

Per
Polimeri Europa S.p.A.
Stabilimento di Mantova

**MESSA IN SICUREZZA
OPERATIVA DEI SUOLI,
AI SENSI DEL D.LGS. 152/06**

Marzo 2007

Per

**Polimeri Europa S.p.A.
Stabilimento di Mantova**

**MESSA IN SICUREZZA OPERATIVA DEI
SUOLI, AI SENSI DEL D.LGS. 152/06**



Contratto FWIENV n° 1-BH-0216B

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	6
1.1	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	8
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	10
3	INQUADRAMENTO DELL'AREA.....	12
3.1	LOCALIZZAZIONE DELLO STABILIMENTO	12
3.2	IDROGRAFIA SUPERFICIALE.....	12
3.2.1	<i>Canale Diversivo</i>	<i>12</i>
3.2.2	<i>Canale di Presa</i>	<i>13</i>
3.2.3	<i>Canale Sisma</i>	<i>13</i>
3.3	ELEMENTI DI CLIMATOLOGIA.....	15
3.4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	15
3.5	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	17
3.5.1	<i>Accumuli idrici superficiali.....</i>	<i>17</i>
3.5.2	<i>Falda principale</i>	<i>17</i>
3.5.3	<i>Falda profonda</i>	<i>18</i>
3.6	PRINCIPALI ATTIVITÀ ED IMPIANTI DELLO STABILIMENTO.....	18
3.6.1	<i>Ricostruzione storica delle attività svolte</i>	<i>18</i>
3.6.2	<i>Impianti attivi.....</i>	<i>19</i>
3.6.3	<i>Utilities e cicli produttivi</i>	<i>20</i>
3.6.4	<i>Individuazione delle Aree omogenee</i>	<i>20</i>
3.6.5	<i>Discariche esaurite</i>	<i>21</i>
4	RISULTATI DELLE ATTIVITA' DI INDAGINE AMBIENTALE.....	22
4.1	ATTIVITÀ DI CARATTERIZZAZIONE (2002).....	22
4.2	MONITORAGGI DELLE ACQUE DI FALDA (2003 – 2006).....	22
4.3	ATTIVITÀ DI CARATTERIZZAZIONE (2004-2005).....	23
5	MODELLO CONCETTUALE DEL SITO.....	25
5.1	CARATTERISTICHE AMBIENTALI ED IDROGEOLOGICHE DELL'AREA	25
5.1.1	<i>Terreno superficiale e di riporto.....</i>	<i>25</i>

5.1.2	<i>Primo livello impermeabile</i>	26
5.1.3	<i>Falda principale</i>	27
5.1.4	<i>Secondo livello impermeabile</i>	28
5.2	SOSTANZE POTENZIALMENTE CONTAMINANTI	28
5.2.1	<i>Premessa</i>	28
5.2.2	<i>Metalli</i>	28
5.2.3	<i>Composti organici aromatici (BTEXS)</i>	29
5.2.4	<i>Idrocarburi leggeri e pesanti</i>	29
5.2.5	<i>Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)</i>	30
5.2.6	<i>Alifatici cancerogeni e non cancerogeni</i>	30
5.2.7	<i>PCB</i>	31
5.2.8	<i>Diossine e Furani</i>	31
5.3	STATO QUALITATIVO DELLE MATRICI AMBIENTALI	31
5.3.1	<i>Metalli</i>	32
5.3.2	<i>Composti organici aromatici (BTEXS)</i>	33
5.3.3	<i>Idrocarburi leggeri e pesanti</i>	33
5.3.4	<i>Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)</i>	35
5.3.5	<i>Alifatici cancerogeni e non cancerogeni</i>	35
5.3.6	<i>PCB</i>	35
5.3.7	<i>Diossine/Furani</i>	35
6	ANALISI DI RISCHIO IGIENICO-SANITARIO AI SENSI DEL D.LGS. 152/06	37
6.1	CRITERI METODOLOGICI	39
6.1.1	<i>Definizione delle sorgenti di potenziale contaminazione</i>	40
6.1.2	<i>Individuazione delle vie di migrazione e delle modalità di esposizione</i>	41
6.1.3	<i>Individuazione dei bersagli</i>	43
6.2	CRITERIO DI TOLLERABILITÀ DEL RISCHIO	44
6.3	CONCENTRAZIONI SOGLIA DI RISCHIO	44
7	STATO DI CONTAMINAZIONE DI SUOLO E SOTTOSUOLO	45
8	OBIETTIVI GENERALI DEGLI INTERVENTI	47
9	SELEZIONE DELLE TECNOLOGIE APPLICABILI	49

