



ENVIRONMENTAL DIVISION

Per

Polimeri Europa S.p.A.

Stabilimento di Mantova

**ANALISI DI RISCHIO IGIENICO SANITARIO AI SENSI
DEL D.Lgs. 152/06**

Contratto FWIENV n° 1-BH-216B

FOSTER WHEELER ITALIANA S.p.A.

VIA S. CABOTO, 1 - 20094 CORSICO (MILANO) ITALY - TEL. +39 024486.1 - FAX +39 024486.3112

CAPITALE SOCIALE I.V. € 16.500.000 - CODICE FISCALE/PARTITA IVA/REG. IMPRESE MILANO 00897360152 - R.E.A. MI N. 511367
SOCIETA' SOGGETTA ALLA DIREZIONE E COORDINAMENTO DELLA CONTROLLANTE FOSTER WHEELER CONTINENTAL EUROPE S.r.l., SOCIO UNICO

INDICE

1	PREMESSA	5
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
4	SCOPO DEL LAVORO	12
4.1	METODOLOGIA IMPIEGATA	15
4.2	DATI DI RIFERIMENTO.....	17
5	IDENTIFICAZIONE DEGLI SCENARI DI ESPOSIZIONE PER L'ANALISI DI RISCHIO.....	18
5.1	IDENTIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI CONTAMINAZIONE.....	18
5.1.1	<i>Individuazione degli inquinanti indicatori.....</i>	<i>20</i>
5.1.2	<i>Geometria della sorgente.....</i>	<i>21</i>
5.2	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DELLE SORGENTE DI CONTAMINAZIONE	22
5.3	IDENTIFICAZIONE DEI POSSIBILI RECETTORI	23
5.4	INDIVIDUAZIONE DELLE VIE DI ESPOSIZIONE PER I RECETTORI	24
5.5	FATTORI DI TRASPORTO.....	27
6	CARATTERIZZAZIONE DEL RISCHIO.....	31
6.1	COMPOSTI CANCEROGENI.....	31
6.2	COMPOSTI NON CANCEROGENI	31

6.3	PROPRIETÀ TOSSICOLOGICHE E CHIMICO FISICHE DELLE SOSTANZE INDICATRICI.....	32
6.3.1	<i>Composti non cancerogeni</i>	33
6.3.2	<i>Composti cancerogeni</i>	35
6.3.3	<i>Proprietà chimico - fisiche</i>	35
7	CONCENTRAZIONI SOGLIA DI RISCHIO.....	38
8	CONCLUSIONI	39
9	RIFERIMENTI.....	43

Allegato A

Tabella 1: parametri di esposizione

Tabella 2: Area Impianti - parametri sito specifici

Tabella 3: Area Serbatoi - parametri sito specifici

Tabella 4: Area Celle - parametri sito specifici

Tabella 5: Area Esterna - parametri sito specifici

Tabella 6: parametri chimico-fisici delle sostanze

Tabella 7: parametri tossicologici delle sostanze

Tabella 8: Area Impianti – CSR

Tabella 9: Area Serbatoi – CSR

Tabella 10: Area Celle – CSR

Tabella 11: Area Esterna – CSR

Tabella 12: Definizioni

Ottobre 2006

Rev. 0

3 di 43

Polimeri Europa S.p.A.
 Stabilimento di Mantova
 Analisi di rischio igienico sanitario ai sensi del
 D.Lgs. 152/06

Contratto FWIENV n° 1-BH-216B

Allegato B

Figura 1: planimetria generale del sito e individuazione delle aree omogenee

Figura 2: planimetria con rappresentazione dei superamenti delle CSC (D.Lgs. 152/06) a carico del suolo insaturo superficiale (profondità 0-2 m da p.c.)

Figura 3: planimetria con rappresentazione dei superamenti delle CSC (D.Lgs. 152/06) a carico del suolo insaturi profondo (profondità >1 m da p.c.)

Figura 4: planimetria con rappresentazione dei superamenti delle CSC (D.Lgs. 152/06) a carico delle acque di falda – Ottobre 2003÷Febbraio 2006

Allegato C

CD Rom contenente il database dei risultati analitici dei suoli e delle acque di falda utilizzato per l'elaborazione dell'analisi di rischio igienico-sanitario

1 PREMESSA

Il presente documento è stato redatto da Foster Wheeler Italiana Environmental Division (in seguito FWIENV), per conto di Polimeri Europa S.p.A., al fine di presentare i risultati di rimodulazione degli obiettivi di bonifica dei suoli insaturi ai sensi del D.Lgs. 152/06 del 3 aprile 2006 “Nuove norme in materia ambientale”, avvalendosi della facoltà prevista dall’Art. 265 comma 4, Parte IV, Titolo V “Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti contaminati”.

La rimodulazione degli obiettivi di bonifica è stata eseguita applicando l’analisi di rischio, secondo quanto riportato nell’Allegato 1 “Criteri generali per l’analisi di rischio sanitario ambientale sito specifica” della Parte IV, Titolo V del D.Lgs. 152/06.

Nel mese di Dicembre 2005, è stato presentato il documento “Relazione Tecnica Descrittiva sulle Attività di Indagine Integrativa al Piano della Caratterizzazione Ambientale”, relativo allo Stabilimento Polimeri Europa di Mantova che rientra nella perimetrazione del sito di interesse nazionale “*Laghi di Mantova e Polo Chimico*”, così come definito dal Decreto Ministeriale del 7 Febbraio 2003 “*Perimetrazione del sito di interesse nazionale di <<Laghi di Mantova e Polo Chimico>>*”, pubblicato sulla G.U. n. 86 del 12 Aprile 2003.

Le attività di indagine sono state eseguite da FWIENV nell’ambito delle attività di caratterizzazione in corso nel sito, a seguito dell’approvazione del documento “*Piano di Caratterizzazione ambientale Rev. 3.0*”, redatto da FWIENV nel Febbraio 2002 (Atto comunale Prot. 5780/2002 del 11 Marzo 2002) e delle successive integrazioni richieste durante l’iter procedurale ai sensi del DM 471/99.

In particolare la caratterizzazione integrativa è stata effettuata in ottemperanza a quanto prescritto dal Ministero dell’Ambiente nella Conferenza dei Servizi decisoria del 31 Maggio 2004 (Verbale Prot. n. 258 del 27 Giugno 2004), rispettando inoltre le

prescrizioni della C.d.S. decisoria del 6 Agosto 2003 (Verbale Prot. n. 8082/RIBO/P/B del 8 Agosto 2003) e le indicazioni dell'ARPA di Mantova (Nota Prot. n. 73548/04 del 3 Giugno 2004).

Tutte le attività di caratterizzazione sono state effettuate secondo le indicazioni contenute nel "Protocollo Generale per l'esecuzione degli interventi di Caratterizzazione nel Polo petrolchimico multisocietario di Mantova", redatto nel Febbraio-Marzo 2002, e della sua successiva revisione del Novembre 2002 (approvato nel corso delle Conferenze dei Servizi del 28/11/2002 e del 11/12/2002 – riferimento Prot. PG 25506/02).

