriali, le calamità naturali rappresentano un'importante "dinamica" del processo di evoluzione dell'ambiente; a causa del loro carattere di variabilità, in termini di dimensioni e di conseguenze, è difficile fornire definizioni precise. Come per gli incidenti industriali, tuttavia, la natura e la portata del loro impatto dipende sia dalle caratteristiche dell'evento stesso sia da fattori di origine antropica, come la densità demografica, le misure di prevenzione adottate contro le calamità naturali e la pianificazione degli interventi di emergenza. Le calamità naturali possono anche fungere da catalizzatori per gli incidenti tecnologici o aggravarne gli effetti.

Come risulta dalla figura 13.3 (OCSE, 1997), il numero di disastri naturali segnalati ogni anno dei quali possono essere ritenute parzialmente responsabili le attività umane, in quanto dovuti al cambiamento climatico o a modifiche nell'assetto del territorio (escludendo quindi i sismi e le eruzioni vulcaniche) è aumentato in tutto il mondo. L'aumento demografico nelle aree vulnerabili come le coste e i bacini idrologici, abbinato allo sviluppo dell'attività industriali nelle stesse

Figura 13.2 Numero degli sversamenti accidentali nei mari europei e quantità di petrolio sversato, 1970-96

numero degli sversamenti di petrolio perdite annue di petrolio in migliaia di tonnellate

Nota: solo sversamenti superiori alle 700 tonnellate

Fonte: ITOPF, 1997

Figura 13.3 Numero di catastrofi naturali, 1980-1996

numero di catastrofi
in altre parti del mondo
in Europa

Nota: comprende tempeste di vento, uragani, burrasche, inondazioni, tornado, cicloni, danni provocati dal gelo, ondate di calore, grandi incendi, bufere di neve, tifoni e tempeste di grandine. Sono esclusi i sismi e le eruzioni vulcaniche.

Fonte: OCSE, 1997

zone ha contribuito a un buon numero di catastrofi.

Gli eventi cui viene fatto riferimento nella figura 13.3 si sono verificati per la maggior parte nei paesi in via di sviluppo. Tuttavia, una tendenza analoga risulta evidente anche in alcune regioni d'Europa, in particolare in quelle meridionali e orientali.

In Europa, come in tutto il mondo, le tempeste e le inondazioni sono gli eventi naturali che si verificano più frequentemente e i più costosi in termini di perdite economiche e indennizzi assicurativi (cfr. tabella 13.2). I danni causati dalle inondazioni dipendono dalla durata dell'evento e dall'altezza raggiunta dal livello dell'acqua, dalla topografia e dalla destinazione d'uso del terreno inondata, dalle misure di difesa previste e dal grado di preparazione della popolazione colpita. Le attività umane possono influire sia sulla frequenza sia sulle conseguenze delle alluvioni. Il drenaggio delle zone paludose e la canalizzazione dei fiumi, ad esempio, aumentano il pericolo di piene e le strade possono agire da convogliatori di acqua, causando frane. Le cause dell'inondazione dei bacini idrografici dell'Oder e della Vistola nel 1997, descritta nel riquadro 13.3, sono riconducibili in gran parte a problemi di questo tipo.

Dalla fine degli anni Ottanta si è verificato un aumento degli eventi naturali di grande portata (Swiss Re, 1993). In una cittadina del confine franco-tedesco (Kehl), ad esempio, tra il 1900 e il 1977 le acque del Reno avevano superato i sette metri oltre il livello di piena solo quattro volte, ossia circa una volta ogni 20 anni. Da allora, tale livello è già stato raggiunto 10 volte, ossia circa una volta ogni due anni (UWIN, 1996), con una moltiplicazione delle perdite economiche. I dati della Munich Re (1997) indicano che in Europa, nel periodo 1990-96 le perdite economiche dovute a inondazioni e frane sono state quattro volte superiori alle perdite subite nel decennio 1980-89 e pari a 12,5 volte le perdite subite negli anni Sessanta. L'ammontare degli indennizzi assicurativi versati a seguito di inondazioni è salito da 608 milioni di USD nel decennio 1980-89 a 1 815 milioni di USD nel periodo 1990-96. In considerazione del danno economico e degli enormi sconvolgimenti sociali che possono derivare dalle calamità naturali, diventa imperativo prestare maggiore attenzione ai rischi naturali e alla loro interazione con gli interventi dell'uomo sull'ambiente.

