

L'ANALISI DEL RISCHIO AMBIENTALE COME STRUMENTO DI SUPPORTO NELLA VALUTAZIONE POST INCIDENTALE

Bartolozzi V.1, Bifulco S.2, Castiglione S.1, Bajardi S.1, Vasile F.1, Marino S.1

1 A.R.P.A. Sicilia, Corso Calatafimi 219, 90129, Palermo, Italia

2 Dipartimento Provinciale ARPA Sicilia di Siracusa, via Bufardecì, 96100, Siracusa, Italia

SOMMARIO

Con il termine “siti contaminati” ci si riferisce a tutte quelle aree nelle quali, in seguito ad attività umane svolte o in corso, è stata accertata l’alterazione delle caratteristiche naturali delle diverse matrici ambientali caratterizzanti il sito, da parte di un qualsiasi agente inquinante presente in concentrazioni superiori a determinati limiti tabellari stabiliti per il riutilizzo del sito stesso (limiti stabiliti dal D.M. 471/99 attuativo dell’articolo 17 del D. Lgs. 22/97).

Il fenomeno oggetto dello studio è caratterizzato in genere da situazioni di forte contaminazione di superfici di suolo o di inquinamento di falda, prodotte da attività antropiche svolte sul sito nel corso di tempi lunghi o da eventi incidentali rilevanti occorsi, cui gli interventi di bonifica spesso sono in grado di restituire alla matrice solo parzialmente la sua originaria funzionalità.

Il lavoro presentato si propone di mettere in evidenza gli aspetti più utili che si ricavano dall’applicazione dell’analisi di rischio sanitario e ambientale nel processo di valutazione che attiene all’analisi post-incidentale. In particolare vengono evidenziati i possibili vantaggi derivati dall’applicazione di questo tipo di analisi che può rivelarsi utile nell’attività di prevenzione e di gestione degli eventi incidentali nei siti a rischio di incidente rilevante e nella valutazione di alcuni aspetti interessanti da un punto di vista ambientale.

1.0 INTRODUZIONE

L’analisi di rischio ambientale è una moderna tecnica usata per la valutazione del rischio associato ad un sito inquinato, altresì utile per la definizione delle priorità di intervento tra diversi siti inquinati, e per la caratterizzazione di disomogeneità su uno stesso sito. Con questa metodologia possono essere valutati alcuni pericoli per la salute dell’uomo e dell’ambiente dovuti al rilascio di inquinanti, ed è possibile elaborare un’appropriata gestione del rischio.

La valutazione del rischio è complessa e per la sua trattazione generalmente vengono considerati più aspetti:

- un approccio multi disciplinare;
- un supporto tecnico-scientifico, attraverso l’utilizzo di procedure e modelli;
- l’individuazione di strategie operative focalizzando l’attenzione alle problematiche di carattere locale;
- la predisposizione di specifici protocolli e linee-guida per ciò che attiene l’identificazione del fattore di rischio, attraverso appropriati accertamenti ispettivi e tecnico-analitici, della/e sostanza/e potenzialmente pericolosa/e, la relativa caratterizzazione ed identificazione del percorso di collocazione ultima nell’ambiente, la valutazione della tossicità della/e sostanza/e potenzialmente pericolosa/e, ove identificata/e, sia per l’ecosistema sia per l’uomo; la valutazione dell’esposizione ambientale e del rischio per la popolazione sulla base di indagini e di accertamenti ambientali; la comunicazione dei rischi; la proposta di interventi di “gestione” del rischio, a tutela dell’ambiente e della salute collettiva. [1]

Nel Comune di Milano [2], nell’ambito di un intervento di riqualificazione del territorio è stato redatto un progetto di bonifica, nel quale come unica alternativa sostenibile al risanamento del sito è proposta l’ipotesi di messa in sicurezza permanente e ripristino ambientale.