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

I dati considerati nella presente analisi di rischio, sono quelli relativi ai campioni di suolo insaturo e di acque sotterranee prelevati durante le campagne di caratterizzazione ambientale condotte nel periodo Giugno 2002 ÷ Febbraio 2006. I documenti di riferimento sono:

- *“Piano di Caratterizzazione ambientale – DM 471/99”* del Marzo 2001 e delle successive Rev. 2.0 del Settembre 2001 e Rev. 3.0 del Febbraio 2002;
- *“Relazione Tecnica Descrittiva del Piano della Caratterizzazione, ai sensi del DM 471/99”* del Febbraio 2003;
- *“Piano della Caratterizzazione: proposta di indagine per le Aree omogenee di proprietà”* del Luglio 2003;
- *“Relazione sulle attività della Seconda Campagna Unitaria e Concordata di monitoraggio acque (Giugno-Luglio 2003)”* del Luglio 2003;
- *“Nota Tecnica con le valutazioni alle osservazioni ed indicazioni del Servizio RIBO del Ministero dell’Ambiente - Verbale C.d.S. del 6/8/2003 Prot. n. 8082/RIBO/P/B”* dell’Ottobre 2003;
- *“Relazione sulle attività della Terza Campagna Unitaria e Concordata di monitoraggio acque (Settembre-Ottobre 2003)”* del Novembre 2003;
- *“Nota relativa alle attività propedeutiche alla parametrizzazione dell’acquifero – comunicazione del Comune di Mantova del 03/12/2003 (Prot. n. 25965/03)”* del Gennaio 2004;

- *“Relazione sulla prova di emungimento preliminare eseguita sul pozzo DISF”* del Febbraio 2004;
- *“Relazione sulle attività della Quarta Campagna Unitaria e Concordata di monitoraggio acque (Gennaio-Febbraio 2004)”* del Marzo 2004;
- *“Messa in sicurezza del sito – Verifica della tenuta delle opere di sbarramento idraulico della falda”* redatto da Snamprogetti nel Luglio 2005.
- *“Relazione sulle attività della Quinta Campagna Unitaria e Concordata di monitoraggio acque (Gennaio-Febbraio 2006)”* del Aprile 2006.
- *“Progetto Preliminare/Definitivo di Bonifica Acque di Falda – Aree Polimeri Europa – Stabilimento di Mantova”*, (Snam Progetti), Ottobre 2005.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente documento fa riferimento alle “Nuove norme in materia ambientale”, contenute nel D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006, entrato in vigore in data 29 aprile 2006.

Nello specifico, la parte Quarta, Titolo V del D.Lgs. 152/06 “disciplina gli interventi di bonifica e ripristino ambientale dei siti contaminati e definisce le procedure, i criteri e le modalità per lo svolgimento delle operazioni necessarie per l’eliminazione delle sorgenti dell’inquinamento e comunque per la riduzione delle concentrazioni di sostanze inquinanti”.

L’Art. 240 del citato Decreto introduce le seguenti definizioni:

- Concentrazioni soglia di contaminazione (CSC): “i livelli di contaminazione delle matrici ambientali che costituiscono valori al di sopra dei quali è necessaria la caratterizzazione del sito e l’analisi di rischio sito specifica...”
- Concentrazioni soglia di rischio (CSR): “i livelli di contaminazione delle matrici ambientali, da determinare caso per caso con l’applicazione della procedura di analisi di rischio specifica secondo i principi illustrati nell’Allegato 1 alla parte quarta del presente decreto e sulla base dei risultati del piano di caratterizzazione, il cui superamento richiede la messa in sicurezza e la bonifica...”
- Sito potenzialmente contaminato: “un sito nel quale uno o più valori di concentrazione delle sostanze inquinanti rilevate nelle matrici ambientali risultino superiori ai valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC)...”
- Sito contaminato: “un sito nel quale i valori delle concentrazioni soglia di rischio (CSR), determinati..., risultino superati”

- Sito non contaminato: “un sito nel quale la concentrazione rilevata nelle matrici ambientali risulti inferiore ai valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC) oppure, se superiore, risulti comunque inferiore ai valori di concentrazione soglia di rischio (CSR) determinate a seguito dell’analisi di rischio sanitario e ambientale sito specifica”.

I valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC) nel suolo e nel sottosuolo sono riportati nella Tabella 1 dell’Allegato 5 alla Parte Quarta, Titolo V del presente decreto e si differenziano per i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (colonna A) e per i siti ad uso commerciale e industriale (colonna B).

I valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC) nelle acque sotterranee sono riportati nella Tabella 2 dell’Allegato 5 alla Parte Quarta, Titolo V del presente decreto.

Le modalità di esecuzione dell’analisi di rischio sono riportate nell’Allegato 1 “Criteri generali per l’analisi di rischio sanitario ambientale sito-specifica” 5 della Parte Quarta, Titolo V del D.Lgs. 152/06.

Tale allegato “definisce gli elementi necessari per le redazioni dell’analisi di rischio sanitario ambientale sito-specifica, da utilizzarsi per la definizione degli obiettivi di bonifica. L’analisi di rischio si può applicare prima, durante e dopo le operazioni di bonifica...”.

L’Art. 265 comma 4 prevede che: “fatti salvi gli interventi realizzati alla data di entrata in vigore della parte quarta del presente decreto, entro centottanta giorni da tale data, può essere presentata all’autorità competente adeguata relazione tecnica al fine di rimodulare gli obiettivi di bonifica già autorizzati sulla base dei criteri definiti dalla parte quarta del presente decreto. L’autorità competente esamina la documentazione e dispone le varianti al progetto necessarie”.

L’Art. 243 comma 1 del D.Lgs. n. 152/06 prevede infine che “le acque di falda emunte dalle acque sotterranee, nell’ambito degli interventi di bonifica di un sito, possono essere

scaricate direttamente..., nel rispetto dei limiti di emissione di acque reflue industriali in acque superficiali di cui al presente decreto”.

Ottobre 2006

Rev. 0

11 di 43

Polimeri Europa S.p.A.

Stabilimento di Mantova

Analisi di rischio igienico sanitario ai sensi del
D.Lgs. 152/06

Contratto FWIENV n° 1-BH-216B

4 SCOPO DEL LAVORO

Il presente documento illustra lo Studio di Analisi di Rischio igienico-sanitario condotto per le aree di pertinenza dello Stabilimento Polimeri Europa di Mantova, secondo le modalità previste dal D.Lgs. 152/06 (Parte IV, Titolo V, Allegato 1).

L'attuale contesto normativo, infatti, stabilisce che in caso di superamento delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione per i suoli e/o le acque sotterranee (CSC - L'Allegato 5 al Titolo V della Parte IV) di pertinenza di un sito, esso venga definito "potenzialmente contaminato" e si proceda all'esecuzione di uno Studio di Analisi di Rischio igienico-sanitario finalizzato alla definizione delle Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR): il confronto tra tali concentrazioni e le concentrazioni effettivamente riscontrate nelle matrici ambientali di pertinenza del sito permette di classificare quest'ultimo come "non contaminato" oppure "contaminato" e di procedere, quindi, all'eventuale bonifica/messa in sicurezza.

Lo Stabilimento Polimeri Europa di Mantova è stato oggetto di attività di caratterizzazione ambientale nel periodo Giugno 2002 ÷ Febbraio 2006 i cui risultati sono illustrati nei documenti elencati al cap. 2. Tali risultati hanno evidenziato la presenza di concentrazioni superiori alle CSC nei suoli e nelle acque sotterranee di pertinenza del sito, pertanto quest'ultimo è da considerarsi "potenzialmente contaminato" ai sensi del D.Lgs. 152/06.

Il presente documento ha lo scopo di definire le Concentrazioni Soglia di Rischio relative ai suoli insaturi e rimodulare gli obiettivi di bonifica per ogni area omogenea, secondo quanto previsto dall'art. 265 del sopra citato decreto.

Nell'elaborazione dell'analisi di rischio è stata comunque considerata la presenza di una falda principale che presenta superamenti delle CSC, in quanto sorgente di rischio

potenziale per i recettori superficiali (lavoratori) attraverso il percorso di inalazione vapori indoor e outdoor.