9.1	GESTIONE DEL SUOLO INSATURO SUPERFICIALE POTENZIALMENTE CONTAMINATO DA PCB E FURANI.....	51
9.2	GESTIONE DEL SUOLO/SOTTOSUOLO INSATURO CONTAMINATO (AD ESCLUSIONE DI PCB E FURANI)	52
9.2.1	<i>Contaminazione organica</i>	52
9.2.2	<i>Contaminazione inorganica (Mercurio)</i>	53
9.3	INDIVIDUAZIONE DELLE AREE INACCESSIBILI AGLI INTERVENTI DI BONIFICA	54
9.4	MODALITÀ DI GESTIONE DEL RISCHIO IGIENICO-SANITARIO POTENZIALMENTE ASSOCIATO ALLE CONCENTRAZIONI RESIDUE NELLE AREE NON OGGETTO DEGLI INTERVENTI	56
10	TECNOLOGIE DI INTERVENTO SELEZIONATE	59
10.1	SCAVO ED INVIO AD IMPIANTO ESTERNO DI SMALTIMENTO/RECUPERO	59
10.2	SOIL VAPOR EXTRACTION E BIOVENTING	64
11	PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI MISO	66
11.1	ESCAVAZIONE E SUCCESSIVO SMALTIMENTO	66
11.1.1	<i>Generalità</i>	66
11.1.2	<i>Accertamento della qualità del terreno lasciato in-situ</i>	69
11.1.3	<i>Movimentazione materiali scavati</i>	70
11.2	SOIL VAPOR EXTRACTION/BIOVENTING.....	71
11.2.1	<i>Test Pilota di SVE/BV</i>	73
12	MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA.....	75
12.1	MONITORAGGIO DEL SISTEMA SVE/BV	75
13	GESTIONE DELLA SICUREZZA	77
14	TEMPISTICA DEGLI INTERVENTI.....	82
15	STIMA PRELIMINARE DEI COSTI.....	83

TABELLE

TABELLA 3-1: CICLI PRODUTTIVI DISMESSI	19
TABELLA 6-1: SORGENTI DI POTENZIALE CONTAMINAZIONE E COCs	41
TABELLA 6-2: MODALITÀ DI MIGRAZIONE/ESPOSIZIONE PER CIASCUNA SORGENTE DI POTENZIALE CONTAMINAZIONE	42
TABELLA 9-1: SUOLO SUPERFICIALE INSATURO: VALUTAZIONE COMPARATIVA DELLE TECNICHE DI RISANAMENTO PER PCB E FURANI	51
TABELLA 9-2: SUOLO E SOTTOSUOLO INSATURO: VALUTAZIONE COMPARATIVA DELLE TECNICHE DI CONTENIMENTO/RISANAMENTO PER SOSTANZE ORGANICHE	52
TABELLA 9-3: PUNTI DI MONITORAGGIO ARIA AMBIENTE (APRILE 2006)	56
TABELLA 10-1: ELENCO DEI PUNTI DI INTERVENTO	59
TABELLA 10-2: ELENCO SAGGI INTEGRATIVI	62
TABELLA 10-3: AREE DI INTERVENTO SVE/BV	65
TABELLA 11-1: AREE DI INTERVENTO E VOLUMI DI SCAVO	67
TABELLA 15-1: STIMA PRELIMINARE DEI COSTI	83

ALLEGATI

ALLEGATO 1: ELABORATI CARTOGRAFICI	84
ALLEGATO 2: ECCEGENZE RILEVATE RISPETTO ALLE CSC PER PCB E DIOSSINE/FURANI	85
ALLEGATO 3: PARAMETRI DI INPUT E RISULTATI DELL' ANALISI DI RISCHIO	86
ALLEGATO 4: TABELLE RIASSUNTIVE DELLE ECCEGENZE RILEVATE RISPETTO ALLE CSR	87
ALLEGATO 5: TABELLA DEGLI INTERVENTI DI GESTIONE DEL RISCHIO	88
ALLEGATO 6: TECNOLOGIE DI CONTENIMENTO/RISANAMENTO DEL SUOLO/SOTTOSUOLO INSATURO	89

1 PREMESSA

Su incarico della Società Polimeri Europa S.p.A. (in seguito per brevità PE), Foster Wheeler Italiana S.p.A. - Environmental Division (di seguito per brevità FWIENV) ha proceduto all'elaborazione del documento di *"Messa In Sicurezza Operativa dei suoli, ai sensi del D.Lgs. 152/06"*, relativo alle aree di pertinenza di PE, all'interno del Multisocietario di Mantova. Lo Stabilimento 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.