In questo contesto, la procedura di analisi di rischio ha permesso di individuare tutti gli interventi necessari a garantire la sicurezza per la salute pubblica e le diverse matrici ambientali. L’analisi, effettuata secondo la metodologia ASTM E1739/95 RBCA e PS104/98 e nel rispetto delle prescrizioni dell’All.4 al D.M. 471/99, ha permesso di valutare i potenziali impatti attraverso l’implementazione di modelli previsionali analitici e numerici di flusso e trasporto dei potenziali contaminanti.

Il Progetto COSIMA [3], realizzato dal Comune di Bologna ha elaborato un’applicazione GIS in ambiente ArcView, utile per l’organizzazione del Censimento dei Siti Contaminati e la realizzazione di un Archivio degli interventi di bonifica attesi, e che risponde alle necessità che le Regioni si troveranno ad affrontare con l’approvazione del regolamento attuativo dell’Art 17 del D.Lvo 22/97. Il sistema di supporto raccoglie e

organizza i dati necessari a condurre l'analisi del rischio per i siti contaminati; l'applicazione GIS COSIMA è il risultato di un progetto finanziato dall'Unione Europea, che ha visto la collaborazione di esperti ambientali e informatici di differenti Paesi dell'Unione.

Il database di COSIMA è stato implementato come sistema di supporto utile ad esperti ambientali, pianificatori, esperti urbanisti ed altri tecnici delle amministrazioni pubbliche per identificare, inventariare, sottoporre a valutazione e recupero i siti contaminati, sede di attività industriali o di discariche.

L'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Toscana [4] ha eseguito una disamina di alcuni software per l'analisi del rischio, ha verificato alcuni dei modelli utilizzati individuando i parametri fondamentali per l'implementazione dell'analisi e ha sottoposto alcuni di questi ad un'analisi di sensitività.

L'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente ed i servizi Tecnici (APAT) [5] ha intrapreso da alcuni anni un programma di definizione di alcune linee guida per la realizzazione di analisi di rischio ambientale, al fine di standardizzare le principali procedure a livello nazionale e definire comuni obiettivi per l'applicazione dell'analisi.

2.0 L'ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO E AMBIENTALE

2.1 Linee generali di sviluppo dell'analisi di rischio

L'insieme delle procedure per la valutazione dei siti contaminati, delle tecniche di indagine da impiegare e dei criteri di interpretazione dei dati è generalmente indicato con il termine "*site investigation*", e raccoglie l'insieme di azioni temporalmente conseguenti alle indagini preliminari consistenti nelle procedure valutative dei rischi derivanti dalla contaminazione in atto, in relazione ai principali bersagli ambientali di detta contaminazione.

In generale i passi che vengono seguiti nel corso di un'analisi di rischio ambientale possono essere così schematizzati:

- **RICOSTRUZIONE DEGLI SCENARI DI RISCHIO.** La considerazione preliminare per l'esecuzione del calcolo o la sua elaborazione, è la ricostruzione del Modello Concettuale del sito in oggetto, individuando le sorgenti di contaminazione, i percorsi di esposizione alla contaminazione ed infine i potenziali recettori umani e ambientali. (il processo è schematizzato nella successiva Figura1)