13.3. Prospettive nel campo della prevenzione degli incidenti e dei disastri naturali

Le interazioni tra la società umana e l'ambiente naturale sembrano evidenziare una crescente vulnerabilità nei confronti dei rischi naturali, come dimostra la costante tendenza all'aumento delle perdite economiche e degli indennizzi assicurativi a seguito di catastrofi naturali (sottoparagrafo 13.2.4). Nel seguente sottoparagrafo sono illustrate le strategie messe a punto in Europa dagli operatori dell'industria e dalle autorità preposte alla regolamentazione e alla pianificazione per la gestione dei vari tipi di rischi rilevanti descritti sopra.

13.3.1. Incidenti industriali di grandi proporzioni

Gli incidenti di grande portata che hanno messo in evidenza la necessità di una politica di regolamentazione degli impianti potenzialmente pericolosi (ad esempio quello di Flixborough nel 1974 e quello di Seveso nel 1976) avevano in comune

Tabella 13.2 Gravi inondazioni verificatesi negli anni Novanta

Inondazione (fiume/anno)	Vittime (in miliardi di ECU)*	Danni	Osservazioni
Tazlau (Romania) 1992 di Tazlau	107	0,05	rottura della diga

Ouveze 1992		41	
campeggio			
Reno/Mosa 1993-94		10	1,1
Po	1994	63	
10	intero bacino coperto da uno strato di fango		
fino a 60 cm			
Reno 1995			1,6
evacuazione di 240 000 abitanti nei Paesi			
Bassi			
Bacini del Glomma			
e del Trysil (Norvegia) 1995		0,3	
Fiume dei Pirenei 1996	85		
campeggio			
Oder e Vistola 1997	105	5,9	195 000
persone evacuate, ingenti danni materiali			

* stimato

Fonte: AEA-ETC/IW

una serie di caratteristiche: le autorità locali non sapevano quali sostanze chimiche venivano utilizzate e in quali quantità e non conoscevano a sufficienza i processi di lavorazione per sapere che tipo di sostanze chimiche o di energia potevano essere prodotti o rilasciati in caso di incidente. Inoltre mancava un piano di emergenza. Data la situazione, nella prima direttiva "Seveso" fu quindi dato ampio spazio alle disposizioni riguardanti la generazione e il controllo del flusso di informazioni tra i diversi attori del processo di gestione del rischio. La seconda direttiva "Seveso" contiene alcune nuove disposizioni importanti (Amendola, 1997) quali:

- maggiori obblighi per le autorità competenti;
- sviluppo, da parte delle aziende, di politiche di prevenzione degli incidenti rilevanti in presenza di circostanze specifiche;
- l'introduzione di una nuova categoria di sostanze pericolose definite "pericolose per l'ambiente";
- il collaudo dei piani di emergenza;
- criteri più espliciti per la notifica degli incidenti;
- maggiore accesso del pubblico alle informazioni.

Riquadro 13.3: L'alluvione del 1997

Cosa è accaduto?

Nel luglio 1997 l'Europa ha subito una delle più devastanti inondazioni della storia. Vaste parti della Polonia meridionale, della Repubblica ceca orientale e della Repubblica slovacca occidentale sono state inondate a seguito di piogge eccezionalmente abbondanti. Nelle località più colpite, in pochi giorni le precipitazioni sono state pari a quelle di un intero anno (585 mm in cinque giorni registrati in una stazione pluviometrica ceca). Molti corsi d'acqua nei bacini dell'Oder, del Labe (Elba), della Vistola e della Morava sono straripati rompendo gli argini; le acque in piena, nella loro corsa verso valle, hanno inondato paesi e travolto case e ponti. Gli scarichi industriali e i reflui fognari si sono mescolati alle acque alluvionali, contaminando tutto ciò con cui venivano a contatto: terreni agricoli, magazzini, uffici e abitazioni.