In data 25 Ottobre 2006, PE si è avvalsa della facoltà prevista dall'Art. 265, comma 4, della Parte Quarta, Titolo V *"Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti contaminati"* del D.Lgs. 152/06, ed ha presentato i risultati di rimodulazione degli obiettivi di bonifica dei suoli insaturi nel documento *"Analisi di Rischio igienico sanitario ai sensi del D.Lgs. 152/06"*.

La rimodulazione degli obiettivi di bonifica è stata eseguita applicando l'Analisi di Rischio (in seguito per brevità AdR), secondo quanto riportato nell'Allegato 1 *"Criteri generali per l'analisi di rischio sanitario ambientale sito specifica"* della Parte Quarta, Titolo V del D.Lgs. 152/06.

Il documento viene presentato in risposta alla prescrizione contenuta nel Decreto Direttoriale prot. n. 2920/QdV/DI del 6 Febbraio 2007 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, alla pagina 25 (quarto punto dell'Ordine del Giorno), dove si richiede a PE *"di trasmettere, entro 30 giorni dalla data di ricevimento del presente verbale, il progetto di bonifica dei suoli"*, nonostante il fatto che l'AdR presentata nell'Ottobre 2006 non sia stata tuttora istruita dagli Enti competenti.

Per quanto concerne le acque di falda di pertinenza del sito, non trattate nel presente documento, si rimanda al *"Progetto Preliminare/Definitivo di Bonifica Acque di Falda – Aree Polimeri Europa – Stabilimento di Mantova"*, redatto da SnamProgetti nell'Ottobre 2005.

Per la stesura del presente documento si è fatto riferimento ai risultati delle caratterizzazioni ambientali e monitoraggi periodici eseguiti a partire dal 2002 e sintetizzati nel documento *“Relazione Tecnica Descrittiva sulle Attività di Indagine Integrativa al Piano della Caratterizzazione Ambientale”* del Dicembre 2005, validati da ARPA Lombardia, Dipartimento di Mantova, con nota del 20 Giugno 2006 (Prot. ARPA 85445).

Al fine di pervenire alla definizione degli interventi da eseguire, per garantire un adeguato livello di sicurezza per le persone e per l'ambiente, FWIENV ha analizzato ed individuato le tecnologie di contenimento della contaminazione applicabili al suolo/sottosuolo insaturo secondo le seguenti fasi:

- Inquadramento del contesto normativo attualmente vigente (cfr. Capitolo 2).
- Inquadramento geografico dell'area, definizione delle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del sito e breve descrizione delle attività in esso svolte (cfr. Capitolo 3).
- Sintesi delle attività condotte nell'ambito della caratterizzazione ambientale e del monitoraggio delle acque sotterranee (cfr. Capitolo 4) e definizione del Modello Concettuale del sito, elaborato sulla base delle indagini complessivamente condotte (cfr. Capitolo 5).
- Sintesi dei criteri e delle metodologie di elaborazione dell'Analisi di Rischio igienico-sanitario sito-specifica (cfr. Capitolo 6) e valutazione della contaminazione residua nella matrice insatura (cfr. Capitolo 7).
- Descrizione delle tecnologie applicabili al sito in esame, definizione dei criteri che ne hanno guidato la scelta (cfr. Capitoli 8, 9 e 10), progettazione preliminare degli interventi (cfr. Capitolo 11).
- Descrizione del piano di monitoraggio in corso d'opera (cfr. Capitolo 12) e gestione della sicurezza (cfr. Capitolo 13).
- Definizione del piano temporale di esecuzione degli interventi proposti (cfr. Capitolo 14).

Gli interventi descritti e proposti nel presente documento sono stati individuati tenendo conto delle misure di messa in sicurezza già realizzate o in fase di realizzazione all'interno dello Stabilimento di Mantova, nelle aree di pertinenza di PE, che costituiscono sistemi di tutela ambientale e sanitaria di eventuali recettori sensibili, attraverso il contenimento all'interno del sito della contaminazione presente.