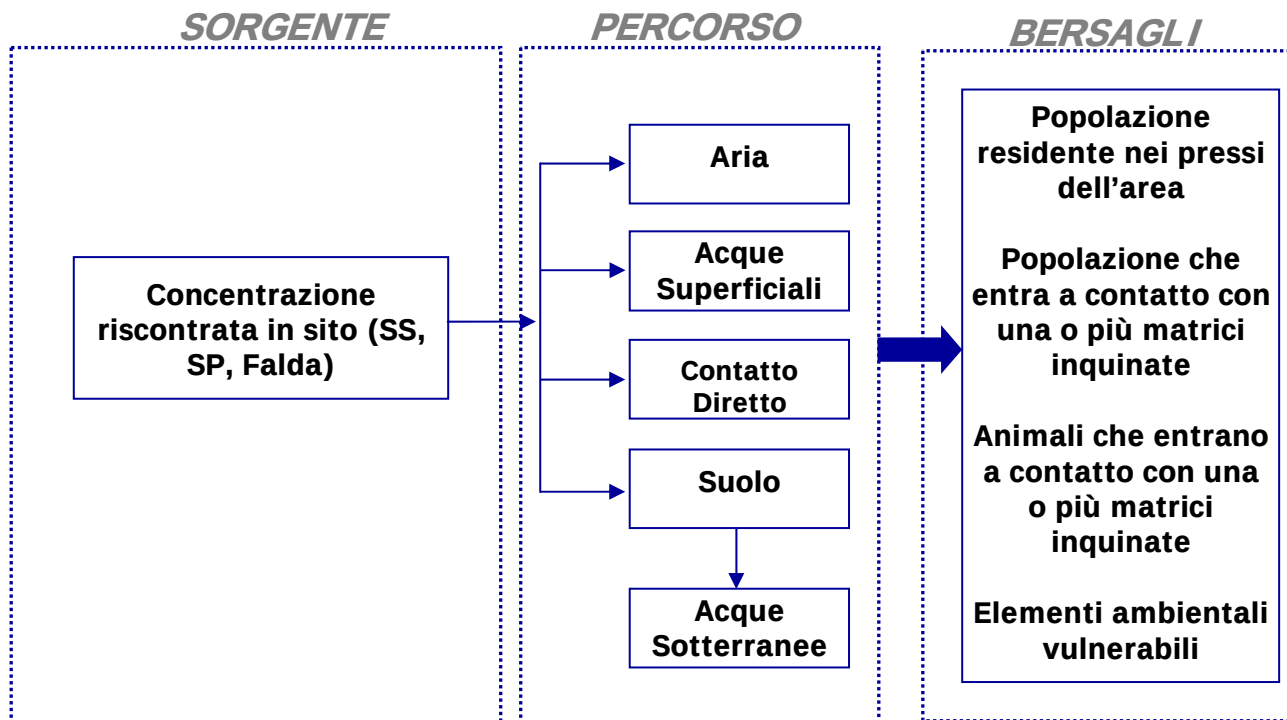


Figura1. Definizione del modello concettuale del sito

Lo scenario di rischio in genere è ricostruito attraverso la disamina dei seguenti punti:

- **CARATTERIZZAZIONE DEL SITO** - Consiste nella identificazione della sorgente e delle dimensioni della contaminazione del sito, e si basa sulle caratteristiche fisiche che possono aver influenzato o

influenzare ancora il “destino” della/e sostanza/e. Un riconoscimento chiaro del rischio potenziale, in questa fase, può orientare il progetto di caratterizzazione del sito.