L'alluvione ha colpito un quarto della Polonia, un'area abitata da 4,5 milioni di persone, con circa 1400 città e paesi. Le città di Opole, Klodzko e Wroclaw sono state devastate. Nella sola Polonia i danni sono stati i seguenti: 400 000 ettari di terreno agricolo contaminati, 50 000 abitazioni distrutte, oltre 5 000 suini e un milione di capi di pollame perduti, 170 000 linee telefoniche interrotte, 162 000 persone evacuate e 55 vittime, danni alle infrastrutture riguardanti 480 ponti, 3177 chilometri di strade e 200 chilometri di ferrovia. Il totale dei danni è stato stimato intorno ai 4 miliardi di USD.

Nella Repubblica ceca l'inondazione ha causato 2,1 miliardi di USD di danni. 40 persone sono morte travolte dalla corrente e altre 10 per attacchi cardiaci e infezioni dovuti all'alluvione. Circa 2 150 abitazioni sono state distrutte, 18 500 danneggiate e in totale 26 500 persone evacuate. In Germania circa 6 500 persone hanno dovuto abbandonare le loro case. Nella regione più colpita della Germania, il Brandeburgo, i costi sono stati stimati intorno ai 361 milioni di USD. In molti dei paesi colpiti l'alluvione è stata una vera e propria tragedia nazionale che ha provocato il caos nelle comunicazioni, reso necessario il ricorso a aiuti umanitari, e rivelato gravi carenze nei piani di emergenza e nella preparazione nei confronti dei rischi.

Tra le conseguenze ecologiche è stato segnalato l'aumento delle concentrazioni di nutrienti e inquinanti nell'estuario dell'Oder. Le acque in piena hanno portato con sé metalli pesanti, oli minerali e sostanze organiche in tracce come la simazina e l'atrazina. Nell'Oder la concentrazione di azoto era da sei a otto volte superiore alla media del 1996, quella dei fosfati 16 volte superiore.

Cause

La piena è stata causata dalle abbondanti precipitazioni, ma l'impatto è stato amplificato dagli interventi dell'uomo sull'ambiente. In particolare, le attività umane avevano ridotto il potenziale di ritenzione idrica di diversi bacini inondatai. La distruzione di foreste e zone umide fluviali, la canalizzazione di corsi d'acqua e fiumi montani, la distruzione della vegetazione lungo gli argini, la rimozione di elementi di protezione naturale (siepi, piccoli boschi e macchie di vegetazione) e il drenaggio dei terreni agricoli hanno tutti contribuito a ridurre la capacità di assorbimento del terreno. Le opere di rettificazione dell'Oder e della Vistola attuate nello scorso decennio hanno reso questi bacini più suscettibili alle inondazioni, che da allora sono diventate un evento quasi regolare. Ma i segnali d'allarme sono stati ignorati.

Lezioni imparate

L'inondazione del 1997 ha messo in evidenza diverse carenze nelle misure di difesa dai pericoli naturali in atto nelle zone alluvionate. L'inefficacia dei controlli sull'uso del territorio ha permesso l'insediamento residenziale e industriale in zone a rischio, amplificando il danno. Gli argini e le protezioni contro le inondazioni erano in cattivo stato. L'inefficienza dei sistemi di comunicazione e la mancanza di coordinamento tra forze di polizia, vigili del fuoco, protezione civile ed esercito hanno ostacolato le operazioni di emergenza. I conflitti giurisdizionali tra le autorità locali e il governo centrale durante queste ultime hanno messo in evidenza l'inadeguatezza della gestione "burocratica" di questi eventi naturali e dell'approccio "command-and-control". In pratica chi ha svolto un ruolo vitale nell'aiutare la popolazione a riprendersi e ad avviare la ricostruzione delle località distrutte sono state le amministrazioni locali, le ONG e le aziende.

Questa esperienza ha costretto gli Stati delle zone colpite a riflettere sull'opportunità di mettere a punto nuovi metodi per la prevenzione delle alluvioni e per la sicurezza ambientale. E' stato riconosciuto che è necessario cambiare atteggiamento: smettere di considerare la prevenzione e la risposta ai rischi naturali come un problema squisitamente tecnico e cominciare invece a considerarle parte dell'interazione dinamica tra uomo e natura, secondo un'impostazione che richiede maggiore consapevolezza e conoscenza delle interazioni esistenti tra le attività umane e i sistemi naturali.