1.1 Documentazione di riferimento

Il progetto descritto nel presente documento si basa sul contenuto degli elaborati relativi alle attività di indagine ambientale e di messa in sicurezza effettuate all'interno delle aree di PE dello Stabilimento e s'intende quindi integrato, in particolare, dai seguenti elaborati:

- *“Piano di Caratterizzazione ambientale – D.M. 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 D.M. 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.
- *“Modello matematico di flusso nell’area dello stabilimento Polimeri Europa di Mantova”* redatto da Snamprogetti nel Giugno 2005.
- *“Messa in sicurezza del sito – Verifica della tenuta delle opere di sbarramento idraulico della falda”* redatto da Snamprogetti nel Luglio 2005.
- *“Progetto Preliminare/Definitivo di Bonifica Acque di Falda, Aree Polimeri Europa – Stabilimento di Mantova”* dell’Ottobre 2005.
- *“Relazione Tecnica Descrittiva sulle Attività di Indagine Integrativa al Piano della Caratterizzazione Ambientale”* del Dicembre 2005.
- *“Relazione sulle attività della Quinta Campagna Unitaria e Concordata di monitoraggio acque (Gennaio-Febbraio 2006)”* dell’Aprile 2006.
- *“Analisi di Rischio igienico sanitario ai sensi del D.Lgs. 152/06”* dell’Ottobre 2006.
- *“Relazione sulle attività della Sesta Campagna Unitaria e Concordata di monitoraggio acque (Ottobre 2006)”* del Dicembre 2006.

2 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...,il cui superamento richiede la messa in sicurezza e la bonifica*”.
- 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 sito specifica secondo i principi illustrati nell’Allegato 1 alla parte quarta del presente decreto...*”.
- Sito potenzialmente contaminato: “*un sito nel quale uno o più valori di concentrazione delle sostanze inquinanti rilevati 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 contaminazione 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*”.

- Messa In Sicurezza Operativa: *“l’insieme degli interventi eseguiti in un sito con attività in esercizio atti a garantire un adeguato livello di sicurezza per le persone e per l’ambiente, in attesa di ulteriori interventi di messa in sicurezza permanente o bonifica da realizzarsi alla cessazione dell’attività. Essi comprendono altresì gli interventi di contenimento della contaminazione da mettere in atto in via transitoria fino all’esecuzione della bonifica o della messa in sicurezza permanente, al fine di evitare la diffusione della contaminazione all’interno della stessa matrice o tra matrici differenti. In tali casi devono essere predisposti idonei piani di monitoraggio e controllo che consentano di verificare l’efficacia delle soluzioni adottate”.*

I valori delle CSC per il suolo ed il sottosuolo sono riportati nella Tabella 1 dell’Allegato 5 alla Parte Quarta, Titolo V del Decreto in oggetto e si differenziano per i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (colonna A) e per i siti ad uso commerciale ed industriale (colonna B). I valori delle CSC per le acque sotterranee sono riportati nella Tabella 2 dell’Allegato 5.

Le modalità di esecuzione dell’AdR sono riportate nell’Allegato 1 “*Criteri generali per l’analisi di rischio sanitario ambientale sito-specifica*” della Parte Quarta, Titolo V del D.Lgs. 152/06. Tale allegato “*definisce gli elementi necessari per la redazione 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, prevede infine che “*le acque di falda emunte dalle falde 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.*”.

3 INQUADRAMENTO DELL'AREA

3.1 Localizzazione dello Stabilimento

L'area sede dello Stabilimento Multisocietario è situata nella pianura alluvionale del Fiume Mincio, a Sud-Est dell'abitato di Mantova. Lo Stabilimento si trova in località Frassine ed è ubicato interamente nel territorio comunale di Mantova, come illustrato nella planimetria BH-0216B-01-001-A3 in Allegato 1. L'insediamento industriale è strutturato su 38 zone produttive, delimitate da 16 strade principali per una lunghezza complessiva di 15 km e si sviluppa su un'area di circa 125 ha, delimitata:

- a Nord, dalla Ferrovia Mantova-Padova;
- ad Est, dal Canale Diversivo del Mincio;
- ad Ovest e a Sud dal Fiume Mincio.

3.2 Idrografia superficiale

Il territorio in cui ricade lo Stabilimento presenta un'idrografia superficiale fortemente influenzata dagli insediamenti produttivi ed è caratterizzata dalla presenza di quattro corsi d'acqua principali: il Fiume Mincio, il Canale Diversivo, il Canale Sisma ed infine il Canale di Presa delle acque industriali. Come richiesto dalle Autorità competenti, si è proceduto ad una ricerca di dati bibliografici supplementari relativi ai corsi d'acqua, al fine di dare maggiori indicazioni relativamente ai rapporti idraulici tra tali corsi d'acqua e la falda acquifera.