- **ANALISI DEL DESTINO DEI COMPOSTI** - In questa fase vengono identificati sia i percorsi attraverso i quali i contaminanti possono migrare, sia la loro destinazione finale, stimando le velocità di migrazione. A questo scopo, occorre determinare le caratteristiche fisiche dei composti, quelle del sito e le vie lungo le quali ambiente e sostanza possono interagire (suolo, acque sotterranee, acque superficiali, aria, sedimenti e catena alimentare).
- **VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE** - Vengono indicati i ricettori (o bersagli), umani e/o ambientali, esposti ad un potenziale impatto con i contaminanti attraverso le vie di esposizione identificate precedentemente. I ricettori umani possono essere identificati in: residenti e/o frequentatori nell'ambito dell'area logica di influenza del sito, lavoratori presenti sul sito, sia come attività continuativa che per soggetti operanti durante interventi di messa in sicurezza e/o bonifica.
- **IDENTIFICAZIONE DELLE ATTIVITÀ ED USO DEL SITO E DEL SUO INTORNO** - Viene valutato l'utilizzo attuale e futuro delle acque superficiali e sotterranee del sito e del suo intorno, l'uso del suolo, la frequenza e durata di esposizione per i bersagli correlati alle attività di uso del sito (attività commerciali e/o residenziali in genere, nonché attività operative di bonifica e/o messa in sicurezza).
- **IDENTIFICAZIONE DEI PUNTI E DELLE VIE DI ESPOSIZIONE** - Vengono identificati i punti in cui la contaminazione può entrare in contatto con i potenziali bersagli, le modalità mediante le quali si può verificare il contatto, ed il tempo (durata) dell'esposizione, includendo in queste: l'ingestione di suolo, prodotti inquinati, acque, l'inalazione di aria e/o polveri inquinate, l'assorbimento dermico da acqua o suolo. Vengono in tale fase stabiliti, facendo riferimento a standard prefissati, la frequenza (gg/anno) dell'esposizione all'inquinamento per ciascun ricettore individuato, e i parametri specifici per il caso/sito in oggetto (frazioni corporee esposte, fattori di aderenza (mg/cm²) e tempi di esposizione (ore/giorno), ecc.). L'esposizione ai ricettori viene quantizzata. Questo meccanismo permette di identificare le concentrazioni di sostanze potenzialmente pericolose e di stimarne la proiezione sulla popolazione sensibile.
- **VALUTAZIONE DEL RISCHIO** - Vengono identificati le sorgenti della contaminazione, gli scenari di esposizione ed i ricettori della contaminazione attivi.

Il risultato finale nel processo consiste nella valutazione del rischio reale, mediante il quale il livello di rischio calcolato viene confrontato con il rischio definito “accettabile” e, nel caso di accertamento di livelli inaccettabili di rischio, il processo di analisi del rischio viene applicato alla valutazione delle concentrazioni “residue” accettabili (CRA) per ciascuna sostanza. Il rischio viene simbolicamente definito come:

$$R = S \times P \times B$$

ovvero è il risultato dell'interazione tra la sorgente (S), i percorsi di migrazione (P) e il bersaglio (B).

I livelli accettabili di rischio vengono generalmente fissati confrontando i livelli di esposizione con quelli di fondo e sono quantificati attraverso la stima dell'indice di pericolo (hazard index).

2.2 Valutazione del rischio

La procedura americana denominata RBCA (Risk Based Corrective Action) deriva direttamente dalla metodologia che EPA, alla fine degli anni '80, emise per il risanamento dei cosiddetti “*Superfund Sites*”. Si tratta di un approccio graduale, che prevede tre livelli di analisi che differiscono essenzialmente per conservatività, difficoltà di applicazione, rappresentatività del sito in esame. Il passaggio a livelli successivi di analisi prevede una caratterizzazione più accurata del sito, l'abbandono di ipotesi conservative, un maggiore impegno di risorse tecniche ed economiche. In ogni caso, è importante sottolineare che il grado di protezione della salute umana e dell'ambiente non varia nei diversi livelli di analisi e che viene sempre rispettato il principio del “*worst case*” [6]; [7].

- 1° Livello: Confronto con le CLA (Concentrazioni Limite Ammissibili) per verificare se sussiste una situazione di contaminazione e la necessità di passare al 2° livello di analisi;
- 2° Livello: Definizione delle CRA (Concentrazioni Residue Ammissibili) tramite software per la modellizzazione del trasporto e dell'esposizione;
- 3° Livello: Definizione di CRA meno conservative ma più specifiche utilizzando equazioni e calcoli più complessi.

Nel corso degli ultimi anni sono stati proposti diversi sistemi di supporto decisionale per la valutazione e la gestione del rischio dei siti contaminati. I principali Software utilizzati, per uso e diffusione sono:

- RBCA Tool Kit
- Giuditta. 3.0
- ROME 2.1

Questi software permettono l'implementazione del modello concettuale del sito contaminato guidando l'utente nell'inserimento dei parametri ambientali e di esposizione. Grazie a specifici modelli numerici di calcolo, è possibile risalire alla concentrazione effettiva al punto di esposizione, che generalmente differisce dalla concentrazione alla sorgente a causa di fenomeni di attenuazione derivanti dal percorso di migrazione (attenuazione naturale).