Il presente documento non prevede la rimodulazione degli obiettivi di bonifica relativi alle acque di falda, di cui al *“Progetto Preliminare/Definitivo di Bonifica Acque di Falda – Aree Polimeri Europa – Stabilimento di Mantova”*, (Snam Progetti), presentato nel mese di Ottobre 2005 ed inerente gli interventi di bonifica e messa in sicurezza delle acque sotterranee.

Gli interventi di bonifica e messa in sicurezza per le acque di falda contenuti nel sopra citato decreto, impediscono la migrazione all'esterno del sito della contaminazione a carico delle acque di falda interrompendo quindi il potenziale trasporto della stessa verso i recettori sensibili ubicati al di fuori del sito.

Per tale motivo, l'analisi di rischio in esame ha per oggetto la valutazione del rischio potenziale connesso all'esposizione diretta e/o indiretta, dei lavoratori impiegati in sito, alla potenziale contaminazione presente nel terreno insaturo e nelle acque di falda a questo soggiacenti.

Da un punto di vista generale, questo studio è stato condotto attraverso l'esecuzione delle seguenti fasi:

- sintesi e organizzazione dei dati ambientali a disposizione;
- valutazione degli attuali “destini d'uso dell'area”;
- identificazione delle sostanze che caratterizzano il potenziale rischio;
- valutazione dei possibili scenari di esposizione (individuazione dei potenziali recettori umani ed ambientali e valutazione delle possibili vie di migrazione);
- valutazione dei livelli di rischio potenziale igienico-sanitario, cancerogeno, non cancerogeno, ritenuti accettabili;

- calcolo delle Concentrazioni Soglia di Rischio.

Le Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR) presentate nelle tabelle 10 ÷ 11 dell'Allegato A, sono da considerarsi come i nuovi obiettivi di bonifica dei suoli per le aree oggetto di studio.

4.1 Metodologia impiegata

Il presente studio è stato condotto impiegando la metodologia RBCA (“Risk Based Corrective Action”), internazionalmente accettata per la valutazione del rischio igienico-sanitario, e descritta negli standard dell’American Society Testing Materials (ASTM) *“Standard Guide for Risk Based Corrective Action (RBCA) Applied at Petroleum Release Sites”* (Riferimento: E1739-95). A tali standard, infatti, fa riferimento anche il recente documento *“Criteri metodologici per l’applicazione dell’analisi assoluta di rischio ai siti contaminati-rev 1”*, pubblicato da APAT nel mese di Luglio 2006 il quale, pur non avendo carattere normativo, si propone come *“...punto di riferimento teorico ed applicativo per tecnici delle Pubbliche Amministrazioni, ricercatori, professionisti ed operatori del settore che si trovino a dover redigere e/o valutare progetti di bonifica dei siti contaminati contenenti elaborazioni di analisi di rischio sanitario-ambientale”* (APAT, 2006).

Per i calcoli ci si è avvalsi del Software RBCA Toolkit Ver. 1.3 che implementa la metodologia proposta dall’ASTM e può eseguire un’analisi di rischio secondo più livelli successivi di approfondimento (da 1 a 2). Passando dal Livello 1 di analisi al Livello 2, si passa da un livello di screening del sito fino all’introduzione di dati sito-specifici di dettaglio, con una conseguente diversa quantità e qualità di dati necessari per l’esecuzione dei calcoli. Considerando la quantità e la qualità dei dati sito - specifici a disposizione, nel presente caso i calcoli sono stati eseguiti ad un Livello 2 di analisi.

La metodologia di calcolo ASTM può essere impiegata sia nel cosiddetto metodo diretto, per la stima del rischio sanitario associato alla presenza di contaminanti, oppure inverso, per il calcolo degli standard di bonifica o concentrazioni limite (in seguito CSR – Concentrazioni Soglia di Rischio) per le matrici ambientali che assicurino un certo livello di rischio prefissato.

Come previsto dall'attuale contesto normativo (D:Lgs. 152/06), nel presente studio l'analisi di rischio è stata applicata in modalità inversa: pertanto, sulla base delle informazioni geologiche e idrogeologiche disponibili, della tipologia di contaminazione rinvenuta e sulla base dei limiti di accettabilità del rischio definiti dalla normativa vigente, vengono implementati i modelli analitici, al fine di approssimare il comportamento dei contaminanti nei diversi comparti ambientali e determinare le Concentrazioni Soglia di Rischio che garantiscano il rispetto dei limiti di accettabilità del rischio individuale e cumulativo precedentemente definiti.

Tra i modelli disponibili, l'ASTM ha scelto quelli che per definizione forniscono dei valori conservativi o molto conservativi ed, analogamente, adotta un approccio molto conservativo nella determinazione dei valori di input da utilizzare per l'implementazione dei calcoli, facendo sempre riferimento al principio del *"reasonable worst case"*. In altre parole, il risultato di una definizione delle CSR, effettuata al Livello 2 di approfondimento, comporta in generale una sottostima dei valori di concentrazione calcolati rispetto a quelli che realmente garantiscono il rispetto dei limiti di accettabilità del rischio.

Ai fini della presente analisi sono stati considerati tutti i dati sito specifici a disposizione, necessari per l'implementazione delle formule analitiche e dei modelli impiegati per simulare la migrazione del contaminante nelle diverse matrici ambientali. In mancanza di dati sito specifici, sono stati assunti valori desunti da fonti bibliografiche nazionali/internazionali riconosciute e, ove possibile, dalle sopra citate Linee Guida APAT (Luglio 2006).

In ogni caso, tutte le scelte condotte ai fini della presente analisi, quali ad esempio la scelta dei parametri sito-specifici, dei parametri di esposizione e della tossicità delle sostanze, si basano sul *principio di conservatività*.

4.2 Dati di riferimento

I dati di riferimento considerati nella presente analisi, sono quelli relativi ai campioni di suolo insaturo e di acque sotterranee prelevati durante le campagne di monitoraggio e di caratterizzazione ambientale condotte nel periodo Giugno 2002 ÷ Febbraio 2006.

Il database dei risultati analitici dei suoli e delle acque di falda utilizzato per l'elaborazione della presente analisi di rischio è presentato in Allegato C in formato elettronico. Tale database è stato sviluppato sulla base di tutte le indagini condotte complessivamente sul sito in esame, i cui risultati sono stati trasmessi nei documenti elencati nel cap. 2.

5 IDENTIFICAZIONE DEGLI SCENARI DI ESPOSIZIONE PER L'ANALISI DI RISCHIO

In generale la definizione delle CSR si basa sulla ricostruzione dei tre componenti principali che costituiscono gli scenari di esposizione: sorgente⇒trasporto⇒bersaglio, per la cui definizione devono essere quindi individuati:

- i caratteri ed i componenti della potenziale sorgente di contaminazione (matrice ambientale, contaminanti di interesse, geometria);
- l'individuazione delle caratteristiche chimico-fisiche, geologiche ed idrogeologiche e dei meccanismi di trasporto degli inquinanti nei diversi comparti ambientali (terreno/acqua/aria), ovvero delle possibili vie di migrazione dei contaminanti verso i recettori;
- l'identificazione dei bersagli potenziali dell'inquinamento, delle vie e delle modalità di esposizione agli inquinanti e dei fattori di esposizione.

Di seguito vengono analizzati ed individuati tutti i componenti sopra descritti, necessari a definire, ai fini dei calcoli, i cosiddetti scenari di esposizione.

