

**VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI AREA
APPLICAZIONE SPERIMENTALE DEL CODICE VARIAR ALLA ZONA DI PIOMBINO**

L. Spagli* M. Ceccanti* M. Mossa Verre**

***ARPAT - U.O. Ingegneria Ambientale
Servizio Sub – Provinciale di Piombino
Località Montegemoli
57025 Piombino (LI)**

**** ARPAT - Area Industrie a Rischio di Incidenti Rilevanti, Ecogestione ed Etichetta Ecologica
Via N. Porpora N° 22
50144 Firenze**

SOMMARIO

Nel presente studio è stata effettuata la valutazione, a titolo sperimentale, del rischio di area per la zona di Piombino. Il rischio per la popolazione residente deriva dalla presenza di insediamenti industriali e dal trasporto di merci pericolose dirette verso il porto di Piombino. Per la valutazione del rischio d'area è stato applicato, in via sperimentale, un nuovo codice di calcolo, sviluppato dall'ANPA ed attualmente nella sua versione preliminare, denominato VARIAR (Valutazione dei Rischi di Area). Scopo principale del lavoro, essendo questa la prima applicazione del codice ad un caso reale, è di mettere in evidenza eventuali problemi presenti nel modello oltre ad una valutazione in merito ai risultati che il codice è in grado di fornire. Gli eventi incidentali considerati sono quelli derivanti dagli impianti fissi e dal trasporto di merci pericolose. I risultati ottenuti sono riassunti in grafici isorischio per il rischio locale e curve F-N per il rischio sociale.

1. INTRODUZIONE.

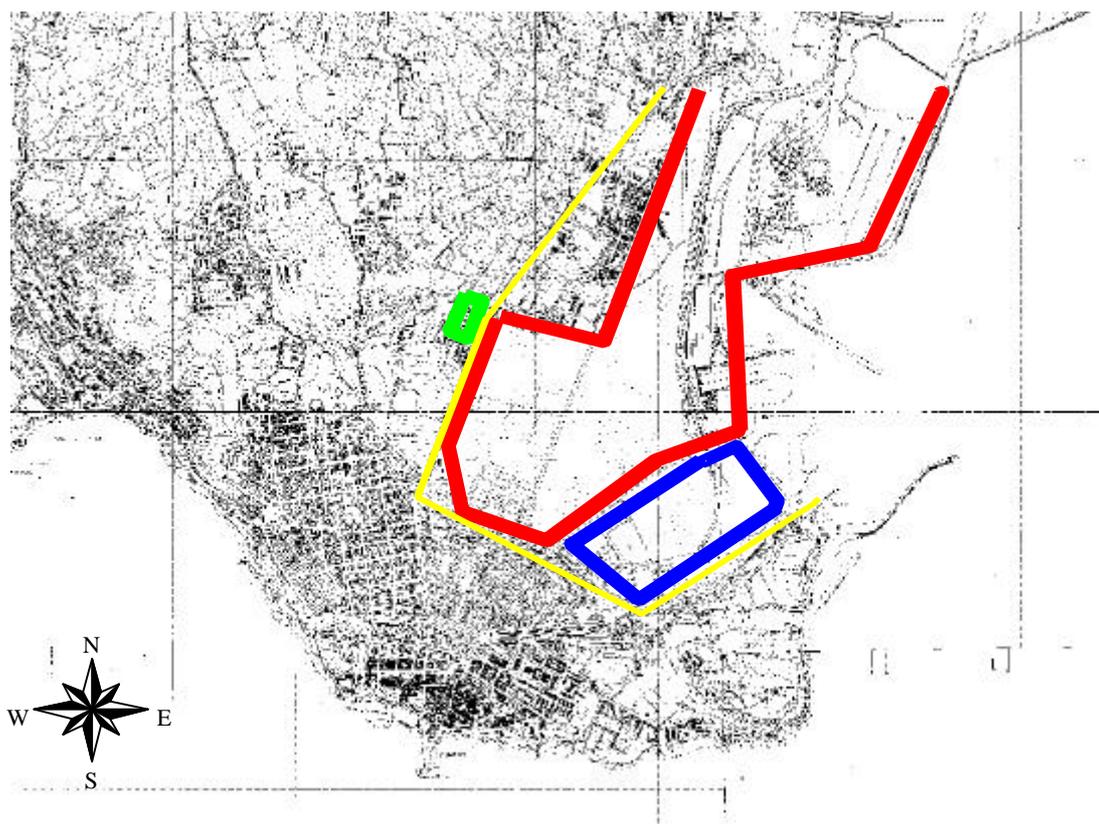
L'importanza della valutazione del rischio d'area per particolari realtà produttive caratterizzate da una elevata concentrazione di industrie ad elevato rischio e da trasporto di merci pericolose è stata sottolineata anche dalla recente normativa in materia di incidente rilevanti. In questa ottica l'ANPA, Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, ha sviluppato un codice di calcolo idoneo a valutare il rischio a cui sono soggette le popolazioni residenti. Tale codice, nella sua prima versione, è stato applicato, in via preliminare, ad un'area a rischio non complessa in modo da poterne evidenziare le prestazioni, gli eventuali difetti e proporre le possibili migliorie e future modifiche. La scelta per questa applicazione pilota è andata sull'Area di Piombino in quanto area a rischio interessata dal Piano di Risanamento delle aree critiche di Piombino e Livorno e relativamente non complessa. Nel presente studio sono stati utilizzati, per gli impianti fissi, i raggi di danno e le frequenze di accadimento degli incidenti riportati nei rapporti di sicurezza delle aziende. Quando tali dati sono risultati mancanti sono state condotte opportune valutazioni assumendo come dati di partenza le ipotesi fatte dai fabbricanti e quanto noto in letteratura. E' stata inoltre condotta un'analisi del rischio per il trasporto di merci pericolose, non essendo stato reperito in letteratura alcun studio a riguardo per l'area di interesse.