Fonti: REC, 1997; Christine Bismuth & Marian Pohl, Umweltbundesamt; Bismuth *et al.*, 1998; Punti focali nazionali della Repubblica ceca, della Polonia e della Repubblica slovacca.

La seconda direttiva "Seveso" impone anche l'adozione di politiche di gestione del territorio che tengano conto dei pericoli di incidenti rilevanti che possono avere importanti conseguenze a livello socio-organizzativo, specialmente nei paesi in cui al momento non vigono disposizioni in materia:

- coinvolgimento di una più ampia rosa di autorità, in particolare di quelle preposte alla pianificazione locale, nelle decisioni circa la compatibilità di nuovi sviluppi con l'attuale uso del territorio;
- maggiore partecipazione al processo decisionale da parte del pubblico, che dovrà svolgere un ruolo molto più attivo nella politica di gestione del rischio in generale.

L'inquinamento chimico derivante dall'attività industriale e da altre attività può avere risvolti transfrontalieri. Per la regolamentazione di questo aspetto è stata adottata la convenzione UNECE sugli effetti transfrontalieri degli incidenti industriali (Helsinki, 1992), recentemente revisionata (Ginevra, 1997). Questa convenzione prevede l'adozione di misure che consentano di prevenire, prepararsi all'eventualità e affrontare incidenti industriali che possono avere effetti transfrontalieri. Inoltre prevede la cooperazione internazionale in questo settore e obbliga le parti contraenti a istituire e a utilizzare sistemi di notifica degli incidenti compatibili ed efficienti al fine di ottenere e trasmettere informazioni utili al contenimento degli effetti transfrontalieri.

Per l'approccio integrato cui è ispirata, il carattere vincolante delle disposizioni in essa contenute, e per il fatto che conferisce l'autorità di proibire le attività inaccettabili e istituisce un sistema di controllo che coinvolge gli operatori dell'industria, le autorità competenti degli Stati membri e la Commissione europea, la seconda direttiva "Seveso" rappresenta un modello per l'Europa orientale. In nessun'altra parte del mondo esistono quadri normativi transnazionali di pari ampiezza.

13.3.2 Incidenti nucleari lievi e rilevanti

Benché l'incidente di Cernobil non abbia fornito nessuno spunto di rilevanza specifica né per la messa a punto di quadri normativi in materia di impianti nucleari, né per la progettazione degli stessi, ad eccezione dei reattori dello stesso tipo (RBMK), questo evento ha lanciato una nuova sfida all'Europa, mettendo in luce, ad esempio, la necessità di disporre di piani di emergenza più efficienti a livello nazionale e internazionale in caso di gravi incidenti nucleari.

Attualmente, in materia di sicurezza nucleare vengono perseguiti due obiettivi:

- Ridurre ulteriormente la probabilità di incidenti rilevanti nelle nuove centrali nucleari e, nel caso in cui si verificano, limitare i loro effetti ai confini del sito.
- Definire principi generali in materia di sicurezza accettati e applicati con forza di legge in tutti i paesi, che implicino la promozione permanente di una maggiore consapevolezza a tutti i livelli, in materia di sicurezza nucleare e protezione ambientale.

I nuovi rapporti avviati all'inizio degli anni Novanta tra i PECO e gli NSI e il resto d'Europa hanno creato condizioni favorevoli per l'ulteriore sviluppo di una dimensione internazionale della sicurezza nucleare. Nel 1994 è stata adottata una convenzione internazionale sulla sicurezza nucleare, mirante soprattutto a raggiungere livelli di sicurezza più uniformi - e più elevati - nelle centrali nucleari. I problemi specifici della sicurezza nucleare nell'Europa orientale vengono affrontati da un gruppo di 24 paesi comprendente paesi dell'Europa occidentale, il Canada, gli Stati Uniti e il Giappone, con il sostegno finanziario dei programmi TACIS e PHARE della CE e la concessione di prestiti a tasso agevolato da parte dell'EURATOM e della BERS.