5.1 Identificazione delle sorgenti di contaminazione

In generale, le sorgenti di contaminazione possono essere classificate come *sorgenti primarie o secondarie*. Le sorgenti primarie costituiscono esse stesse la fonte di contaminazione. Le sorgenti secondarie sono generalmente costituite da matrici che sono state soggette alla contaminazione diretta di una fonte di inquinamento e che diventano a loro volta fattori di trasferimento verso altri comparti ambientali o verso bersagli. Queste ultime sono ad esempio individuate dai suoli insaturi che, in base ai dati

analitici a disposizione, hanno evidenziato superamenti delle CSC per alcuni contaminanti inorganici e/o organici, correlabili ai prodotti lavorati presso il sito.

La sorgente di contaminazione secondaria può trovarsi in due comparti ambientali:

- *suolo insaturo*: a sua volta classificabile come *suolo insaturo superficiale* (compreso tra piano campagna e 1 m di profondità) e *suolo insaturo profondo* (compreso tra 1 m da p.c. e il livello della falda sotterranea);
- *acque sotterranee*.

Le sorgenti di contaminazione considerate nel presente studio, quindi, sono costituite dai suoli insaturi superficiali, suoli insaturi profondi e dalle acque sotterranee che hanno presentato almeno un superamento delle CSC definite dal D.Lgs. 152/06. In Figura 2 ÷ Figura 5, Allegato B illustrano rispettivamente lo stato qualitativo dei suoli insaturi superficiali, profondi e delle acque sotterranee in termini di superamenti delle CSC definite dal D.Lgs. 152/06. Si fa presente che, data la mancanza di campioni prelevati nello strato di suolo compreso tra 0-1 m da p.c. secondo quanto previsto dal “Protocollo Generale per l’esecuzione degli interventi di Caratterizzazione nel Polo petrolchimico multisocietario di Mantova”, ai fini della presente analisi, è stato assunto che, in corrispondenza di tale spessore, sia presente una contaminazione analoga a quella rilevata nel primo campione prelevato, generalmente tra 1 e 2 m da p.c..

Date le grandi dimensioni del sito, ai fini dei calcoli esso è stato suddiviso in 4 aree omogenee così definite ed illustrate in Figura 1, Allegato A:

- Area Impianti (L, K, C, O2, H, I);
- Area Serbatoi (P, R2);
- Area Celle (E, S2);
- Area Esterna (V, N, M).

La suddivisione del sito nelle sopra elencate aree omogenee si è basata sulla sussistenza di almeno una delle seguenti condizioni:

- differenziazione di tipologia della contaminazione;
- differenza nell'utilizzo, nelle modalità di esposizione e/o nella tipologia dei recettori esposti.

5.1.1 Individuazione degli inquinanti indicatori

Per l'individuazione degli inquinanti indicatori (Chemical of Concern - COC) da impiegare nell'analisi di rischio, sono state considerate tutte le sostanze che abbiano presentato almeno un superamento delle CSC nelle matrici ambientali di interesse. Per quanto riguarda i suoli insaturi sono state assunte quali CSC di riferimento quelle definite per siti ad uso industriale e commerciale dalla colonna B, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/06. Per la definizione degli inquinanti indicatori delle acque sotterranee sono stati considerate tutte le sostanze che hanno mostrato almeno un superamento delle CSC negli ultimi 3 monitoraggi.

Suoli insaturi

Per quanto riguarda i suoli insaturi, sono stati complessivamente selezionati i seguenti contaminanti di interesse (COC):

- Idrocarburi Leggeri (C<12) e Idrocarburi Pesanti (C>12);
- BTEXS;
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (Dibenzo-a,h-antracene);
- Metalli (Hg);
- Composti Organoalogenati (1,2-Dicloroetano);
- Fenolo e metilfenoli.

Acque sotterranee

Per quanto riguarda le acque sotterranee, sono stati selezionati i seguenti contaminanti di interesse:

- Idrocarburi Totali (TPH);
- BTEXS;
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);
- Composti Organoalogenati;
- Metalli (Fe, Mn, Pb, As, Cd, Al, Zn, Hg).

Non sono stati oggetto dell'analisi di rischio i parametri Diossine e PCB per i quali si prevede il raggiungimento delle CSC quale obiettivo di bonifica.

5.1.2 Geometria della sorgente

L'estensione areale della sorgente di potenziale contaminazione nel suolo insaturo superficiale e nel suolo insaturo profondo è stata definita sulla base dei risultati delle attività di caratterizzazione ambientale complessivamente condotte in sito, ed in particolare è stata definita secondo i seguenti criteri:

- dove sono stati riscontrati superamenti isolati delle CSC per una o più famiglie di contaminanti (BTEXS, TPH, metalli,...) è stata assunta quale superficie della sorgente di potenziale contaminazione la maglia di caratterizzazione impiegata nell'area omogenea in oggetto;
- dove sono stati riscontrati superamenti delle CSC per la stessa famiglia di contaminanti in sondaggi contigui è stata assunta quale superficie della sorgente di potenziale contaminazione la somma delle maglie contigue potenzialmente contaminate.

Per quanto riguarda lo spessore della sorgente nel suolo insaturo superficiale esso è stato sempre posto pari a 1 m, mentre, quale spessore della sorgente nel suolo insaturo profondo è stato considerato lo spessore di suolo potenzialmente contaminato compreso tra 1 m da p.c. e la massima profondità a cui è stato riscontrato almeno un supermanto delle CSC fino alla profondità a cui si attesta l'acquifero. A tal proposito è stata valutata per ogni singolo sondaggio la profondità a cui si attestano le acque di falda e quindi individuati i campioni prelevati in suolo insaturo e quelli prelevati in suolo saturo.

Per quanto riguarda l'estensione della potenziale sorgente di contaminazione nelle acque sotterranee, è stata considerata la massima distanza tra i piezometri eccedenti le CSC, per ciascuna famiglia di inquinanti, nella direzione parallela alla direzione prevalente del vento, che è risultata come Ovest-Est, secondo quanto riportato nella documentazione nel sito <http://www.eurometeo.com>.

I parametri sito specifici che caratterizzano le sorgenti di contaminazione per ciascuna area omogenea impiegati nei calcoli sono riportati nelle Tabella 2÷Tabella 5, Allegato A.

5.2 Caratteristiche geologiche e idrogeologiche delle sorgente di contaminazione

Il documento “Relazione Tecnica Descrittiva sulle Attività di Indagine Integrativa al Piano della Caratterizzazione Ambientale” riporta una descrizione dettagliata delle caratteristiche geologiche e idrogeologiche dello Stabilimento. In particolare, i suoli insaturi hanno caratteristiche analoghe in tutte le aree omogenee di pertinenza del sito: essi sono prevalentemente costituiti sabbie limose e o limi sabbiosi con locali intercalazioni di limi argillosi. Pertanto, per la definizione dei dati sito specifici di input da impiegare nello sviluppo dei calcoli, si è fatto riferimento alla classe granulometrica “Loam” così come definita dal diagramma triangolare riportato in Figura 3.9 delle già citate Linee Guida APAT (Luglio 2006).

Per quanto riguarda i valori relativi al pH è stata condotta un'analisi statistica dei dati a disposizione per ciascuna area omogenea e determinato l'Upper Confidential Limit (UCL) per ciascuna sorgente di contaminazione individuata.

I valori impiegati per ciascuna area omogenea sono riassunti nelle Tabella 2 ÷ Tabella 5, in Allegato A.

