

Modello di dati GIS a supporto delle attività inerenti la sicurezza degli Stabilimenti a Rischio di Incidente Rilevante

Maria Paola Bogliolo (*), Marina Funaro (*)

(*) ISPESL - Centro Ricerche - Via Fontana Candida, n. 1 - 00040 Monteporzio Catone (Roma), Italia Tel 06-94181525 - e-mail mariapaola.bogliolo@ispesl.it

Riassunto

E' presentato un Sistema Informativo Geografico che gestisce e rappresenta le principali informazioni necessarie a valutare il livello complessivo di sicurezza di un'area in relazione alla presenza di stabilimenti industriali a rischio di incidente rilevante (RIR). Il GIS è stato progettato creando un modello di dati definito nelle seguenti componenti: sistema di rappresentazione cartografica; dominio di lavoro; scale di rappresentazione; contenuti e fonti di reperimento dei dati; organizzazione del database geografico e alfanumerico; implementazione di alcune funzioni. Il GIS è stato concepito per essere popolato in maniera semi-sistematica per le principali aree del territorio nazionale interessate da stabilimenti RIR ed essere reso disponibile via *web* ai vari attori coinvolti negli adempimenti derivanti dal D.Lgs 334/99. Lo scopo è quello di mettere a disposizione degli utenti un riferimento generale dal quale estrarre informazioni per descrivere il contesto territoriale dello stabilimento ed una sorta di *framework* uniforme da integrare con informazioni specifiche. Un prototipo del GIS è stato realizzato per l'area della Conca di Terni.

Summary

A Geographic Information System is shown, aimed at managing and reporting main information needed to estimate the safety level of areas interested by industrial plants capable of causing major accidents. A data-model was created, defining the following items: cartographic reference for display; work domain, scale and resolution of data; contents and data sources; organization of the geographic and alpha-numeric data-base; activation of some functions. The GIS was devised to be systematically populated for the main Italian areas where Seveso plants are present, and to be distributed via web to different entities involved in the execution of the D.Lgs. 334/99 (derived by the Seveso European Directive). The goal is to provide users with a general reference to extract information from, and a basic framework into which adding particular information needed for different tasks. The GIS was built up as a prototype for the area centered at Terni (Umbria).

Introduzione

Il D.Lgs. 334/99 e le successive modifiche pongono fortemente l'esigenza di una analisi dei rapporti spaziali tra gli stabilimenti a rischio di incidente rilevante (RIR) e gli elementi del territorio circostante, ai fini di una valutazione del rischio e di conseguenti eventuali provvedimenti di pianificazione territoriale e di gestione delle emergenze.

In particolare, il D.Lgs. 238/05, attuazione della cosiddetta Direttiva europea "Seveso ter" (2003/105/CE), prescrive che il Rapporto di Sicurezza, che le Aziende RIR devono presentare ai sensi dell'art. 8 del D.Lgs. 334/99, sia integrato da una "valutazione dell'ampiezza e della gravità delle conseguenze degli incidenti rilevanti identificati, nonché piante, immagini o adeguata cartografia delle zone suscettibili di essere colpite da siffatti incidenti derivanti dallo Stabilimento". In effetti, una valutazione completa del rischio deve rispondere alle domande "quando", "come" e "dove". La risposta a quest'ultima domanda consiste nel fornire mappe di distribuzione del rischio

che, quando i possibili effetti di un incidente si estendono al di fuori del perimetro dello stabilimento, richiedono la conoscenza della posizione o distribuzione sul territorio delle sorgenti di rischio e della vulnerabilità, in termini di popolazione, strutture, infrastrutture e beni ambientali.

Molti degli adempimenti legati all'attuazione del D.Lgs. 334/99 sono basati su queste informazioni di tipo geografico. Basta citare brevemente l'attuazione dei provvedimenti di pianificazione urbanistica e territoriale (D.M., 2001), la predisposizione dei Piani di Emergenza Esterna (D.P.C.M., 2005), gli studi integrati d'area nelle zone ad elevata concentrazione di stabilimenti (D.Lgs., 1999).

Riconoscendo queste esigenze, ed in linea con il moderno approccio spaziale all'informazione, i principali *software* per l'analisi e la stima del rischio connesso alla presenza di stabilimenti RIR supportano in maniera più o meno completa la rappresentazione geografica dell'area studiata (es. ARIPAR-GIS (Egidi et al., 1995), Risk Curves (T.N.O., 2008), etc.), che permette di evidenziare le aree di danno e le isolinee di rischio su una base di riferimento cartografico.