L'AIEA ha istituito nel 1983 il programma OSART, per la verifica della sicurezza operativa degli impianti nucleari da parte di squadre internazionali di esperti, su richiesta del governo del paese ospite. Alla fine di settembre del 1997 le missioni completate erano 89 (di cui 53 su reattori europei), presso 62 centrali nucleari in 30 paesi. Le missioni OSART si stanno dimostrando particolarmente utili per migliorare la sicurezza delle centrali nucleari nei PECO.

Se, nonostante tutte queste misure, dovesse verificarsi un'emergenza nucleare, i paesi sono tenuti a fornire rapidamente una serie di informazioni affidabili e appropriate. A questo scopo l'AIEA e la Commissione europea hanno istituito appositi sistemi di comunicazione per la trasmissione di informazioni urgenti tra le stesse e i rispettivi Stati membri.

13.3.3. Incidenti marittimi

Al fine di ridurre i rischi di incidenti marittimi e i danni ambientali da essi causati sono stati stipulati diversi accordi internazionali. Oltre alle convenzioni che affrontano questi problemi a livello mondiale (come la convenzione internazionale per la prevenzione dell'inquinamento marino da petrolio, 1954), esistono diverse convenzioni regionali, ad esempio per la regione del Mar Baltico, per l'Atlantico nordorientale e per il Mar Nero.

La convenzione internazionale sulla preparazione, la risposta e la cooperazione in caso di inquinamento da petrolio, successivamente rinominata convenzione OPRC, intesa a prevenire l'inquinamento marino causato dagli sversamenti di petrolio, impone agli stati membri l'adozione di un sistema nazionale di pronta risposta a questi incidenti, in accordo con il principio di precauzione. Questo implica la disponibilità in loco di un minimo di attrezzatura per le operazioni di risanamento in caso di sversamenti di petrolio. Le parti contraenti si impegnano a fornirsi assistenza reciproca in caso di emergenze. Inoltre possono offrire assistenza per la realizzazione di sistemi di risposta in altri paesi, ad esempio quelli in via di sviluppo. L'Organizzazione marittima internazionale (OMI) fornisce supporto e cooperazione tecnologica ai paesi in via di sviluppo per consentire loro l'accesso alla convenzione OPRC. A gennaio 1998 i paesi aderenti alla convenzione erano 35 (di cui 11 europei).

La sicurezza delle petroliere è una delle voci principali del programma dell'OMI per la protezione dei mari. La flotta mondiale di petroliere sta diventando obsoleta ed esiste una correlazione tra obsolescenza e tasso di incidenti. La maggior parte delle petroliere è stata costruita negli anni Settanta, e a quei tempi non vi era l'obbligo dell'osservanza di molte delle norme più severe oggi vigenti. Al momento, solo 251 delle 3 500 petroliere operanti nel mondo sono munite di doppio scafo. Nel giro di pochi anni il grosso del tonnellaggio della flotta mondiale di petroliere dovrà essere munito di doppio scafo oppure demolito. Secondo l'OMI, tuttavia, l'applicazione di questa misura dovrà essere scaglionata su un certo numero di anni, anche a causa della limitata capacità dei cantieri.

13.3.4. Disastri dovuti a calamità naturali

L'interazione tra attività umane e eventi naturali, cui si è accennato nel sottoparagrafo 13.2.4, ha aumentato il potenziale di rischio per la salute umana e l'ambiente e la pianificazione dell'uso del territorio assume un ruolo cruciale al fine di mitigare o evitare questi problemi.

Le Nazioni Unite hanno inaugurato il Decennio internazionale per la prevenzione delle catastrofi naturali (IDNDR 1990-2000) per sensibilizzare i cittadini in merito a quanto possono fare per mettersi al sicuro dalle conseguenze delle calamità naturali. La conferenza mondiale sulla riduzione delle catastrofi naturali tenutasi nel 1994 a Yokohama è stata uno dei momenti centrali dell'opera di sensibilizzazione svolta dall'IDNDR, e ha delineato i principi guida per la prevenzione dei disastri naturali, le misure di protezione e la mitigazione delle conseguenze, ivi compresi i seguenti punti:

- valutazione del rischio;
- prevenzione dell'evento e misure di protezione come parte integrante della politica di sviluppo e delle procedure di pianificazione;
- sistemi di pronto allarme;
- misure preventive che prevedano la partecipazione a tutti i livelli: dalle amministrazioni locali al governo nazionale, dal livello regionale a quello internazionale;
- formazione e addestramento;
- condivisione delle tecnologie per prevenire, ridurre e mitigare i disastri.