5.3 Identificazione dei possibili recettori

L'identificazione dei possibili recettori, umani, ovvero i possibili bersagli della potenziale contaminazione, rinvenuta nei suoli e nelle acque sotterranee di pertinenza delle aree oggetto dell'analisi di rischio, è stata condotta considerando questi aspetti:

- si tratta di un sito industriale attivo;
- l'accesso all'interno del sito è consentito al solo personale impiegato e ad imprese terze debitamente autorizzate che, secondo le procedure ed i regolamenti vigenti, è dotato di idonei dispositivi di protezione individuali specifici in funzione delle attività svolte e di dispositivi minimi quali indumenti a maniche lunghe e casco;
- nel documento *“Progetto Preliminare/Definitivo di Bonifica Acque di Falda – Aree Polimeri Europa – Stabilimento di Mantova”* (Snam Progetti - Ottobre 2005), sono stati individuati gli interventi di bonifica e messa in sicurezza atti a ridurre e impedire la migrazione all'esterno del sito dell'eventuale contaminazione a carico delle acque di falda.

In base alle considerazioni sopraesposte, gli unici recettori sensibili individuati sono costituiti dal solo personale operativo impiegato nell'esecuzione delle normali attività dello Stabilimento. Infatti, essi sono i recettori maggiormente esposti ad eventuali effetti legati alla presenza di sostanze contaminanti nelle matrici ambientali di pertinenza del sito.

Per tali recettori vengono considerati i parametri di esposizione previsti dallo scenario industriale descritto nelle Linee Guida APAT (Luglio 2006) e riassunti nella Tabella 1, in Allegato A.

5.4 Individuazione delle vie di esposizione per i recettori

Per l'individuazione delle possibili vie di migrazione, attraverso le quali gli inquinanti possono raggiungere i recettori nei punti di esposizione, si consideri che l'esposizione di un recettore può avvenire per contatto diretto alla sorgente inquinante o ad una certa distanza da questa. Nel primo caso la concentrazione della sostanza nel punto di contatto coincide con la concentrazione assunta come rappresentativa della sorgente di inquinamento (es. concentrazione nel suolo nel caso di ingestione accidentale), nel secondo, occorre modellizzare i meccanismi che regolano la migrazione dalla sorgente di inquinamento sino al punto di esposizione (es. fenomeni di volatilizzazione, miscelazione in aria, etc.).

Nel caso in esame, le sorgenti di contaminazione sono costituite dai suoli insaturi superficiali e profondi e dalle acque sotterranee; per tale tipologia di sorgente la metodica impiegata prevede le seguenti vie di migrazione, attraverso le quali i contaminanti presenti possono raggiungere i recettori sensibili:

- **Contatti indiretti:** inalazione di vapori provenienti dai suoli insaturi o acque sotterranee in spazi aperti (outdoor) o chiusi (indoor), inalazione outdoor di polveri generate dal suolo superficiale;
- **Contatti diretti:** contatto dermico e ingestione accidentale di suolo superficiale.

In particolare, sono stati selezionati i percorsi di esposizione realmente presenti in sito:

- per quanto riguarda le acque sotterranee, poichè la falda oggetto dello studio non è utilizzata nè ad uso idropotabile nè ad uso industriale, non sono prevedibili e quindi non contemplati in questa valutazione i contatti diretti;

- gli interventi previsti dal “*Progetto Preliminare/Definitivo di Bonifica Acque di Falda – Aree Polimeri Europa – Stabilimento di Mantova*” (Snam Progetti - Ottobre 2005), impediscono la migrazione all'esterno del sito della contaminazione a carico delle acque di falda, interrompendo quindi il potenziale trasporto delle acque verso i recettori sensibili ubicati al di fuori del sito;
- i percorsi di volatilizzazione indoor sono stati valutati esclusivamente per le sostanze rinvenute in concentrazioni superiori alle CSC in prossimità di edifici abitualmente frequentati dal personale impiegato in sito;
- i percorsi di volatilizzazione outdoor e/o indoor sono stati valutati esclusivamente per le sostanze volatili;
- i contatti diretti con il suolo superficiale sono stati valutati esclusivamente per le sostanze, per le quali sono stati riscontrati superamenti delle CSC, in aree non coperte da asfalto e/o materiale inerte.

Nelle seguenti Tabella 3.1 e Tabella 3.2 vengono riassunti gli scenari di esposizione considerati nei calcoli suddivisi per ciascuna area omogenea.

Tabella 3.1 : scenari di esposizione dei recettori alla contaminazione presente nei suoli insaturi

	Contatti indiretti alle sostanze presenti nei suoli insaturi superficiali e profondi		Contatti diretti alle sostanze presenti nei suoli superficiali
	Inalazione outdoor di vapori e polveri	Inalazione indoor di vapori	Ingestione e contatto dermico
Area Impianti	■	■	■
Area Serbatoi	■	□	■
Area Celle	■	□	□
Area Esterna	■	□	■

Tabella 3.2: scenari di esposizione dei recettori alla contaminazione presente nelle acque sotterranee

	Contatti indiretti alle sostanze presenti nelle acque sotterranee	
	Inalazione outdoor di vapori	Inalazione indoor di vapori
Area Impianti	■	■
Area Serbatoi	■	■
Area Celle	■	■
Area Esterna	■	□

Legenda:

■	percorso attivo
□	percorso non attivo

5.5 Fattori di trasporto

I fattori di trasporto intervengono solo nella valutazione delle esposizioni indirette, ovvero laddove i contaminanti possono raggiungere i recettori solo attraverso la migrazione dal comparto ambientale sorgente della contaminazione. Nel presente caso, i fattori di trasporto intervengono nella valutazione del rischio legato ai seguenti scenari:

- Inalazione outdoor di vapori;
- Inalazione indoor di vapori;
- Inalazione di polveri provenienti da suolo superficiale.

I fattori di trasporto per i percorsi di migrazione di interesse nella presente analisi di rischio sono stati calcolati impiegando le equazioni presenti nel Software RBCA Tool Kit. In Tabella 2 ÷ Tabella 5, Allegato A, sono riportati tutti i dati impiegati per l'implementazione dei sopra elencati fattori di trasporto, per ciascuna area omogenea. Le definizioni dei singoli parametri sono riportate in Tabella 12, Allegato A.

fattore di volatilizzazione di vapori outdoor da suolo superficiale

Il processo di volatilizzazione di vapori da suolo superficiale (SS) in ambienti aperti (outdoor) è un processo secondo il quale i flussi di vapore organici presenti nella porzione superficiale di terreno migrano verso l'aria al di sopra della superficie del terreno stesso.

Per il calcolo del VF_{ss} sono state impiegate le seguenti equazioni e selezionato il risultato minore:

$$VF_{ss}(1) = \frac{2W' \rho_s}{U_{air} \delta_{air}} \cdot \sqrt{\frac{D_s^{eff} H}{\pi \tau (\vartheta_w + k_s \rho_s + H \vartheta_a)}} \cdot 10^3$$

$$VF_{ss}(2) = \frac{W' \rho_s d}{U_{air} \delta_{air} \tau} \cdot 10^3$$

fattore di volatilizzazione di vapori outdoor da suolo profondo

Il fenomeno di volatilizzazione di vapori da suolo profondo (SP) in ambienti aperti è un processo secondo il quale le specie chimiche volatili presenti nel SP migrano verso la superficie del terreno ed inoltre si rimescolano con l'aria della zona posta al di sopra della sorgente di contaminazione.