La pratica attuativa degli adempimenti già citati, si scontra però con le difficoltà causate dalla mancanza di un linguaggio geografico omogeneo e condiviso e di riferimenti geografici comuni, che ostacola il trasferimento e l'interscambio di informazione tra i diversi attori coinvolti (gestori, regioni, province, prefetture, organi di stato), che devono essere in grado di leggere ed integrare i propri contenuti con quelli prodotti da altri. Inoltre, al momento di reperire l'informazione sul territorio di interesse, ci si trova di fronte ad un *overflow* di dati tra i quali non è sempre facile estrarre quelli di interesse e distinguere quelli affidabili e aggiornati, anche perchè non sempre si è a conoscenza delle fonti di dati disponibili, o non si hanno le conoscenze adatte ad estrarre l'informazione utile da *data-set* complessi o orientati ad altri scopi.

In sintesi, la breve analisi condotta ci ha portato a cogliere l'esigenza di promuovere anche in questo campo disciplinare, tradizionalmente "non geografico", un linguaggio comune che garantisca l'accuratezza e la completezza geografica dei dati e che faciliti la costruzione e l'interscambio, tra le varie entità a vario titolo competenti in materia, dell'informazione geografica connessa alla presenza sul territorio degli stabilimenti a rischio.

Coerentemente con i compiti dell'ISPESL, tra i quali ci sono quelli di dare indicazioni di buone prassi, elaborare norme di buona tecnica, stilare linee guida, nelle proprie aree di competenza, ed in risposta alle esigenze individuate, è stata concepita l'idea di creare una base-dati in grado di convogliare in forma geografica le principali informazioni necessarie a valutare il livello di sicurezza di un'area dal punto di vista del RIR. Tale prodotto, una volta reso disponibile via web per le principali aree interessate da stabilimenti RIR, potrebbe essere un riferimento da cui estrarre un set di dati di base geograficamente corretti e costituire il *framework* all'interno del quale i diversi attori possano costruire il set informativo di interesse, ottenendo un prodotto dove controllare la congruità dei dati derivati da diverse fonti, facilmente integrabile e interscambiabile.

Il lavoro, condotto nell'ambito di un progetto finanziato dal Ministero della Salute, è tuttora in corso. Attualmente è conclusa la fase di progettazione del sistema, e ne è stato realizzato un prototipo popolando il GIS con i contenuti relativi ad un'area campione individuata nella conca di Terni. Quando la sperimentazione sarà completata per più aree, il sistema potrà essere reso disponibile via *web* dal sito istituzionale dell'ISPESL.

Il modello di dati

Il prodotto principale del lavoro condotto finora è un modello di dati che definisce il GIS nelle seguenti componenti:

- Sistema di riferimento cartografico della rappresentazione;
- Dominio di lavoro;
- Scale di riferimento e risoluzione dei dati;

- Contenuti: questi sono stati definiti in termini di *layer* tematici e fonti di reperimento dei dati. La selezione dei contenuti è stata effettuata tra le informazioni che rispettavano tre requisiti di base:

- la significatività ai fini di una rappresentazione geografica degli elementi di rischio;
- l'influenza come fattore di rischio, nella componente di pericolosità o di suscettività;
- l'affidabilità, l'economicità e la facilità di reperimento semi-sistematico.

Questi requisiti dovrebbero garantire come risultato un prodotto leggibile, significativo e affidabile, anche se con caratteristiche di base, rendendo parimenti possibile la realizzazione e la gestione sufficientemente speditiva del GIS per diverse aree territoriali;

- Organizzazione delle informazioni (struttura del database geografico e alfanumerico);
- Implementazione di alcune funzioni, quali l'interfacciamento con database tematici e la rappresentazione delle aree di danno.

Come già sottolineato, il *data-model* progettato è finalizzato alla creazione di un GIS inteso come quadro di riferimento generale, un supporto da cui ricavare informazioni geograficamente rigorose e su cui implementare le diverse applicazioni in maniera omogenea, interscambiabile e integrabile. Non ha quindi pretese di completezza, nel senso che i diversi adempimenti (Piani di emergenza, stime del rischio, etc.) richiederanno di volta in volta l'aggiunta di informazioni specifiche e dettagliate, cui in genere avranno accesso solo gli attori di tali adempimenti.