2. L'AREA INDUSTRIALE DI PIOMBINO.

L'area industriale considerata è sede di tre Aziende soggette a rischio di incidente rilevante, Lucchini Siderurgica S.p.A., La Magona d'Italia S.p.A., S.O.L. S.p.A, ed è attraversata dalla unica strada di accesso a Piombino. Su tale strada transitano i trasporti di merci pericolose destinate alle Aziende stesse ed al Porto di Piombino. In Figura 1 sono riportati i confini di stabilimento delle tre Aziende interessate ed il tracciato della strada fino al Porto di Piombino.

2.1 Lucchini Siderurgica S.p.A..

La Lucchini Siderurgica S.p.A. è una industria siderurgica a ciclo integrale con produzione di coke a partire dal fossile, produzione di ghisa partendo dalle materie prime (fossile e minerale di ferro), produzione di acciaio e lavorazione dello stesso fino all'ottenimento dei prodotti finiti costituiti da vergella e laminati lunghi. La Lucchini utilizza totalmente impianti interni ad esclusione della produzione di ossigeno. L'Azienda è soggetta alla normativa per le industrie a rischio di incidente rilevante per la presenza di sostanze infiammabili e tossiche quali ossido di carbonio, idrogeno, metano ed idrogeno solforato. Tali



- La Magona d'Italia S.p.A.
- Lucchini siderurgica S.p.A.
- Strada di accesso per Piombino – Porto di Piombino
- S.O.L. s.p.a.

Figura 1. L'area industriale di Piombino.

sostanze sono presenti nel gas coke che deriva dalla distillazione del carbon fossile e nel gas d'altoforno che deriva dal processo di produzione della ghisa. Entrambi i gas sono stoccati e distribuiti in stabilimento per essere utilizzati come combustibili. I principali eventi incidentali ipotizzati contenuti nel rapporto di sicurezza sono:

1. UVCE per fuoriuscita gas coke grezzo da cokeria;
2. UVCE di gas coke, da pipeline di stabilimento;
3. UVCE di gas coke per rilascio da sfiati di sicurezza bariletto;

2.2 La Magona d'Italia S.p.A..

La Magona d'Italia S.p.A. è un'industria metalmeccanica che produce lamiere zincate e verniciate a partire da rotoli di lamiera grezza. I rotoli di lamiera grezza subiscono processi di decapaggio, laminazione a freddo fino alle dimensioni volute, trattamenti superficiali di zincatura e verniciatura. L'azienda è soggetta a rischio di incidente rilevante per la presenza di uno stoccaggio di Ammoniaca anidra liquefatta in pressione, che è necessaria per la produzione di azoto ed idrogeno utilizzati in alcune fasi del processo produttivo, e per la presenza di uno stoccaggio di vernici e solventi caratterizzati da tossicità ed infiammabilità. I principali eventi incidentali contenuti nel rapporto di sicurezza sono:

1. Rilascio di NH_3 liquida dallo stoccaggio (rottura collettore di scarico etc.);
2. Rilascio di NH_3 gassosa per rotture pipeline;
3. Rilascio di NH_3 gassosa in zona dissociatori;
4. Incendio nel bacino di contenimento stoccaggio vernici e solventi;

2.3 S.O.L. S.p.A..

La S.O.L. S.p.A. è una industria chimica che produce Ossigeno, Azoto e Argon liquidi a partire dall'aria atmosferica. Il processo consiste nella liquefazione dell'aria e successivo frazionamento dei prodotti. L'Ossigeno è in parte fornito alla Lucchini Siderurgica, tramite apposito gasdotto, ed in parte stoccato come liquido in serbatoi criogenici. L'Azoto e l'Argon sono stoccati liquidi in appositi serbatoi criogenici. L'Azienda è soggetta a rischio di incidente rilevante per la presenza di Ossigeno liquido. I principali eventi incidentali contenuti nel rapporto di sicurezza sono:

1. Rilascio di ossigeno liquido da linea di carico autobotte;
2. Rilascio di ossigeno liquido per rottura tubazione di drenaggio del serbatoio;

2.4 Trasporto di merci pericolose.

La strada di accesso a Piombino è transitata da trasporti di merci pericolose diretti verso le Aziende e verso il Porto di Piombino. Le sostanze pericolose coinvolte in questi trasporti sono l'Ammoniaca, il GPL ed Esplosivi. L'Ammoniaca anidra è trasportata in autocisterne ed è diretta agli stoccaggi della Magona d'Italia. Il GPL e gli esplosivi sono trasportati al porto per il successivo imbarco per le isole. In Tabella 1 sono riportate il numero dei veicoli annuo e la quantità media di sostanza trasportata per ogni veicolo.