Il software RBCA Tool Kit tende a razionalizzare la determinazione del rischio creato dalla contaminazione di un sito e fornisce utili suggerimenti per mitigare il rischio o eliminarlo. Sulla base dei dati sito-specifici inseriti, il software combina modelli di destino e trasporto dei contaminanti con le funzioni di stima del rischio. Trattandosi di una metodologia mirata alle condizioni specifiche di un sito, RBCA Tool Kit è utilizzato soprattutto per sviluppare progetti di livelli finali di bonifica.

Il software Giuditta 3.0 permette la trattazione statistica dei dati disponibili sul chimismo dell'area, di eseguire analisi di rischio riferite a sottoaree discrete ed omogenee, distinte tra di loro per caratteristiche (uso, tipologia recettori, e proprietà del sito) differenti; di elaborare, tramite strumenti esterni di interpolazione e georeferenziazione del dato i risultati derivanti dall'analisi di rischio, ottenendo mappe del sito associate ad una quantificazione areale/lineare/puntuale dei rischi individuati e delle concentrazioni residue obiettivo, una trattazione specifica per la famiglia degli idrocarburi, di calcolare le concentrazioni residue ammissibili (CRA) anche per quelle sostanze che non superano i limiti di accettabilità di rischio, l'introduzione nel database del software di ulteriori composti chimici, oltre a quelli già previsti e compresi nell'allegato 1 del D.M. 471/99, per i quali sono state fornite da parte degli istituti di governo indicazioni sui limiti di concentrazione rispetto all'uso dell'area e per i quali sono stati rinvenuti in letteratura i relativi parametri tossicologici e chimico-fisici.

Il software ROME (ReasOnable Maximum Exposure) è il risultato di un progetto avviato dall'APAT (al tempo ancora ANPA Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente) nel 1997 per l'elaborazione di una metodologia di Analisi di Rischio e per la determinazione dei limiti di accettabilità della contaminazione nei suoli e nelle acque sotterranee. Tale metodologia si ispira agli standard ASTM/RBCA, sia nel processo decisionale che nei modelli di calcolo e algoritmi impiegati; il software recepisce inoltre l'approccio graduale e i diversi algoritmi di calcolo della procedura RBCA. Il nuovo software ROME 2.1, è un moderno strumento per l'analisi di rischio e per la valutazione degli obiettivi di bonifica dei siti contaminati.

Tale software, include un database contenente la valutazione di parametri chimico/fisico e tossicologici per un gran numero di sostanze pericolose e valori di *default* aggiornabili per i parametri ambientali e di esposizione; fornisce elementi per la gestione del rischio e per la scelta delle soluzioni di risanamento del sito inquinato. Per tutti i software sono stati scelti, come riferimenti per l'aggiornamento e l'integrazione dei parametri chimico fisici e tossicologici delle sostanze, i più aggiornati database riconosciuti a livello internazionale: RAIS (Risk Assessment Information System), U.S. EPA IRIS (Integrated Risk Information System), TERA (Toxicology Excellence for Risk Assessment), Syracuse Research Corporation PHYSPROP (the Physical properties database), HEAST (Health Effects Assessment Summary Tables). [8].

2.3 Il rischio sanitario

A seconda del tipo e della pericolosità della sostanza in esame, cancerogena e non cancerogena, e per la valutazione del rischio reale e per il successivo confronto con i valori di rischio accettabili, si parla di Rischio Cancerogeno (R) e di Indice di Rischio non Cancerogeno (HI, Hazard Index).

Il rischio cancerogeno (R) esprime la probabilità che si verifichino casi incrementali di tumore nel corso della vita causati dall'esposizione alla sostanza inquinante, rispetto alle condizioni di vita usuali.