3.2.1 Canale Diversivo

Il Canale Diversivo è un'opera dei primi anni '60, realizzata per liberare la Città di Mantova dal regime delle acque del Mincio e del Po e consentire così la sicurezza idraulica ed il risanamento di Mantova e delle aree limitrofe. Si tratta di un canale completamente ricoperto che si stacca dal Mincio presso Casale di Goito, dove uno

sbarramento mobile consente di limitare il deflusso dell'alveo naturale del Mincio a 70 m³/sec, e di inviare le eccedenze di piena al Diversivo stesso. Dopo aver by-passato i Laghi di Mantova, il Diversivo confluisce nel Mincio Inferiore a monte di Governolo, sottopassando in botte a sifone il Fissero presso Formigosa. Il Diversivo Mincio riceve anche le acque dello Scaricatore di Pozzolo-Maglio (in località Maglio di Goito) e del Canale Acque Alte presso Valdaro.

Il Canale Diversivo presenta livelli medi di circa 14,50 m s.l.m., portate variabili, ed, in generale, variazioni di entità confrontabile a quelle registrate nel Fiume Mincio.

Da una prima valutazione dello schema costruttivo del canale, si può ritenere che il Diversivo possa assolvere funzioni di drenaggio delle acque di falda principale (cfr. *“Modello matematico di flusso nello Stabilimento di Mantova”*, redatto da SnamProgetti nel Giugno 2005).

3.2.2 Canale di Presa

Il Canale di Presa viene utilizzato da PE per l'emungimento dal Mincio di circa 90.000.000 m³/anno di acqua, sfruttata per il raffreddamento dei fluidi di processo, per usi di processo, come acqua antincendio, e per la produzione di acqua demineralizzata. Si tratta di un canale cementato, a sezione trapezoidale, largo 14 m in superficie e 2,50 m alla base, profondo 2,30 m e caratterizzato da una pendenza delle sponde del 40%

Il Canale di Presa presenta valori medi della quota del pelo libero dell'acqua di circa 14,50 m s.l.m. ed, in generale, variazioni inferiori ai 50 cm.

3.2.3 Canale Sisma

I reflui liquidi di stabilimento (acqua di raffreddamento e acque di processo; quantità circa 95.000.000 m³/anno) sono scaricati nel Fiume Mincio attraverso una condotta a cielo aperto denominata Canale ex Sisma. Trattasi di un canale non cementato di sezione variabile di larghezza compresa tra 20 e 75 m.

Il canale si estende per circa 1500 m. Prima dello sbocco in Mincio, uno sbarramento, realizzato con massi calcarei, ha la funzione di mantenere costante il livello del canale a 15,00 m s.l.m.. Per dettagli relativamente alle caratteristiche del Canale Sisma, si faccia riferimento ai seguenti documenti, in parte già inseriti nel *“Piano di Caratterizzazione Rev. 3.0 – Allegato 2: Stralci caratterizzazioni pregresse e documentazione stratigrafica”*, consegnato alle Autorità competenti nel Febbraio 2002:

- *“Studio relativo al tratto iniziale del Canale Sisma”*, del Consorzio BASI (1995);
- *“Ricerca del Mercurio nei sedimenti del Canale Sisma – analisi di rischio ed azioni correttive”*, di Water & Soil Remediation (1998);
- *“Presenza di residui di mercurio nel canale Sisma”*, del Prof. E. Bacci – Università degli Studi di Siena, Dipartimento di Scienze Ambientali (2000);
- *“Integrazione analisi contaminanti inorganici ed organici nel Canale Sisma (parte 1)”*, del Prof. E. Bacci – Università degli Studi di Siena, Dipartimento di Scienze Ambientali (10 Maggio 2004);
- *“Integrazione analisi mercurio nel Canale Sisma”*, del Prof. E. Bacci – Università degli Studi di Siena, Dipartimento di Scienze Ambientali (17 Maggio 2004);
- *“Integrazione analisi contaminanti inorganici ed organici nel Canale Sisma (parte 2)”*, del Prof. E. Bacci – Università degli Studi di Siena, Dipartimento di Scienze Ambientali (Luglio 2004);
- *“Rapporto conclusivo inerente allo studio di valutazione del rischio igienico sanitario ed ecologico relativo alla contaminazione del Canale Sisma a Mantova”*, di Battelle Institute di Ginevra (Luglio 2005);
- *“Realizzazione di torri di raffreddamento e delocalizzazione dello scarico delle acque in uscita dal biologico lungo il Canale Sisma e disconnessione idraulica del canale”*, di Snamprogetti, trasmesso come preliminare (Luglio 2005);
- *“Spostamento scarichi in Sisma – Progetto Definitivo”*, di Snamprogetti (Dicembre 2005);

- “Studio di valutazione del rischio igienico-sanitario ed ecologico relativo alla contaminazione del Canale Sisma a Mantova”, di Battelle Institute di Ginevra (3 Febbraio 2006).