Trasporto di merci pericolose su strada		
sostanza	n° di veicoli / anno	quantità media di sostanza trasportata per veicolo
GPL	730	8000 kg
Esplosivi	87	30000 kg
Ammoniaca	30	14000 kg

Tabella 1. Trasporto di merci pericolose su strada

3. ANALISI INCIDENTALE DEL TRASPORTO DI MERCI PERICOLOSE.

E' stata condotta l'analisi degli incidenti per il trasporto di merci pericolose su strada stimando la frequenza di accadimento e valutando le conseguenze incidentali. La tratta stradale interessata, compresa tra la Località Gagno ed il Porto di Piombino, è lunga 4160 m ed è stata suddivisa in dieci tratte lunghe 416 m. Le tipologie di rottura considerate sono la fessurazione, la rottura grave e la rottura catastrofica dove:
Fessurazione: Rottura di un apparecchiatura, serbatoio o tubazione avente un diametro equivalente pari a ¼ di pollice;
Rottura grave: Rottura di un apparecchiatura, serbatoio o tubazione avente un diametro equivalente pari a 2 pollici;
Rottura catastrofica: Rottura estesa di un apparecchiatura o serbatoio che comporta il rilascio istantaneo di tutta la sostanza contenuta; rottura totale di una tubazione;
Per quanto riguarda valori di soglia relativi ai livelli di danno sono stati utilizzati quelli richiesti dal codice VARIAR. Tali valori sono riportati in Tabella 2.

Valori di soglia		
Scenario Incidentale	Elevata letalità	Inizio letalità
Pool fire	12,5 kW/ m ²	7 kW/ m ²
BLEVE / Fireball	Raggio del fireball	350 kJ/ m ²
Flash - fire	LFL	½ LFL
UVCE	0,3 bar	0,14 bar
Rilascio tossico	LC ₅₀ (30 minuti uomo)	IDLH

Tabella 2. Valori di soglia

3.1 GPL.

Le frequenze di accadimento degli eventi incidentali che coinvolgono sostanze pericolose sono state stimate secondo la seguente espressione /1/:

$$f = ((5 \times 10^{-7}) / 3) \times l \times n_v \quad \text{incidenti / anno per tratta}$$

dove l è la lunghezza della tratto stradale in km ed n_v il numero di veicoli per anno che trasportano la sostanza. nel caso in esame si ha:

$$f = ((5 \times 10^{-7}) / 3) \times 0,416 \times 730 = 5,061E-05 \quad \text{incidenti / anno per tratta}$$

La probabilità di accadimento dei singoli top event /1/ è riportata in Tabella 3. E' stato trascurato il caso della fessurazione a causa delle conseguenze non significative.

Trasporti di GPL su strada: probabilità di accadimento degli eventi incidentali	
Tipo di rottura	Probabilità di accadimento
Rottura grave	1,5 %
Rottura catastrofica	3,5 %
Fessurazione	5 %

Tabella 3. Probabilità di accadimento degli eventi incidentali per il GPL.

Il caso della fessurazione è stato trascurato a causa delle conseguenze non significative. La probabilità di accadimento p_s dei singoli scenari /1/ è riportata in Tabella 4:

Trasporti di GPL su strada: probabilità di accadimento degli scenari incidentali			
Scenario incidentale		Probabilità di accadimento	
Rottura grave		Rottura catastrofica	
Pool fire	Flash fire	Pool fire	Flash fire
20 %	51 %	-	45 %

Tabella 4. Probabilità di accadimento degli scenari per il GPL.

Le frequenze di accadimento degli scenari incidentali sono riportate in Tabella 5:

Frequenze di accadimento degli scenari incidentali per il trasporto di GPL espresse in eventi per anno per tratta			
Scenario incidentale		Probabilità di accadimento	
Rottura grave		Rottura catastrofica	
Pool fire	Flash fire	Pool fire	Flash fire
-	7,97E-07	1,52E-07	3,87E-07

Tabella 5. Frequenze di accadimento per il GPL.

Le conseguenze per gli incidenti che coinvolgono il GPL sono state valutate per rottura catastrofica e per rottura grave applicando il D.M. 15.5.96 per il GPL. In Tabella 6 sono riportati i raggi di danno.