Al fine di fornire un confronto valido con i valori di rischio calcolati per casi reali di applicazione dell'analisi di rischio, vengono stabilite tre fasce di giudizio relative al rischio cancerogeno:

- rischio R inferiore a 1×10^{-6} (1/1.000.000) viene considerato nullo o insignificante e non viene intrapresa alcuna azione di ripristino;

- rischio R compreso tra 1×10^{-6} e 1×10^{-4} (da 1/1.000.000 ad 1/10.000), necessità di azione di ripristino da valutare caso per caso;
- rischio R superiore a 1×10^{-4} (1/10.000), azione di bonifica sicuramente necessaria, per riportare il valore entro l'intervallo di accettabilità.

Si è in una condizione di rischio quando il rischio calcolato R è superiore al valore ritenuto accettabile (generalmente 10^{-5} , ovvero una probabilità su centomila di contrarre il cancro nel corso della vita).

L'indice di rischio non cancerogeno (HI) è espresso dal rapporto fra la massima dose giornaliera di esposizione a una sostanza (MDI) e la dose giornaliera accettabile, o dose di riferimento (TDI), per quella sostanza, priva di effetti nocivi per la salute umana:

$$HI = MDI/TDI$$

Si è in una condizione di rischio quando tale rapporto è superiore all'unità. I potenziali effetti vengono valutati attraverso il calcolo dell'indice di rischio cronico (IR o HI); per ciascun composto di interesse e via di immissione, l'indice di rischio cronico viene espresso come il rapporto tra l'immissione e la dose di riferimento. La dose di riferimento costituisce il valore limite di immissione conservativamente indicato e deve risultare superiore alla dose effettivamente immessa (l'indice di rischio deve essere < 1), in modo da non avere possibilità di effetti avversi per la salute umana. Quando si considera più di un composto di interesse e più di un mezzo di immissione, l'indice di rischio è espresso come sommatoria dei rapporti tra immissione e dose di riferimento: anche in questo caso se la risultante è < 1 , gli effetti sulla salute umana possono considerarsi nulli.

3.0 L'ANALISI POST INCIDENTALE ED IL CONTRIBUTO DELL'ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO E AMBIENTALE

L'analisi post-incidentale [9] può essere intesa come una branca dell'analisi di sicurezza e definita come una parte dell'investigazione incidentale, messa in atto allo scopo di determinare sia le cause dirette sia quelle indirette di un evento incidentale ed individuare le misure necessarie per contenere le conseguenze e gli effetti determinati dalla sua evoluzione e per prevenire il ripetersi dell'evento stesso o di eventi simili.

Inoltre poiché la prevenzione degli incidenti, seppur in un ambito più ampio, costituisce lo scopo di base del Sistema di Gestione della Sicurezza per le aziende a rischio di incidente rilevante, l'analisi post-incidentale ne rappresenta uno degli elementi fondamentali.

L'analisi post-incidentale si basa sull'assioma che è possibile ritrovare le cause di un qualunque incidente, siano esse più o meno lontane, in un non corretto "uso" del sistema di gestione della sicurezza. In altri termini, è sempre possibile identificare qualche aspetto del sistema di gestione della sicurezza che, ove fosse stato appropriatamente predisposto ed attuato, avrebbe potuto prevenire l'incidente occorso.

Anche quando l'evento iniziatore di un incidente è ascrivibile ad uno specifico e ben circostanziato fatto tecnico o errore umano (come ad esempio, la rottura di un componente o un'operazione eseguita contro la procedura), l'esperienza mostra che tali cause immediate possono essere sempre ricondotte a delle "cause radice" di natura gestionale (nell'esempio citato, potrebbero essere individuate, difetti di progettazione o carenze a livello di ispezione e manutenzione ovvero di qualificazione o addestramento del personale).