Per il calcolo del VFsp sono state impiegate le seguenti equazioni e selezionato il risultato minore:

$$VF_{ss}(1) = \frac{2W' \rho_s}{U_{air} \delta_{air}} \cdot \sqrt{\frac{D_s^{eff} H}{\pi \tau (\vartheta_w + k_s \rho_s + H \vartheta_a)}} \cdot 10^3$$

$$VF_{samb}(1) = \frac{H \rho_s}{(\vartheta_w + k_s \rho_s + H \vartheta_a) \cdot \left(1 + \frac{U_{air} \delta_{air} L_s}{D_s^{eff} W'}\right)} \cdot 10^3$$

$$VF_{samb}(2) = \frac{W' \rho_s d_s}{U_{air} \delta_{air} \tau} \cdot 10^3$$

fattore di volatilizzazione di vapori outdoor da falda:

Il fenomeno di volatilizzazione di vapori dalla falda in ambienti aperti è un processo secondo il quale le specie chimiche volatili, presenti in soluzione nelle acque sotterranee, migrano, sotto forma di vapori, verso la superficie del terreno, dove si mescolano con l'aria della zona sovrastante la sorgente contaminata. Il parametro VF_{wamb} viene espresso in funzione del coefficiente di diffusione, che a sua volta, considerando il percorso dell'inquinante, dipenderà delle caratteristiche della frangia capillare e della zona insatura

$$VF_{wamb} = \frac{H}{1 + \frac{U_{air} \delta_{air} L_{GW}}{D_{ws}^{eff} W'}} \cdot 10^3$$

fattore di emissione di particolato outdoor da suolo superficiale

Il fenomeno di emissione di particolato da suolo superficiale è un processo secondo il quale avviene il sollevamento di polveri dal suolo superficiale contaminato, a seguito di fenomeni di erosione, e il rimescolamento, e la conseguente diluizione di queste polveri con l'aria sovrastante la sorgente di contaminazione.

$$PEF = \frac{P_e W'}{U_{air} \delta_{air}} 10^3$$

fattore di volatilizzazione di vapori indoor da suolo

La volatilizzazione indoor da suolo si verifica quando sopra la zona di suolo contaminato vi è un edificio nel quale avviene l'infiltrazione dei contaminanti. Per il calcolo del VF_{sesp} sono state impiegate le seguenti equazioni e selezionato il risultato minore:

$$VF_{sesp} (1) = \frac{\frac{H\rho_s}{(\mathcal{G}_w + k_s\rho_s + H\mathcal{G}_a)} \cdot \frac{D_s^{eff}}{L_T L_b ER}}{1 + \frac{D_s^{eff}}{L_T L_b ER} + \frac{D_s^{eff} L_{crack}}{D_{crack}^{eff} L_T \eta}} \cdot 10^3$$

$$VF_{sesp} (3) = \frac{\rho_s \cdot d_s}{L_b \cdot ER \cdot \tau} \cdot 10^3$$

fattore di volatilizzazione di vapori indoor da acque sotterranee

La volatilizzazione indoor dalla falda si verifica quando sopra la zona di falda contaminata vi è un edificio nel quale avviene l'infiltrazione dei contaminanti.

$$VF_{wesp} = \frac{H \frac{D_w^{eff}}{L_T L_b ER}}{1 + \frac{D_w^{eff}}{L_T L_b ER} + \frac{D_w^{eff} L_{crack}}{D_{crack}^{eff} L_T \eta}} \cdot 10^3$$

6 CARATTERIZZAZIONE DEL RISCHIO

Di seguito viene caratterizzato il concetto di rischio igienico-sanitario che può essere associato alla presenza nell'ambiente di sostanze cancerogene e non-cancerogene, unitamente ai criteri utilizzati per la verifica dell'accettabilità, ai fini della protezione dell'uomo.

6.1 Composti cancerogeni

Il rischio cancerogeno è una grandezza probabilistica che viene utilizzata nella valutazione degli effetti nocivi delle sostanze cancerogene per le quali non si riconosce un effetto deterministico di soglia, ma solo stime di carattere statistico. Il rischio è generalmente espresso come "probabilità incrementale di contrarre il tumore nel corso della vita" a causa dell'esposizione a una sostanza cancerogena (esempio un rischio di 10^{-5} è pari ad un rischio incrementale di 1 individuo su una popolazione di 100.000 individui).

A livello internazionale il valore di riferimento condiviso per l'accettabilità del rischio è variabile in un range compreso tra 10^{-6} e 10^{-4} . Il D.Lgs. 152/06 propone quale valore di rischio incrementale accettabile 10^{-5} .

Nella presente analisi viene ritenuto ammissibile un rischio cancerogeno individuale (per singola sostanza e per singolo percorso di esposizione) un rischio uguale o inferiore a 10^{-6} , mentre il limite di accettabilità del rischio cumulativo (per più sostanze e/o percorsi di esposizione) pari a 10^{-5} .

6.2 Composti non cancerogeni

Per le sostanze non cancerogene è stabilita una dose di riferimento che rappresenta la dose quotidiana accettabile o tollerabile. Il criterio di accettabilità per la presenza di una

sostanza tossica nell'ambiente è pertanto determinato dal non superamento della dose tollerabile definita per quella stessa sostanza.

Il rischio viene definito, per le sostanze non-cancerogene, dal superamento delle concentrazioni del contaminante rispetto alle dosi di riferimento.

Quale indice del rischio viene considerato l'Hazard Quotient (HQ) ovvero il rapporto tra dose quotidiana media e dose quotidiana accettabile (RfD, RfC), l'accettabilità del rischio è determinata da un HQ inferiore a 1, così come indicato dal D.Lgs. 152/06. Tale valore viene assunto quale limite di accettabilità del rischio sia individuale (per singola sostanza e per singolo percorso di esposizione) che cumulativo (per più sostanze e/o percorsi di esposizione).

6.3 Proprietà tossicologiche e chimico fisiche delle sostanze indicatrici

La valutazione della tossicologia di un composto viene condotta in modi diversi a seconda dell'eventuale potenzialità cancerogena della sostanza.

Una sostanza può essere definita tossica se per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea può provocare effetti gravi, acuti o cronici, sulla salute dei ricettori umani. Sulla base di dati epidemiologici e di studi su animali disponibili per un determinato prodotto, EPA ha classificato le sostanze tossiche come segue:

- GRUPPO A - cancerogeno umano: sufficiente evidenza per supportare un legame causale fra esposizione chimica e cancro nell'uomo;
- GRUPPO B - cancerogeno umano probabile:
 - B1: evidenza limitata di carcinogenicità nell'uomo;
 - B2: sufficiente evidenza di carcinogenicità in animali, con inadeguata o nessun'evidenza nell'uomo;

- GRUPPO C - possibile cancerogeno umano: evidenza limitata carcinogenicità in animali e dati umani inadeguati o mancanti;
- GRUPPO D - non classificabile come carcinogenicità umana; evidenza inadeguata o mancante di carcinogenicità;
- GRUPPO E - evidenza di non carcinogenicità nell'uomo; nessun'evidenza di carcinogenicità in studi adeguati su uomo o animali.

Allo scopo di quantificare il tipo e la magnitudo degli effetti tossici che una sostanza chimica può avere su un recettore umano, la USEPA ed altri istituti internazionali hanno sviluppato, per le diverse sostanze, modelli dose-risposta, fornendo dati quantitativi di tossicità cancerogena e non cancerogena sotto forma rispettivamente di un "fattore cancerogeno" (Cancer Slope Factor - CSF) e di una dose di riferimento (Reference Dose - RfD).

Questi fattori sono stati reperiti principalmente dalla *"Banca dati delle proprietà chimico-fisiche e tossicologiche"* (APAT, Agosto 2006) oppure da altre banche dati internazionali (RAIS, IRIS, ecc..) e sono riassunti nella Tabella 7 – Allegato A.

6.3.1 Composti non cancerogeni

In generale, per le sostanze non cancerogene esiste un valore di concentrazione soglia (dose soglia) sotto la quale il composto non ha effetti nocivi, neanche a lungo termine.