Conseguenze incidentali trasporto stradale di GPL: raggi di danno in metri								
Scenario incidentale	Rottura grave				Rottura catastrofica			
	Elevata letalità		Inizio letalità		Elevata letalità		Inizio letalità	
	D5	F2	D5	F2	D5	F2	D5	F2
Pool fire	45	45	70	70	-	-	-	-
Flash fire	150	100	175	120	145	355	215	535

Tabella 6. Conseguenze incidentali per il GPL.

3. 2 Esplosivi.

L'evento incidentale ipotizzato è l'esplosione dell'esplosivo per effetto di un incidente stradale che coinvolge il mezzo di trasporto. La frequenza di accadimento dello scenario incidentale è stata valutata utilizzando il metodo IAEA /2/:

$$f = 4,16 \times 10E-08 \text{ incidenti / anno per tratta}$$

Per valutare le conseguenze incidentali relative all'esplosione si è ipotizzato che l'esplosivo trasportato fosse TNT e si è quindi utilizzato il grafico suggerito in /3/. I raggi di danno sono riportati in Tabella 7.

Conseguenze incidentali trasporto stradale di TNT: raggi di danno in metri		
Scenario incidentale	Elevata letalità	Inizio letalità
Esplorazione	156	249

Tabella 7. Conseguenze incidentali per il TNT.

3. 3 Ammoniaca.

Il tratto stradale considerato per il trasporto dell'Ammoniaca va dalla Località Gagno fino alla portineria della Magona d'Italia. Le tratte considerate sono otto ed hanno ancora una lunghezza di 416 m. Le frequenze di accadimento degli eventi incidentali che coinvolgono l'Ammoniaca sono state stimate utilizzando le espressioni /1/ già utilizzate per il GPL. In Tabella 8 sono riportati i valori di tali frequenze.

Frequenze di accadimento degli scenari incidentali per il trasporto di Ammoniaca espresse in eventi per anno per tratta	
Scenario incidentale	Frequenza
Rottura catastrofica	3,12 E-08
Rottura grave	7,28 E-08
Fessurazione	1,04 E-07

Tabella 8. Conseguenze incidentali per il TNT.

Le conseguenze sono state valutate utilizzando il codice EFFECTS2, ipotizzando l'ammoniaca come gas pesante. Gli eventi incidentali considerati sono: rottura catastrofica, rottura grave, fessurazione. In Tabella 9 sono riportati i raggi di danno.

Conseguenze incidentali trasporto stradale di Ammoniac: raggi di danno in metri				
Scenario incidentale	Elevata letalità		Inizio letalità	
	D5	F2	D5	F2
Rottura catastrofica	1052	552	1934	892
Rottura grave	1078	1092	2562	2499
Fessurazione	61	126	185	531

Tabella 9. Conseguenze incidentali per l'Ammoniac.

4. CARATTERIZZAZIONE DEL DOMINIO DI CALCOLO.

Il dominio di calcolo è un rettangolo di 5250 metri per 3400 metri. Esso è stato suddiviso in maglie quadrate aventi un lato di 50 metri. La scelta di un passo così piccolo è stata effettuata per poter apprezzare nel modo migliore i raggi di danno più piccoli. La strada è stata suddivisa in tratte da 416 m; al centro di ogni tratta è stata collocata una sorgente incidentale rappresentativa della tratta stessa. In Figura 2 sono riportate le sorgenti fisse e le sorgenti che rappresentano le tratte stradali.

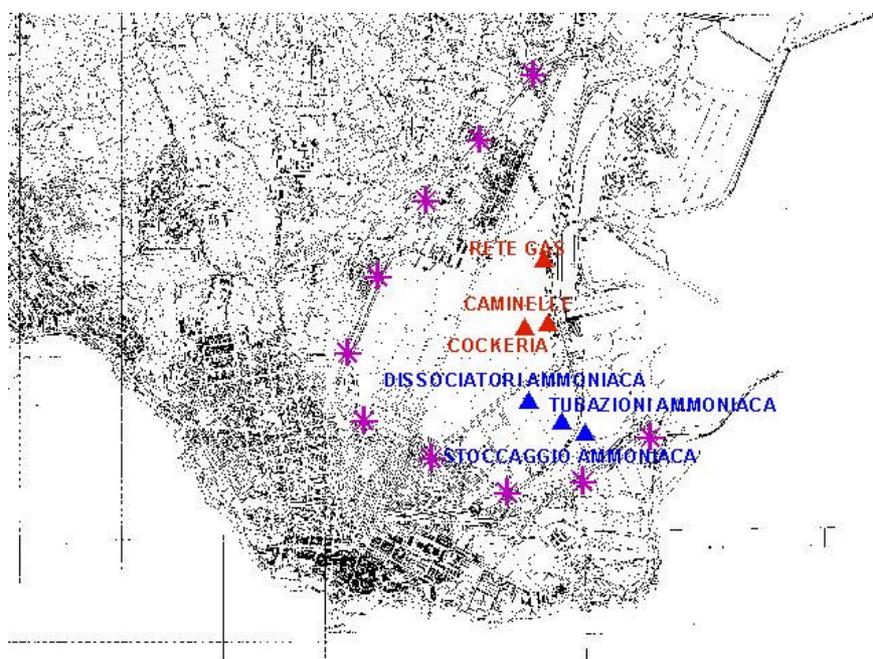


Figura 2. Sorgenti incidentali.