Organizzazione e caratteristiche del data-base geografico

Di seguito vengono illustrate le principali caratteristiche del sistema creato.

Il sistema di riferimento scelto, a cui uniformare tutte le informazioni geografiche e le relative rappresentazioni è l'UTM, nei fusi 32 e 33, su datum WGS84.

Per le scale di rappresentazione, è la normativa che fornisce i riferimenti principali (D.P.C.M., 1989). In base ad essa, è stata fissata una scala minima di rappresentazione di 1:25000, ed un dettaglio delle informazioni corrispondente almeno alla scala 1:10000 ogni qualvolta possibile. La scala massima è stata fissata a 1:1000: a scale maggiori, l'estensione rappresentabile è in genere interna al perimetro dello stabilimento e gli elementi rappresentati con dettaglio adeguato sono i diversi impianti e strutture presenti. Perde quindi utilità un GIS geografico in senso stretto, e può essere sufficiente riferirsi alle planimetrie CAD fornite nei Rapporti di Sicurezza.

Per quanto riguarda il dominio, la normativa (D.P.C.M., 1989) prevede un'estensione di almeno 5 km intorno allo stabilimento: in aree interessate da più stabilimenti a RIR, si è deciso di utilizzare la distanza di 5 km per la fascia di inviluppo di tutti gli impianti più esterni dell'area di interesse.

In Fig. 1 sono riportati l'elenco dei contenuti, l'organizzazione del database e le fonti di dati individuate.

I contenuti sono in gran parte già definiti dalla normativa (D.M., 2001; D.P.C.M., 2005; D.Lgs., 1989; D.P.C.M., 1989), che fornisce indicazioni puntuali sugli elementi da prendere in considerazione per valutare i diversi aspetti del rischio territoriale e ambientale e pianificare il territorio. A partire da queste e dalle conoscenze derivate dall'esperienza operativa, è stata derivato l'elenco dei *layer* tematici da includere nel *data-base*, selezionando quelli più determinanti.

E' stata poi fatta una ricognizione per individuare quali *data-set* disponibili a livello nazionale, affidabili, facilmente reperibili ed economici, contenessero le informazioni necessarie. Per ciascun contenuto tematico è stata quindi definita la possibile fonte dei dati e messi a punto i criteri di elaborazione/trasformazione/estrazione necessari ad ottenere dal *data-set* iniziale le informazioni tematiche di interesse al dettaglio richiesto.

I *data-set* "Cartografia" e "Morfologia" (Fig. 1) raccolgono le informazioni che servono da riferimento geografico di base. L'immagine da satellite costituisce il riferimento più significativo: le immagini estraibili da *Google Earth*, che rappresentano la fonte più agevole ed economica, non sempre hanno un livello di accuratezza della georeferenziazione sufficiente per le scale di lavoro di cui si tratta: ove possibile, quindi vengono impiegate immagini acquistate appositamente e ortorettificate. Nel *data-set* "Sorgenti di rischio" sono state raccolte le informazioni che permettono

di definire le caratteristiche principali della pericolosità legata alla presenza industriale. Sono stati definiti gli attributi del layer "Top events-scenari" e le relazioni con gli altri layer presenti nel geodatabase. I data-set "Vulnerabilità territoriale" e "Vulnerabilità ambientale" descrivono la distribuzione e le caratteristiche degli elementi suscettibili di danno nell'ipotesi del verificarsi di un evento incidentale. I dati contenuti in "Rischi naturali/criticità" consentono di evidenziare la distribuzione dei rischi e dei fattori che possono potenzialmente scatenare o aggravare le conseguenze di un evento incidentale.

I fattori di vulnerabilità, insieme a quelli di pericolosità, permettono di stimare il rischio individuale e collettivo derivante dalla presenza industriale nell'area, per uno specifico stabilimento e complessivamente per le aree ad elevata concentrazione di stabilimenti RIR, e di valutarne la compatibilità. I prodotti di questo tipo di analisi vengono raccolti nel data-set "Analisi, Stima del rischio".