Gli studi tossicologici sugli effetti delle sostanze non cancerogene puntano all'identificazione del valore di soglia. Le sostanze che determinano effetti non cancerogeni manifestano, nelle curve "dose-risposta", una dose di riferimento sopra la quale si notano effetti avversi sulle popolazioni esposte.

La maggior parte delle stime di "dosi accettabili" per l'uomo sono basate su studi condotti su animali opportunamente corrette con fattori di incertezza. Generalmente, quando vengono valutati criteri tossicologici per effetti non cancerogeni sull'uomo, si

applica un fattore di incertezza pari a 10 sia al cosiddetto NOAEL (No-observed Adverse Effect Level, corrispondente al massimo livello di non osservabilità di effetti nocivi indesiderati) che al LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level, ossia il valore minimo per cui si sono osservati effetti nocivi), ottenuti dagli studi condotti sugli animali.

I valori tossicologici derivati dall'applicazione di tali fattori di incertezza al NOAEL e LOAEL sono chiamati Reference Dose (RfD) e reference Concentration (RfC), rispettivamente per via ingestione ed inalazione. Questi valori servono da indicatore per valutare il potenziale degli effetti non cancerogeni sulla salute, rappresentando il valore soglia sotto al quale non si prevedono effetti sulla salute. In altre parole, rappresentano l'assunzione giornaliera di contaminante, per unità di peso corporeo, che non provoca rischi alla salute umana durante il corso della vita.

I valori di RfD e RfC per ingestione, contatto dermico ed inalazione per ciascuno dei composti non cancerogeni considerati nel presente studio di analisi di rischio, sono riportati nella Tabella 7 – Allegato A.

Inoltre, per quanto riguarda gli Idrocarburi Leggeri e Pesanti e i TPH (come n-esano), non essendo disponibili informazioni analitiche sito-specifiche relative alla suddivisione tra aromatici ed alifatici, si è deciso di rappresentarli mediante la frazione Alifatica con Numero di Carbonio Equivalente C9 – C18.

Tale frazione permette di valutare sia il rischio dovuto alla presenza di Idrocarburi con numero di Carbonio inferiore a 12, sia il rischio dovuto alla presenza di Idrocarburi con numero di Carbonio maggiore di 12.

La frazione Alifatica con Numero di Carbonio Equivalente C9 – C18, risulta essere particolarmente volatile e quindi altamente protettiva per i recettori superficiali.

La componente aromatica invece non è stata considerata come frazione idrocarbureica, in quanto già valutata mediante i singoli composti Benzene, Etilbenzene, Toluene, Stirene, Xileni e p-Xilene.

6.3.2 *Composti cancerogeni*

Per quanto riguarda le sostanze che determinano effetti cancerogeni, esse sono caratterizzate da un potenziale cancerogeno, ovvero qualsiasi dose, anche molto bassa, può presentare un rischio per lo sviluppo di effetti cancerogeni e a differenza delle sostanze non-cancerogene non esiste un valore di soglia al di sotto del quale non si manifestano effetti.

La stima delle potenzialità tossiche cancerogene di tale sostanza è espressa dall'USEPA mediante il parametro Cancer Slope Factor (CSF), che rappresenta il rischio incrementale di cancro riferito ad una dose unitaria della sostanza per tutta la vita (assunta pari a 70 anni), per diversi meccanismi d'esposizione (ingestione, inalazione, contatto dermico). Esso corrisponde alla tangente al tratto rettilineo della relazione dose-risposta, per esposizione alle basse dosi delle sostanze cancerogene e corrisponde al limite di confidenza del 95%. In altre parole, la probabilità che il rischio effettivo possa essere più alto di quello stimato è pari al solo 5%.

Per la via di esposizione inalazione viene anche impiegato il Unit Risk Cancer Risk (URF) $(\text{mg}/\text{m}^3)^{-1}$ che rappresenta la probabilità di casi incrementali di tumore per inalazione nel corso della vita per unità di concentrazione.

I valori di CSF e URF per ingestione, contatto dermico o inalazione per ciascun COC cancerogeno considerato sono riportati in Tabella 7, Allegato A.

6.3.3 *Proprietà chimico - fisiche*

Una volta che un prodotto chimico è rilasciato nell'ambiente può essere trasportato oppure trasformato fisicamente, chimicamente e/o biologicamente, o accumulato nei terreni. Il trasporto dipende dalle proprietà fisico-chimiche della sostanza e dalle caratteristiche specifiche del sito.

Nella valutazione del rischio, si sono applicate le proprietà fisico-chimiche come parametri d'input, per la soluzione degli algoritmi e dei modelli matematici utilizzati.

Tali proprietà sono:

- *coefficiente di ripartizione del carbonio organico tra terreno ed acqua (Koc)*: fornisce una misura della partizione all'equilibrio del composto chimico tra il Carbonio organico presente nel suolo o nel sedimento e l'acqua. Questa proprietà è misurata in laboratorio, più elevato è il valore del Koc, più è probabile che il composto chimico rimanga legato al suolo o sedimento piuttosto che rimanere in acqua;
- *coefficiente di ripartizione terreno-acqua (Kd)*: rappresenta la frazione di contaminante assorbita rispetto a quella disciolta in acqua in condizioni di equilibrio. Per gli inquinanti organici $K_d = K_{oc} \times f_{oc}$ (f_{oc} =frazione di carbonio organico);
- *costante di Henry (H)*: è il rapporto fra la pressione parziale di un composto in aria per la sua concentrazione in acqua all'equilibrio. Indica la tendenza di un composto a volatilizzare in atmosfera da una soluzione acquosa; più elevata è tale costante, più è probabile che il composto volatilizzi piuttosto che rimanga disciolto in acqua. Il suo valore viene determinato in laboratorio;
- *solubilità (S)*: indica il valore della concentrazione massima che un composto chimico puro può raggiungere in acqua all'equilibrio ad una determinata temperatura;
- *coefficiente di diffusione nell'aria (Dair)*: descrive il movimento del composto chimico nell'aria come risultato di differenze di concentrazione. Rappresenta la componente dispersiva del trasporto, più elevato è il valore di tale coefficiente e

- più è probabile che il composto chimico si muova in risposta a gradienti di concentrazione;
- *coefficiente di diffusione nell'acqua (D_w)*: descrive il movimento del composto chimico nell'acqua come risultato di differenze di concentrazione. Rappresenta la componente dispersiva del trasporto, più elevato è il valore di tale coefficiente e più è probabile che il composto chimico si muova in risposta a gradienti di concentrazione.
 - *peso molecolare (MW)*.

La Tabella 6, in Allegato A presenta i valori caratteristici dei parametri chimico-fisici dei COCs individuati per il sito in oggetto: essi stati reperiti principalmente dalla “*Banca dati delle proprietà chimico-fisiche e tossicologiche*” (APAT, Luglio 2006) oppure da altre banche dati internazionali (RAIS, IRIS, ecc..).

7 CONCENTRAZIONI SOGLIA DI RISCHIO

I risultati dei calcoli sono riportati nelle Tabella 8÷Tabella 11, Allegato A: le tabelle illustrano i valori di Concentrazione Soglia di Rischio (CSR) calcolati mediante analisi di rischio igienico sanitario per ciascuna delle sostanze indicatrici individuate.

Le CSR definite per ciascuna sorgente di contaminazione sono state stimate scegliendo il valore più conservativo tra le CSR derivanti dalle modalità di esposizione che hanno luogo in ambienti indoor e in ambienti outdoor.

Esse inoltre, sono tali da garantire il rispetto dei limiti di accettabilità del rischio cancerogeno e non cancerogeno dovuti alla presenza di più sostanze, per i potenziali recettori individuati.