4.1 Dati meteorologici.

I dati meteo sono stati forniti dalla torre meteorologica della centrale ENEL di Tor del sale e sono rappresentativi di un anno meteorologico. I dati meteorologici sono stati elaborati nella forma di frequenze congiunte di accadimento da un programma appositamente predisposto per permetterne l'utilizzo sul codice VARIAR.

4.2 Distribuzione della popolazione.

La popolazione è stata considerata come un'unica categoria di residenti. La popolazione residente a Piombino è di circa 35000 abitanti. I dati distribuzione della popolazione, forniti dal Comune di Piombino, sono relativi al censimento del 1991. In Figura 3 è riportata la distribuzione della popolazione. E' stato inoltre considerata la presenza del personale all'interno delle Aziende che lavorano su tre turni nelle 24 ore.



Figura 3. Distribuzione della popolazione.

5. CALCOLO.

Il codice VARIAR e' stato utilizzato per il calcolo del rischio locale e sociale. E' stato effettuato una prima valutazione separando gli impianti fissi dai trasporti pericolosi allo scopo di evidenziare il peso relativo delle due tipologie di sorgenti. Successivamente è stata fatta la valutazione complessiva con tutte le sorgenti. La curva del rischio sociale complessiva è stata quindi confrontata con le curve di accettabilità del rischio sociale vigenti in Gran Bretagna. Nelle Figure 4, 5, 6 sono riportate le curve isorischio del rischio locale. Nelle figure 7, 8, 9 sono riportate le curve F – N rappresentative del rischio sociale.

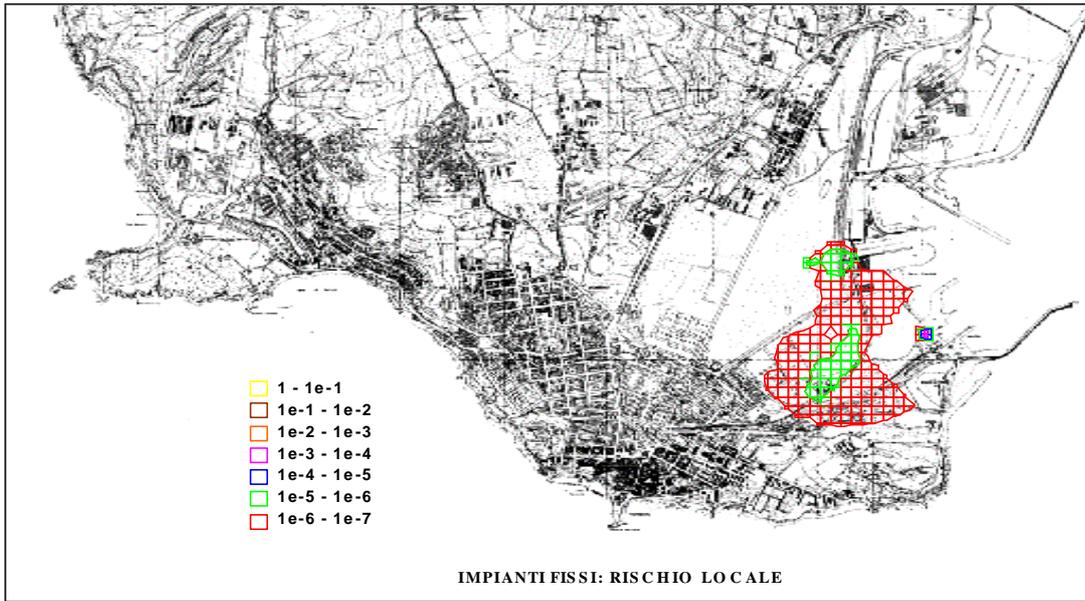


Figura 4. Impianti fissi: curve isorischio per rischio locale.