DATA-SET	LAYERS	TIPO	UTILIZZO	FONTI di DATI
Cartografia	Dominio di studio	V	Rif.cartog.	IKONOS, Quickbird (ortorettif. + pan-sharp.) Regione Uffici provinciali del Catasto ISTAT DBPrior, Teleatlas DBPrior, PRG comunali DBPrior, PRG comunali CTR, PRG comunali, TLR, ISPESL MATTeM, ISPRA
	Immagine Telerilevata alta risoluzione	R	Rif.cartog., Fonte di dati	
	Carta Tecnica Regionale 1:5000 o 1:10000	V o R	Rif.cartog.	
	Mappe Catastali 1:2000	R o V	Rif.cartog.	
	Limiti amministrativi provinciali e comunali	V	Rif.cartog.	
	Reticolo idrografico principale	V	Rif.cartog.	
	Viabilità stradale di dettaglio	V	Rif.cartog.	
	Viabilità ferroviaria di dettaglio	V	Rif.cartog.	
	Stabilimenti industriali principali (RIR art. 8 e art.6; INES) - perimetri	V	Rif.cartog., Stime	
	Stabilimenti industriali principali (RIR art. 8 e art.6; INES)	DB	Stime	
Morfologia	DEM alta risoluzione - >=20 m	R	Rif.cartog., Stime	IGM, Regione (interpolazione da CTR)
Sorgenti di rischio	Planimetria CAD impianti per stabilimenti RIR	V	Analisi	Rapporti di Sicurezza
	Top events + scenari e distanze di danno	V	Analisi	Rapporti di Sicurezza
Vulnerabilità territoriale	Uso del suolo produttivo	V	Analisi	PRG comunali, PTCP provinciali
	Uso del suolo residenziale	V	Analisi	PRG comunali, PTCP provinciali
	Luoghi di concentrazione di persone con mobilità limitata	V	Analisi	PRG comunali, PTCP provinciali
	Luoghi soggetti ad affollamento (al chiuso e all'aperto)	V	Analisi	PRG comunali, PTCP provinciali
	Nodi di trasporto *	V	Analisi	PRG comunali, PTCP provinciali
	Viabilità stradale principale	V	Analisi	DBPrior, Teleatlas
	Viabilità ferroviaria principale	V	Analisi	DBPrior, Teleatlas
	Numero e distribuzione addetti negli stabilimenti	V + DB	Analisi, Stime	ISTAT, Rapporti di Sicurezza
	Distribuzione della popolazione	V + DB	Analisi, Stime	ISTAT
Vulnerabilità ambientale	Reticolo idrografico di dettaglio	V	Analisi	DBPrior
	Vulnerabilità degli acquiferi	V	Analisi	Regione, ARPA, Provincia
	Pozzi ad uso potabile/irriguo/industriale	V	Analisi	ARPA, Provincia, Comune
	Zone di ricarica della falda	V	Analisi	Regione, Provincia
	Uso del suolo 2: agricolo di pregio, boschi, aree umide, salvaguardia	V	Analisi	PRG comunali, PTC provinciali
	Beni culturali e paesaggistici	V	Analisi	PRG comunali, PTC provinciali
	Aree protette **	V	Analisi	Regione, Provincia
Rischi naturali/Criticità	Pericolosità sismica	DB	Analisi	Protezione civile
	Pericolosità vulcanica	V	Analisi	INGV, Protezione civile, Regione
	Rischio idrogeologico (inondazione e frana)	V	Analisi	Regione/Provincia/Autorità di bacino
	Statistiche meteorologiche per l'area	DB	Analisi	ARPA, Provincia
Analisi, Stima del rischio	Aree di danno	V	Analisi	calcolabile su GIS
	Mappe della compatibilità territoriale e ambientale	V	Stime	calcolabile su GIS
	Rischio individuale	V o R	Stime	calcolabile su GIS
	Rischio sociale	DB	Stime	calcolabile da modellistica
	Rischio connesso al trasporto merci pericolose	V	Analisi	calcolabile da modellistica
	Insedimenti di emergenza Protezione Civile	V	Analisi	Provincia, PRG comunali

* Stazioni FS, Porti, Aeroporti

** ZPS, Parchi reg/naz, SIC, Tutela paesaggistica-ambientale(D.Lgs.490/99)

Figura 1 - Contenuti del GIS (V = vettoriale R = raster, DB = database alfanumerico)