3.1 Metodologia utilizzata e casi di studio

La ricostruzione degli scenari di rischio tramite l'analisi del rischio sanitario e ambientale consente di individuare le sorgenti di contaminazione, di determinare i percorsi di esposizione alla contaminazione ed infine di selezionare i potenziali recettori umani e ambientali. Consente inoltre di determinare le dimensioni della contaminazione nel sito, e basandosi sulle caratteristiche fisiche della sostanza rilasciata, è in grado di determinare i destini della contaminazione stessa.

Le informazioni scaturite possono quindi risultare di estrema utilità nell'analisi post incidentale del sito colpito da incidente, sia per la tipologia dei dati forniti, sia per la previsione delle possibili conseguenze.

Nel corso degli ultimi anni sono stati proposti diversi sistemi di supporto decisionale per la valutazione e la gestione del rischio dei siti contaminati: la realizzazione automatica o parzialmente automatica di questo tipo di analisi di sicurezza richiede l'implementazione all'interno del sistema di supporto dei dati relativi alla contaminazione, in particolare quelli relativi alla concentrazione degli inquinanti nel sito. La determinazione delle stesse può essere definita in seguito all'effettuazione di misure dirette. Poiché nella pratica comune

queste non sono sempre disponibili, si può procedere utilizzando dati storici estratti da bibliografia relativa a studi precedentemente condotti sull'area in esame; in assenza di dati storici, possono essere utilizzati criteri di stima indiretta dei vari parametri. In particolare ad oggi due software sono stati provati per la realizzazione automatica dell'analisi di rischio ambientale - sanitario, ROME 2.1 e GIUDITTA 3.0, ma ancora l'uso dei due tool genera marcate differenze per quanto riguarda il risultato finale dell'analisi condotte nel medesimo sito. Al momento sono stati verificati, come casi di studio, alcune discariche di tipo industriale, quindi con inquinamento di tipo continuo nel tempo. Analoga applicazione è possibile anche per situazioni diverse, come i siti interessati da diversa dinamica incidentale. Il determinarsi di un incidente rilevante ha infatti ricadute sulla sicurezza degli addetti, dei residenti nelle zone limitrofe al sito e sull'ambiente circostante. E' doveroso sottolineare che la metodologia dell'Analisi di Rischio presenta dei limiti dovuti principalmente al concorso dei seguenti aspetti:

- la metodologia è relativamente giovane e necessita di ulteriori studi e verifiche per essere utilizzata in maniera ottimale;
- i modelli matematici utilizzati per il calcolo del rischio sono molto complessi e comportano l'imputazione di un numero molto alto di parametri; in tal modo è possibile ottenere, in buona o cattiva fede, risultati molto differenti per uno stesso scenario di contaminazione, cambiando opportunamente il valore anche di un solo parametro del modello;
- i modelli di trasporto dei contaminanti sono "stazionari": il rilascio dalla sorgente e le condizioni al contorno sono costanti nel tempo. Ciò significa che, se da un lato essi valutano in termini cautelativi la massima esposizione attesa, dall'altro non consentono di simulare concentrazioni variabili alla sorgente, nonché processi di trasporto variabili nel tempo.

Il ricorso generalizzato ai parametri di default presenti nei database dei programmi, rende spesso le simulazioni scarsamente aderenti alla reale situazione del sito, perdendo così le caratteristiche "sito - specifiche" necessarie allo sviluppo dell'analisi di rischio. A tutto ciò va aggiunto che alcune simulazioni possono essere effettuate inserendo soltanto alcuni parametri che derivano dalle indagini preliminari.

Il raggiungimento di norme tecniche di riferimento unificate potrebbe indurre una svolta decisiva nello sviluppo di questo tipo di analisi: in assenza di queste in ogni caso è importante riportare sempre e precisamente le tecniche utilizzate per l'individuazione dei parametri. E' evidente infatti che l'utilizzo di parametri sito specifici ottenuti con adeguate metodologie di misura consente di definire un modello concettuale più aderente alle caratteristiche del sito e quindi di condurre una stima più dettagliata del rischio.