3.3 Elementi di climatologia

Le caratteristiche meteorologiche del territorio oggetto di indagine sono quelle tipiche di tutta l'area padana. Il clima è di tipo continentale caratterizzato da:

- inverni rigidi (T media di Gennaio compresa fra 0°C e 2°C) ed estati calde (T media Luglio > 22°C). L'escursione termica è piuttosto elevata, superiore ai 18°C; la T media annua ha valori compresi tra 12°C e 13°C;
- piovosità media annua è dell'ordine di 650 mm, con precipitazioni più frequenti in primavera e autunno; i mesi più piovosi sono Aprile e Maggio, mentre il meno piovoso è Febbraio. Nell'arco dell'anno si riscontrano circa 45 giorni contraddistinti da temporali, maggiormente frequenti in estate;
- umidità relativa che presenta valori prossimi all'85% in Gennaio e di circa il 55% in Luglio; nella stagione invernale l'abbassamento della temperatura rende facilmente satura l'aria determinando la formazione di nebbie persistenti. I giorni di nebbia autunnali e invernali assommano a circa 50.

3.4 Inquadramento geologico

Data la natura del presente lavoro, le considerazioni di carattere geologico generale sono trattate sinteticamente nell'ambito del documento.

La Pianura Padana corrisponde ad una zona interessata fin dall'Oligocene da subsidenza, collegata al sollevamento delle catene montuose circostanti. Nel Pliocene e nel Pleistocene Inferiore doveva avere l'aspetto di un ampio golfo, le cui dimensioni e profondità erano regolate da imponenti fasi trasgressive e regressive del mare. Il passaggio dall'ambiente marino a quello continentale si verificò verosimilmente al termine del Pleistocene Inferiore; movimenti di sollevamento continuarono durante il resto del

Pleistocene (probabilmente sono tuttora attivi), influenzando sia l'erosione dei rilievi che l'accumulo in zone subsidenti quali l'asse padano. Nel corso del Pleistocene le variazioni climatiche, direttamente legate al susseguirsi di fasi glaciali ed interglaciali, assunsero primaria importanza nei riguardi della distribuzione e delle caratteristiche dei terreni della pianura.

Nel settore settentrionale della Provincia di Mantova è individuata, immediatamente a valle dell'Unità delle Colline Moreniche, l'Unità geologica dell'Alta Pianura: questa è contraddistinta da terreni prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, depositati dagli scaricatori fluvio-glaciali un tempo alimentati dal fronte morenico gardesano. Più a Sud, in corrispondenza dell'area oggetto di studio, a tali depositi succedono materiali più fini (sabbie, limi ed argille), accumulati dai corsi d'acqua della Media Pianura. Secondo dati litostratigrafici di letteratura, nella zona circostante Mantova la coltre alluvionale raggiunge uno spessore di oltre 350 m ed è formata prevalentemente da spesse bancate sabbiose con intercalazioni di strati argilloso-torbosi anche di notevole potenza.

La generalizzata diminuzione della granulometria (e quindi della permeabilità) dei terreni cui si assiste procedendo da monte verso valle, è la diretta conseguenza della progressiva riduzione della capacità di trasporto alla quale erano soggetti i suddetti scaricatori mano a mano che si allontanavano dal ghiacciaio sorgente. In questo ambito si ebbero fasi di impaludamento, particolarmente estese nei periodi interglaciali, e la formazione di un reticolo idrografico articolato e complesso che si è evoluto sino a costituire l'attuale sistema Fiume Mincio-Laghi di Mantova. La transizione dall'Alta alla Media Pianura è evidenziata da una caratteristica successione di fontanili naturali o antropici comunemente denominata linea delle risorgive. Alcuni chilometri a Sud di Mantova si entra altresì nell'area di influenza del Fiume Po, contraddistinta da sedimenti prevalentemente argilloso-limosi ed identificata come Bassa Pianura.

Morfologicamente l'area di pertinenza dello Stabilimento è situata in una zona omogenea e pianeggiante, con quote topografiche comprese tra circa 14,00 m s.l.m. (zona meridionale) e 23,00 m s.l.m. (zona settentrionale). L'unica irregolarità geomorfologica è rappresentata dalla scarpata erosionale del Mincio, nella zona meridionale dello Stabilimento. Tale scarpata segna l'inizio del terrazzo più basso e recente del fiume, con

direzione NordOvest-SudEst, costituito da alluvioni depositate in epoche più recenti rispetto a quelle depositate nella parte settentrionale dell'area.