Funzioni automatiche

Alcuni dei contenuti elencati in Fig. 1 sono stati ottenuti collegando il GIS a database alfanumerici preesistenti. E' il caso, ad esempio, della voce: "Stabilimenti industriali principali". I perimetri degli stabilimenti sono stati collegati ad un Database degli stabilimenti a rischio di incidente rilevante già in dotazione dell'ISPESL-DIPIA, che è stato modificato aggiungendo gli stabilimenti soggetti alla direttiva IPPC (*Integrated Pollution Prevention and Control*), il cui elenco è contenuto nel registro INES mantenuto dall'ISPRA (ex APAT), disponibile in rete. Il DB è stato collegato al GIS in modo da consentirne l'attivazione grafica (basata sul posizionamento del cursore sull'area dello stabilimento di interesse). In questo modo, partendo dalla rappresentazione GIS del territorio, è

possibile consultare informazioni relative ad uno stabilimento selezionandolo graficamente (anche come risultato di condizioni logiche poste su diversi strati informativi), ottenendo una continuità di informazione alle varie scale (dal territorio allo stabilimento).

Nel GIS è stata inoltre costruita una funzione per visualizzare graficamente le aree di danno degli stabilimenti a rischio, a partire dal *database* degli scenari di incidente che contiene i dati relativi (distanze di danno) (Fig. 2).

Applicazione all'area della Conca di Terni

Seguendo lo schema organizzativo e i contenuti riportati in Fig. 1, ed utilizzando il *software* ARCGIS, il GIS è stato popolato con i dati relativi all'area della conca di Terni, oggetto di un progetto finanziato dal Ministero della Salute. Per quanto riguarda le sorgenti di rischio, sono state utilizzate le informazioni relative ad uno degli stabilimenti soggetti all'art. 8 del D.Lgs. 334/99 presenti nell'area. L'immagine telerilevata è stata ottenuta da dati IKONOS acquisiti appositamente nel settembre 2007, sottoposti a *pan-sharpening* e ortorettificazione utilizzando le funzioni polinomiali calcolate dai distributori delle immagini (metodo RPC) e il DEM con risoluzione orizzontale di 20 metri fornito dall'IGM. La maggior parte delle informazioni locali concernenti la vulnerabilità territoriale e ambientale è stata estratta dal Piano Regolatore del comune di Terni e in parte, dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale. Per il reticolo stradale e idrografico principale sono stati usati dati Teletlas.

In Fig. 2 è riportato un esempio delle informazioni accessibili dal GIS implementato.

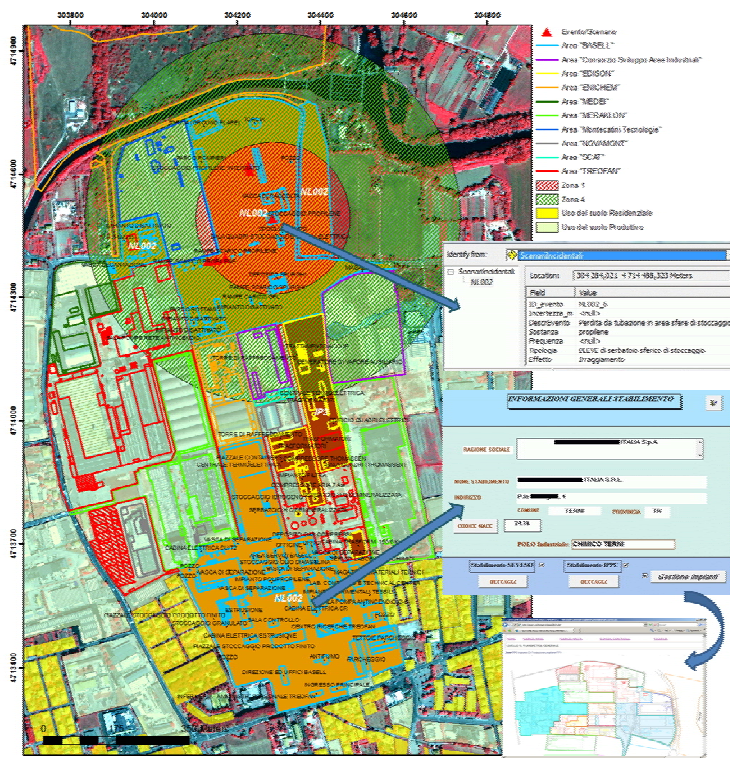


Figura 2 – Esempio di rappresentazione cartografica nel GIS sviluppato, relativo all'area di Terni. Sono visualizzati alcuni dei temi contenuti nel DB geografico. Sulla destra sono rappresentate alcune delle informazioni ricavabili tramite interrogazione geografica degli elementi rappresentati graficamente.