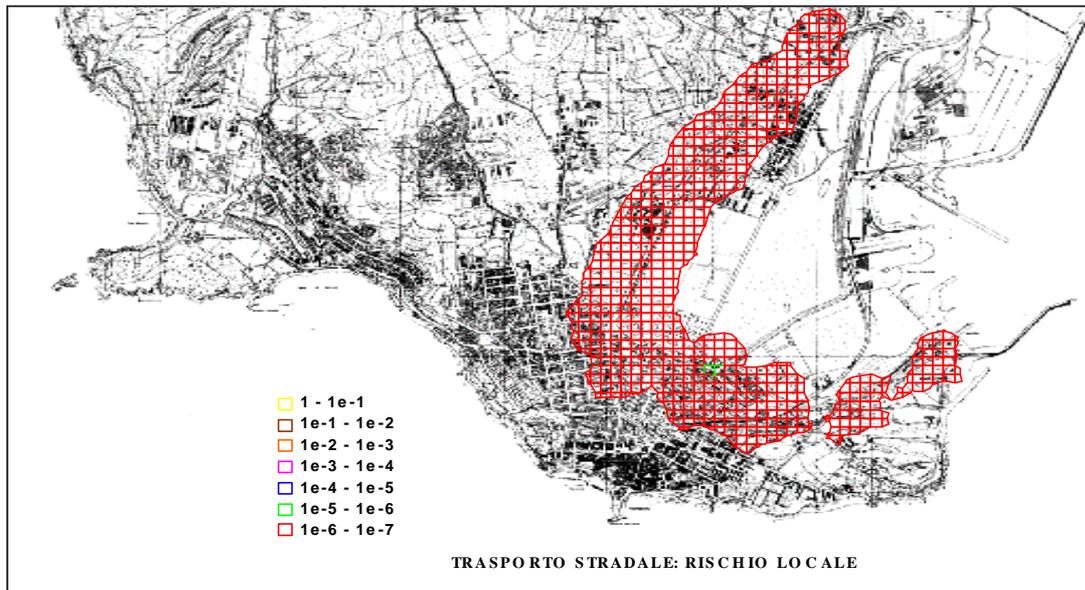


Figura 5. Trasporto stradale: curve isorischio per rischio locale.

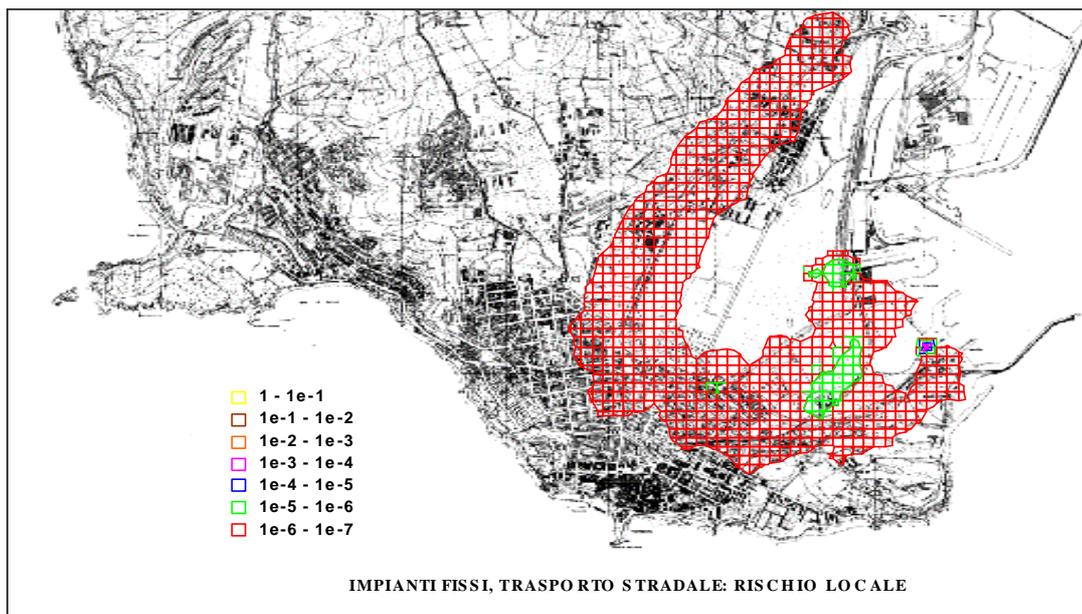


Figura 6. Impianti fissi e Trasporto stradale: curve isorischio per rischio locale.