3.5 Inquadramento idrogeologico

Nell'area in cui ricade lo Stabilimento sono individuabili tre orizzonti acquiferi, così denominati:

- accumuli idrici superficiali;
- falda principale;
- falda profonda.

3.5.1 Accumuli idrici superficiali

In corrispondenza degli strati di riporto più superficiali entro i 4 m da p.c. o, localmente, in alcuni livelli limoso-sabbiosi di superficie, sostenuti da un livello limoso-torboso sono rinvenuti accumuli idrici che risentono notevolmente della variabilità stagionale degli afflussi meteorici. I monitoraggi eseguiti indicano che detti acquiferi sono dotati di velocità di filtrazione, in senso orizzontale, trascurabili e non sembrano presentare continuità laterale, in quanto caratterizzati da livelli piezometri assai diversi e poco correlabili nelle diverse aree in cui sono rilevate (si veda ad esempio la *"Relazione sulle attività della Sesta Campagna Unitaria e Concordata di monitoraggio acque - Ottobre 2006"*).

3.5.2 Falda principale

E' presente su tutta l'area una falda principale, rinvenibile mediamente da 4,00 a 8,00 m da p.c. e contenuta in un orizzonte costituito da sabbie da medie a fini, debolmente limose, a volte anche grossolane e con presenza di locali livelletti o lenti limoso-argillosi. Si tratta del primo acquifero di una certa consistenza e per questo è stato nominato "principale" negli studi precedenti, in quanto rappresenta la formazione acquifera di

maggior interesse dello Stabilimento. Gli spessori medi dell'acquifero sono dell'ordine di 15-20 metri, con massimi fino a circa 30 metri.

3.5.3 Falda profonda

Costituita da sabbie medie, la falda profonda è riscontrabile ad una profondità compresa tra 60,00 e 80,00 m da p.c., al di sotto dell'orizzonte impermeabile che limita alla base l'acquifero principale. Questo orizzonte impermeabile garantisce un'efficace protezione naturale dell'acquifero profondo da eventuali impatti ascrivibili ad attività dello Stabilimento.

3.6 Principali attività ed impianti dello Stabilimento

3.6.1 Ricostruzione storica delle attività svolte

La costruzione dello Stabilimento Petrolchimico risale al 1956 e nel corso del tempo si sono succeduti diversi proprietari. Lo Stabilimento produceva inizialmente, attraverso quattro cicli distinti integrati:

- soda caustica e cloro;
- etilene, propilene e butene;
- etilbenzolo, stirolo e materie plastiche da esso derivate;
- fenolo, acetone, intermedi per detergenza e fibre.

Le materie prime fondamentali utilizzate nei processi produttivi erano salgemma, virgin nafta, benzolo e cumene.

A partire dagli anni Settanta, è iniziato un processo di ammodernamento degli impianti ed una graduale cessazione di attività di alcuni cicli produttivi, come riassunto nella tabella seguente: il cloro-soda (CS), l'anidride maleica (PA5), il cracking, alcuni impianti di stirolo-monomero (ST1, ST3) e di polistirolo a ciclo discontinuo (ST5, ST8-10, ST9), sostituiti da altri a ciclo continuo, l'impianto di produzione di alchilato detergente (PR5/A),

il dicloroetano (DL1-2), il PR1 (produzione Tetramero) e l'unità di purificazione benzolo (CR12).

Tabella 3-1: Cicli produttivi dismessi

IMPIANTO/PROCESSO	DATA DISMISSIONE
Cloro-soda	1991
Anidride maleica	1992
Cracking	1978
Impianti di stirolo-monomero (ST1, ST3)	1980-1990
Impianti di polistirolo a ciclo discontinuo (ST5, ST8, ST9, ST10)	1980-1990
DL1-2	1991
CR12	1991
PR5/A	1997
PR1	1991
PA5	1991

Attualmente lo Stabilimento di Mantova ospita divisioni produttive della Società PE (stirenici ed elastomeri/intermedi) ed aree di competenza di EniPower, SOL e Syndial.

3.6.2 Impianti attivi

PE è presente in sito con gli impianti di produzione, le utilities e le aree destinate allo stoccaggio, assegnate da EniChem nel 2002 con cessione del relativo ramo d'azienda. Le materie prime in entrata sono etilene, benzene, cumene, acrilonitrile e gomma. Le vie di approvvigionamento sono costituite da oleodotti, ferrovia, strada e fiume.

I prodotti in uscita sono stirolo, polistirolo, idrogenati (cicloesano, cicloesano), alchilfenoli, fenolo ed acetone. Le vie di trasferimento all'esterno sono costituite da ferrovia, strada e fiume.