Conclusioni

Il GIS presentato è stato progettato con l'intento di fornire un contributo alla diffusione di un linguaggio geografico uniforme e corretto nell'ambito dell'analisi di sicurezza territoriale e ambientale nelle aree interessate dalla presenza di stabilimenti industriali a rischio di incidente rilevante ai sensi del D.Lgs. 334/99 e successive modifiche.

L'obiettivo è quello di fornire, via *web* e per le principali aree industriali italiane, un supporto informativo di base contenente i soli dati pertinenti la materia, il quale possa funzionare come un *framework* da cui attingere o a cui aggiungere informazioni utili a curare in modo omogeneo e corretto gli aspetti geografici della sicurezza territoriale.

Esso è stato applicato in forma prototipale all'area della conca di Terni; è però concepito per essere costruito in maniera semi-sistematica su diverse realtà territoriali e per essere in futuro reso disponibile per la consultazione e l'utilizzo, via Internet, dal sito dell'ISPESL, attraverso la realizzazione di un server geografico di dati e servizi.

Il sistema è rivolto:

- all'ISPESL nelle sue sedi centrali e territoriali, come supporto all'attività scientifica in tema di rischio industriale e all'attività operativa come membro dei Comitati Tecnici Regionali di cui al D.Lgs.334/99;
- ai gestori degli stabilimenti a rischio di incidente rilevante perchè possa essere utilizzato come riferimento per curare gli aspetti geografici delle sezioni relative ai rapporti tra stabilimento e territorio previste nel Rapporto di Sicurezza; attualmente queste informazioni sono presentate prevalentemente in forma descrittiva, sulla base dei contenuti di un Decreto del 1989 (D.P.C.M., 1989);
- agli analisti di rischio, per fornire un *database* specifico e geograficamente corretto, con il quale popolare i modelli di calcolo del rischio, spesso *GIS-based*.
- agli enti a vario titolo competenti in materia, cui fornire una base generale omogenea per la comunicazione e lo scambio di informazioni;
- essendo la rappresentazione cartografica un linguaggio di comunicazione oggettivo e immediato esso può costituire anche un mezzo efficace di comunicazione delle informazioni sulla sicurezza alla popolazione interessata.

Il lavoro sin qui condotto è stato co-finanziato dal Ministero della Salute attraverso il Progetto PMS/032/04 "Valutazione dello stato dell'ambiente nell'area denominata Conca Ternana", coordinato dal Dipartimento Installazioni di Produzione e Insediamenti Antropici dell'ISPESL.

Bibliografia

Decreto Ministeriale (D.M.) del 9 maggio 2001 (2001), "Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante". *Suppl. Ord. G.U.*, 138 del 10.06.2001

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri (D.P.C.M.) del 25 febbraio 2005 (2005), "Linee guida per la predisposizione del Piano di emergenza esterna di cui all'art. 20, comma 4, del D.Lgs. 17/08/1999 n. 334". *G.U.*, 62 del 16.03.2005

Decreto Legislativo (D.Lgs.) n. 334 del 17 agosto 1999 (1999), "Attuazione della direttiva 98/62/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose". *Suppl. Ord. G.U.*, 177 del 28.09.1999

Egidi D., Foraboschi F.P., Spadoni G., Amendola A., (1995), "The ARIPAR Project: Analysis of the Major Accident Risks Connected with Industrial and Transportation Activities in the Ravenna Area", *Reliability Engineering and System Safety*, 49: 75-79

T.N.O. (2008), "Risk Curves 7". URL: <http://www.tno.nl/downloads/RISKCURVES%207%20brochure3.pdf> (ultimo accesso: 14 settembre 2009)

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri (D.P.C.M.) del 31 marzo 1989 (1989), "Applicazione dell'art. 12 del D.P.R. 17 maggio 1988, n. 175, concernente rischi rilevanti connessi a determinate attività industriali", *Suppl. Ord. G.U.*, 83 del 21.04.1989, Allegato I..