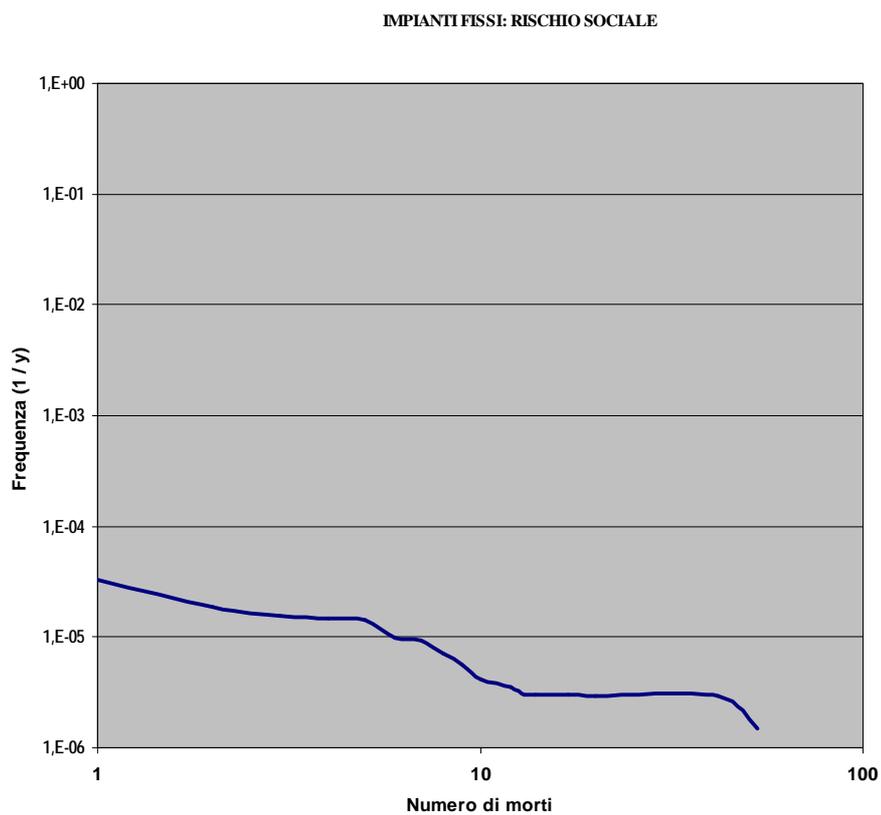


Figura 7. Impianti fissi: curva F-N per rischio sociale.

TRASPORTO STRADALE RISCHIO SOCIALE

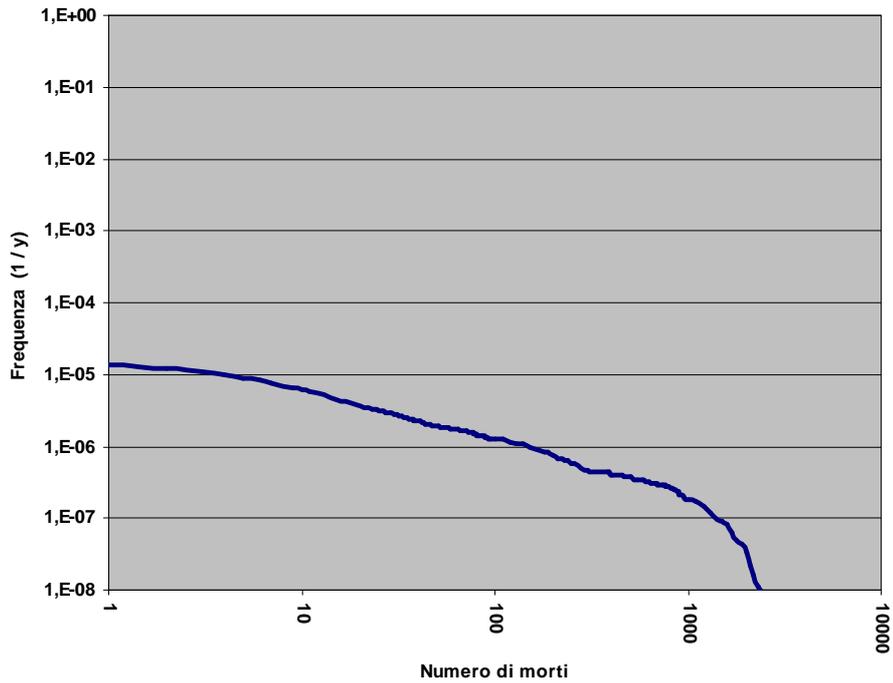


Figura 8. Trasporto stradale: curva F-N per rischio sociale.