A tale scopo, quindi, le CSR individuate al fine di rispettare i limiti di accettabilità del rischio cancerogeno e non cancerogeno per singola sostanza sono state modulate mediante l'applicazione di un opportuno fattore di correzione, al fine di garantire anche il rispetto dei limiti di accettabilità del rischio cumulativo.

Infine, nel caso in cui la procedura di Analisi di Rischio abbia portato alla determinazione di CSR inferiori alle CSC definite dal D.Lgs. 152/06 per le acque sotterranee e per i suoli ad uso industriale/commerciale, sono stati adottati quali obiettivi di bonifica le CSC stesse. Infatti, lo stesso decreto legislativo (art.240, f.) prevede che, il rispetto delle CSC da parte delle matrici ambientali sia il primo criterio in base al quale un sito possa essere classificato come "non contaminato" e che, di conseguenza, esso non debba essere sottoposto ad ulteriori indagini e/o ad analisi di rischio. Pertanto, le CSC costituiscono gli obiettivi di bonifica più restrittivi applicabili alle matrici ambientali di pertinenza di un sito.

8 CONCLUSIONI

Il presente documento illustra lo Studio di Analisi di Rischio igienico-sanitario condotto per le aree di pertinenza dello Stabilimento Polimeri Europa di Mantova, secondo le modalità previste dal D.Lgs. 152/06 (Parte IV, Titolo V, Allegato 1).

Lo Stabilimento Polimeri Europa di Mantova è stato oggetto di attività di caratterizzazione ambientale nel periodo Giugno 2002 ÷ Febbraio 2006 i cui risultati sono illustrati nei documenti elencati al cap. 2: tali risultati hanno evidenziato la presenza di concentrazioni superiori alle CSC nei suoli e nelle acque sotterranee di pertinenza del sito, pertanto quest'ultimo è da considerarsi "potenzialmente contaminato" ai sensi del D.Lgs. 152/06.

Il presente documento ha lo scopo di definire le Concentrazioni Soglia di Rischio relative ai suoli insaturi e rimodulare gli obiettivi di bonifica per ogni area omogenea, secondo quanto previsto dall'art. 265 del sopra citato decreto.

Nell'elaborazione dell'analisi di rischio è stata comunque considerata la presenza della falda principale che presenta superamenti delle CSC, in quanto sorgente di rischio potenziale per i recettori superficiali (lavoratori) attraverso il percorso di inalazione vapori indoor e outdoor.

Il presente documento non prevede la rimodulazione degli obiettivi di bonifica relativi alle acque di falda, di cui al "*Progetto Preliminare/Definitivo di Bonifica Acque di Falda – Aree Polimeri Europa – Stabilimento di Mantova*", (Snam Progetti), presentato nel mese di Ottobre 2005 ed inerente gli interventi di bonifica e messa in sicurezza.

Gli interventi di bonifica e messa in sicurezza per le acque di falda contenuti nel sopra citato progetto, impediscono la migrazione all'esterno del sito della contaminazione a

carico delle acque di falda interrompendo quindi il potenziale trasporto della stessa verso i recettori sensibili ubicati al di fuori del sito.

Per tale motivo, l'analisi di rischio in esame ha per oggetto la valutazione del rischio potenziale connesso all'esposizione diretta e/o indiretta, dei lavoratori impiegati in sito, alla contaminazione presente nel terreno insaturo e nelle acque di falda a questo soggiacenti.

Il presente studio è stato condotto impiegando la metodologia RBCA ("Risk Based Corrective Action"), internazionalmente accettata per la valutazione del rischio igienico-sanitario, e descritta negli standard dell'American Society Testing Materials (ASTM) "Standard Guide for Risk Based Corrective Action (RBCA) Applied at Petroleum Release Sites" (Riferimento: E1739-95).

Per i calcoli ci si è avvalsi del Software RBCA Toolkit Ver. 1.3 che implementa la metodologia proposta dall'ASTM e può eseguire un'analisi di rischio secondo più livelli successivi di approfondimento (da 1 a 2). Considerando la quantità e la qualità dei dati sito - specifici a disposizione, nel presente caso i calcoli sono stati eseguiti ad un Livello 2 di analisi.

Ai fini della presente analisi sono stati considerati tutti i dati sito specifici a disposizione, necessari per l'implementazione delle formule analitiche e dei modelli impiegati per simulare la migrazione del contaminante nelle diverse matrici ambientali. In mancanza di dati sito specifici, sono stati assunti valori desunti da fonti bibliografiche nazionali/internazionali riconosciute e, ove possibile, dalle già citate Linee Guida APAT (Luglio 2006).

In ogni caso, tutte le scelte condotte ai fini della presente analisi, sulla scelta dei parametri sito-specifici, dei parametri di esposizione e sulla tossicità delle sostanze, si basano sul *principio di conservatività*.

Date le grandi dimensioni del sito, ai fini dei calcoli esso è stato suddiviso in 4 aree omogenee così definite e illustrate nella Figura 1, Allegato A:

- Area Impianti;
- Area Serbatoi;
- Area Celle;
- Area Esterna.

I limiti di accettabilità del rischio considerati sono stati:

- Rischio individuale per le sostanze cancerogene: 10^{-6} ;
- Rischio cumulativo per le sostanze cancerogene: 10^{-5} ;
- Rischio individuale e cumulativo per le sostanze non cancerogene: 1.

Tali dati risultano compatibili con le Linee Guida APAT del Luglio 2006.

Infine, in Tabella 8÷Tabella 11, Allegato A, illustra i valori di Concentrazione Soglia di Rischio calcolati, compatibili con i livelli di rischio individuale e cumulativo ritenuti accettabili per i potenziali recettori individuati.

Nel caso in cui la procedura di Analisi di Rischio abbia portato alla determinazione di CSR inferiori alle CSC definite dal D.Lgs. 152/06 per le acque sotterranee e/o per i suoli ad uso industriale/commerciale, sono stati adottati quali obiettivi di bonifica le CSC stesse.

Infatti, lo stesso decreto legislativo (art. 240, f.) prevede che, il rispetto delle CSC da parte delle matrici ambientali sia il primo criterio in base al quale un sito possa essere classificato come “non contaminato” e che, di conseguenza, esso non debba essere

sottoposto ad ulteriori indagini e/o ad analisi di rischio. Pertanto, le CSC costituiscono gli obiettivi di bonifica più restrittivi applicabili alle matrici ambientali di pertinenza di un sito.

Le CSR individuate, a valle dell'autorizzazione come obiettivi di bonifica, saranno confrontate con i dati di concentrazione rilevati in sito nei terreni insaturi, nel corso delle attività di caratterizzazione. Eventuali superamenti delle CSR dovranno essere oggetto di specifici interventi di bonifica/messa in sicurezza, finalizzati a ricondurre le concentrazioni rilevate al di sotto delle CSR individuate.

Tali interventi saranno inseriti nel Progetto Operativo di Bonifica/Messa in Sicurezza Operativa o Permanente, che sarà predisposto nei termini di legge.

9 RIFERIMENTI

- *ASTM 1998, Standard Provisional Guide for Risk Based Corrective Action, PS 104-98.*
- *ASTM 1995, American Society for Testing and Materials (ASTM) Emergency standard guide for Risk-Based corrective action applied et petroleum releases sites. E1739-95.*
- *APAT 2006, Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati-rev. 01.*
- *IRIS, Integrated Risk Information System.*
- *RAIS, Risk Assessment Information System.*
- *TPHCWG, Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group.*



ENVIRONMENTAL DIVISION

ALLEGATO A



ENVIRONMENTAL DIVISION

ALLEGATO B



ENVIRONMENTAL DIVISION

ALLEGATO C