4.0 CONCLUSIONI

La valutazione del rischio industriale ed in particolare sulla sua ricaduta sull'ambiente è un processo che vede impegnati diversi Enti e professionalità e consiste nella raccolta critica di dati ed informazioni al fine di valutare, qualitativamente e quantitativamente, l'impatto attuale e futuro sulla salute della collettività. Le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) sono coinvolte nella gestione dei siti soggetti a fenomeni di contaminazione a seguito di attività industriali o di incidente rilevante e assicurano il supporto, tecnico, scientifico e ingegneristico, al Ministero dell'Ambiente e per la Tutela del Territorio, nonché alle altre Amministrazioni centrali e periferiche coinvolte nella gestione delle emergenze ambientali, collaborando altresì con le componenti del Servizio della Protezione Civile, in tutte le fasi che concorrono alla gestione di una emergenza (previsione, prevenzione, pianificazione, soccorso, risanamento, ricostruzione, armonizzazione).

In termini di prevenzione degli incidenti e di gestione del rischio un ulteriore miglioramento potrà essere ottenuto se saranno avviati dei processi di analisi all'interno degli studi di sicurezza per l'identificazione e la rimozione delle cause di radice di tipo gestionale che possono generare gli incidenti: infatti, se così non sarà, con il tempo, l'evento incidentale è destinato a ripetersi in modo analogo.

L'analisi del rischio sanitario e ambientale sembra poter contribuire a fornire alcuni elementi utili al fine di condurre efficacemente l'investigazione post incidentale, sia per le indicazioni relative alle possibili conseguenze di un evento sia per la qualità di dati forniti.

RIFERIMENTI

- [1] American Society for Testing and Materials (1995) - "Standard Guide for Risk-based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites". ASTM E1739-95, 100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, PA
- [2] Comune di Milano, Arpa Lombardia, Asl, Provincia di Milano, Regione Lombardia (2002) - Analisi di Rischio Sanitario - Ambientale finalizzata alla messa in sicurezza permanente del sito "Collina dei Ciliegi" - Milano Bicocca.
- [3] Bollini G., M. Farina, I. Passuti, G. Randi, E. Selva e S. Tunesi. (1997) - "Progetto COSIMA: un' applicazione GIS a supporto della gestione dei siti contaminati". Comune di Bologna.
- [4] Franceschini F., D. Mogorovich, M. Panarese, S. Santi e M. Vignali (2004) - "Analisi di Rischio. Attività del Gruppo regionale ARPAT". Atti del Seminario: "La bonifica dei siti contaminati problemi attuativi e prospettive di riforma". Follonica 13 settembre 2004.
- [5] Agenzia per la Protezione dell'Ambiente ed i servizi Tecnici APAT (2005), Centro Tematico Nazionale Territorio e Suolo, Gruppo di Lavoro (APAT-ARPA-APPA-ISS) Analisi di Rischio Assoluta - "Linee Guida per l'applicazione dell'analisi del rischio per la salute umana derivante dai siti contaminati". Roma, 12 giugno 2005.
- [6] U.S. Environmental Protection Agency (1986) - "Superfund Public Health Evaluation Manual". Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington DC.
- [7] U.S. Environmental Protection Agency (1987) - "The Risk Assessment Guidelines of 1986". Office of Health and Environmental Assessment, Washington D.C.
- [8] Musmeci L. (2001) - "Modalità di applicazione dell'analisi di rischio nel contesto del D.M. 471/99. Atti della giornata di studio "Bonifica di siti contaminati. Aspetti giuridici e gestionali, Provincia di Milano, 16 novembre 2001, Milano
- [9] Agenzia per la Protezione dell'Ambiente ed i servizi Tecnici APAT (2005) – "Analisi post-incidentale nelle attività a rischio di incidente rilevante", Manuali e linee guida 33/2005, Roma.