IMPIANTI FISSI, TRASPORTO STRADALE RISCHIO SOCIALE

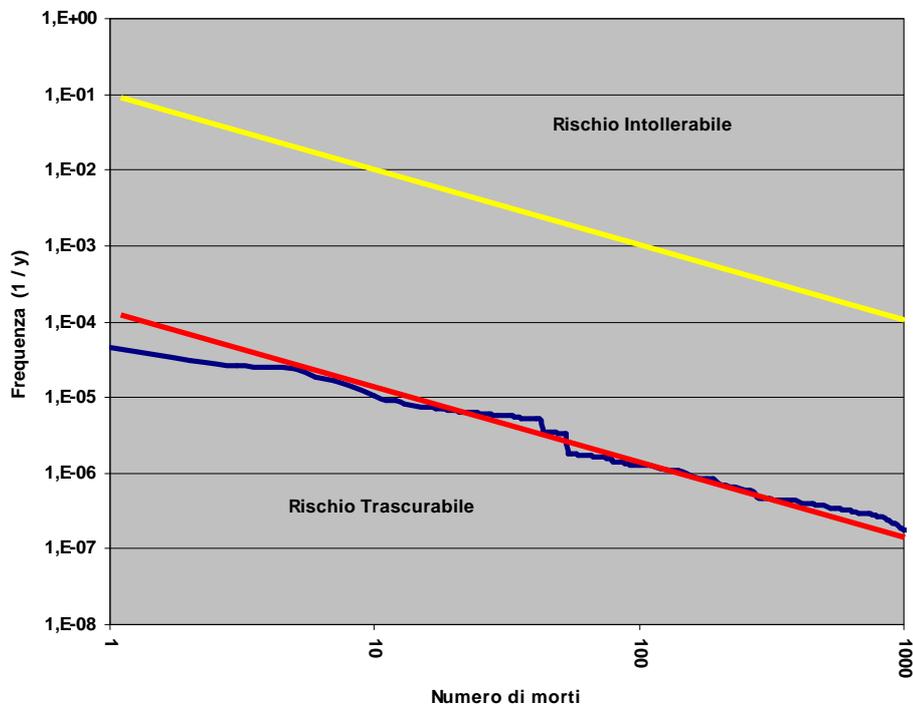


Figura 9. Impianti fissi e Trasporto stradale: curva F-N per rischio sociale.

6. RISULTATI.

Il contributo al rischio d'area delle due tipologie di sorgenti risulta evidente dall'esame dei grafici ottenuti.

6.1 Impianti fissi.

Dall'esame delle curve isorischio si può notare che il rischio più elevato è compreso nella fascia tra $10E-5$ e $10E-6$; tale zona è essenzialmente interne alle aree di stabilimento. Dalla figura risultano ben evidenti il tracciato della tubazione dell'Ammoniaca, zona verde in basso, e la localizzazione della cokeria, zona verde quasi circolare in alto. La successiva fascia di rischio, compresa tra $10E-6$ e $10E-7$ fuoriesce dagli stabilimenti. E' da notare il piccolo quadrato a destra che rappresenta gli effetti dovuti all'incendio del bacino di vernici e solventi: tale forma singolare è dovuta al fatto che i raggi di danno sono più piccoli del passo del reticolo di calcolo. Nelle curve F-N si nota che gli impianti fissi contribuiscono nella zona a frequenze più elevate al rischio sociale con un numero basso di vittime. Questo può essere spiegato con le frequenze di accadimento più elevate rispetto al trasporto stradale e con il fatto che, in caso di incidente rilevante, il numero delle vittime sarebbe, essenzialmente, tra il personale addetto agli impianti. Una riduzione del rischio potrebbe essere ottenuta sostituendo le sostanze pericolose con altre aventi caratteristiche di minore tossicità ed infiammabilità.

6.1 Trasporto stradale.

Dalle curve isorischio si può notare una fascia, comprendente il tracciato della strada, avente un valore di rischio tra $10E-6$ e $10E-7$. Tale fascia di rischio va ad interessare, nel tratto orizzontale, delle zone densamente popolate che subirebbero sicuramente le conseguenze di un eventuale incidente rilevante. Dalle curve F-N si può notare come aumenti il numero delle vittime possibili rispetto al caso degli impianti fissi. Una riduzione del rischio esistente potrebbe essere ottenuta pensando ad una viabilità per il trasporto di merci pericolose con un tracciato distante dal centro abitato e cambiando le sostanze utilizzate nei processi produttivi.

6.1 Tutte le sorgenti.

Le curve isorischio risultanti derivano dalle sovrapposizione dei due casi precedenti: risulta evidente come il maggior contributo al rischio di area derivi dal trasporto stradale di merci pericolose. Confrontando la curva complessiva del rischio sociale F-N con i criteri di accettabilità in uso in Gran Bretagna si evidenzia che la situazione risulta complessivamente accettabile. Nella curva F-N, per un intervallo prossimo a 20 - 40 vittime si nota un leggero superamento del limite di rischio trascurabile che potrebbe essere oggetto di ulteriori approfondimenti.

7. CONCLUSIONI.

I risultati ottenuti con l'applicazione sperimentale del codice non costituiscono, a causa delle ipotesi e delle approssimazioni operate in sede di raccolta dei dati di input, uno studio completo del rischio di area nella zona di interesse. I dati ottenuti da questo lavoro possono però costituire una stima sicuramente rappresentativa dei fattori che influenzano il rischio nell'Area di Piombino. Dall'applicazione del codice sono emerse alcune possibili implementazioni che probabilmente saranno contenute nella sua prossima versione :

- Interfacciamento con il GIS;
- Miglioramento dell'interfaccia per l'inserimento dei dati di input;
- Possibilità di inserimento di un reticolo di calcolo avente passo variabile;
- Miglioramento della gestione dei dati relativi al trasporto di merci pericolose.

BIBLIOGRAFIA

- [1] G. Spadoni, *La metodologia ARIPAR (note sintetiche)*, Contratto UE-DICMA (Univ.BO) N° 10969-95-05 F1PC ISP I (Ottobre 1995)
- [2] IAEA-TECDOC-727, *Manual for the classification and prioritization of risks due to major accidents in process and related industries*, (Dicembre 1993)
- [3] F.P. Lees, *Loss Prevention in the process industries*, Butterworths (1984)