Le linee guida dell'IDNDR forniscono ai vari paesi un quadro di riferimento e un'opportunità di contribuire a una strategia globale per la gestione dei rischi naturali. Molti paesi, tra cui anche diversi Stati europei, hanno preparato piani nazionali per la realizzazione di una serie di attività miranti a ridurre l'impatto delle calamità naturali nel prossimo secolo.

La possibilità che l'effetto serra dia luogo a un aumento della frequenza e della portata di eventi eccezionali come uragani e inondazioni, potenzialmente la più importante delle interazioni tra attività umane e calamità naturali, è discussa nel capitolo 2. Questo rischio, insieme alle inondazioni

che si sono verificate di recente, ha indotto molti paesi europei a preparare "piani di intervento contro le alluvioni", in genere sotto forma di attività speciali da integrare nei programmi esistenti di gestione dei bacini idrografici. Le raccomandazioni e le linee guida affrontano principalmente il contenimento delle acque in piena, il miglioramento delle tecniche di previsione delle inondazioni e la riduzione del potenziale di danno (ad esempio limitando l'edificazione in luoghi soggetti a inondazioni). Sono in corso di adozione misure volte ad aumentare la consapevolezza del pubblico nei confronti del rischio di inondazioni e a fornire consulenza su questo tipo di eventi naturali.

Bibliografia

Amendola, A. (1997). *Approaches to risk analysis in the European Union*. Séminaire Euroforum: Analyse Quantitative des Risques. Paris, France.

Bismuth, C., Schmitz, E., Wiemann, A. (1998). *Das Oderhochwasser*. Umweltbundesamt. Germany.

CE (1988). *Relazione sull'applicazione negli Stati membri della direttiva 82/501/CEE del 24 giugno 1982 sui rischi di incidenti rilevanti commessi con determinate attività industriali*. COM(88) 261. Bruxelles, Belgio.

- CEC (1996). *Proceedings of the first international conference: The radiological consequences of the Chernobyl accident*. Minsk, 18-22 March 1996. EUR report 16544, 1192 pages. Office of Official Publications of the European Community, Luxembourg.
- CEC (1998). *Atlas of caesium deposition on Europe after the Chernobyl accident*. EUR report 16733. Office of Official Publications of the European Community, Luxembourg.
- Drogaris, G. (1993). *Learning from Major Accidents Involving Dangerous Substances*. *Safety Science*, No 16.
- EC/IAEA/WHO (1996). *Proceedings of an International Conference: One Decade after Chernobyl - Summing up the Consequences of the Accident*. Vienna, 8-12 April 1996. IAEA Vienna, Austria.
- Consiglio europeo (1982). *Direttiva 82/501/CEE del Consiglio sui rischi rilevanti connessi con determinate attività industriali ("Seveso I")*. Gazzetta ufficiale delle Comunità europee.
- Consiglio europeo (1997). *Direttiva 96/82/CE del Consiglio sul controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose ("Seveso II")*. Gazzetta ufficiale delle Comunità europee.
- I TOPF (1997). International Tanker Owners Pollution Federation, www-page <http://www.itopf.com/>, London, UK.
- Munich Re Insurance Company (1997). Personal communication and Munich Re-Topics, *Annual review of natural catastrophes 1996*.
- OECD (1997). *OECD Environmental Data Compendium 1997*. OECD, Paris, France.
- Rasmussen, K. (1996). *The Experience with the Major Accident Reporting System from 1984 to 1993*. CEC, EUR 16341 EN.
- REC (1997). *The Bulletin: Quarterly Newsletter of the Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe*, No 2, Vol. 7, Summer 1997.
- Swiss Re Insurance Company (1993). *Natural Catastrophes and Major Losses in 1992: Insured Damage Reaches New Record Level*. In *Sigma Economic Studies*. Ed: E. Rudolph.
- UWIN (1996). *Worldwatch Paper on River and Wetland Development*. Universities Water Information Network, Southern Illinois University, Carbondale, USA.