3.6.3 Utilities e cicli produttivi

Nello Stabilimento sono presenti i seguenti servizi alla produzione:

- impianto d'acqua demineralizzata;
- acqua di raffreddamento;
- centrali termoelettriche, di proprietà EniPower;
- impianto biologico a fanghi aerobici;
- forno inceneritore con camera di postcombustione;
- frazionamento aria, di proprietà della SOL.

I cicli produttivi di PE sono:

- ciclo produttivo stirolo monomero: vengono utilizzate come materie prime l'etilene e il benzolo, che vengono trasformati prima in etilbenzolo e quindi in stirolo monomero;
- ciclo produttivo polistirolo: vengono utilizzate come materie prime stirolo monomero autoprodotta, acrilonitrile e gomma, che vengono trasformati in polistiroli di vario tipo¹ ;
- ciclo produttivo intermedi: utilizza come materie prime cumene, olefine e idrogeno, che vengono trasformati in fenolo, acetone ed altri intermedi.

3.6.4 Individuazione delle Aree omogenee

Per definire le aree di intervento durante le caratterizzazioni ambientali, l'area dello Stabilimento è stata suddivisa, in accordo con gli Enti pubblici competenti, per Aree omogenee, come indicato nel documento "*Piano di Caratterizzazione ambientale Rev. 3.0*", redatto da FWIENV nel Febbraio 2002 ed approvato con Atto Comunale Prot. 5780/2002 del 11 Marzo 2002. La scelta di definire delle Aree omogenee all'interno dello

¹ Tipo di polistirolo: polistirene cristallo, copolimero SAN, e termopolimero ABS.

Stabilimento è stata eseguita sulla base della tipologia di insediamento e di attività produttive/dismesse presenti, al fine di ubicare in maniera ragionata i punti di indagine previsti (sondaggi, piezometri, scavi, saggi superficiali) e di consentire pertanto la definizione dell'effettivo stato ambientale delle aree in oggetto.

3.6.5 Discariche esaurite

All'interno di PE è presente una discarica esaurita di fanghi mercuriosi, costituita da due manufatti in calcestruzzo ove sono tombati i fusti contenenti fanghi mercuriosi. La discarica è ubicata in Zona II, compresa nell'area omogenea L.

I manufatti sono stati costruiti secondo le norme vigenti e sono regolarmente autorizzati dagli Enti competenti. Il controllo viene eseguito sul piezometro individuato dalla sigla Z, posizionato a valle della direzione di deflusso.

4 RISULTATI DELLE ATTIVITA' DI INDAGINE AMBIENTALE

L'area oggetto del presente documento è stata interessata, a partire dal 2002, da una serie di attività di caratterizzazione mirate all'investigazione dello stato qualitativo dei suoli e delle acque sotterranee dello Stabilimento di Mantova. Per maggiori dettagli relativi alle indagini pregresse, si faccia riferimento ai documenti elencati nel Paragrafo 1.1.

Di seguito vengono sintetizzate e descritte le indagini eseguite per la caratterizzazione delle aree di proprietà PE dello Stabilimento di Mantova.

4.1 Attività di caratterizzazione (2002)

Nel 2002 è stata eseguita un'indagine ambientale sull'intera area, mediante esecuzione di n. 106 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti fino ad una profondità compresa tra 10,00 – 15,00 m da p.c., alcuni di essi sono stati attrezzati a piezometro da 4". Inoltre sono stati realizzati n. 47 scavi esplorativi (di profondità non superiore a 10-20 cm) per la ricerca di PCB e Diossine/Furani e n. 1 saggio esplorativo spinto fino ad 1 m di profondità per la ricerca di Metalli, PCDD/PCDF e PCB. L'ubicazione delle indagini eseguite è riportata nella planimetria BH-0216B-01-002-A2 in Allegato 1.

Con i dati raccolti è stata ricostruita la successione stratigrafica sino alla profondità investigata e sono stati prelevati campioni di suolo e di acqua di falda da sottoporre ad analisi chimica di laboratorio, per la determinazione di tutti i parametri previsti dalla normativa di riferimento.

4.2 Monitoraggi delle acque di falda (2003 – 2006)

Il monitoraggio delle acque di falda presso lo Stabilimento di Mantova ha previsto l'esecuzione di 6 campagne coordinate dal Comune e dall'ARPA di Mantova, sull'intero Sito di Interesse Nazionale, rispettivamente nei mesi di Gennaio 2003, Giugno 2003,

Ottobre 2003, Febbraio 2004, Febbraio e Ottobre 2006, in corrispondenza di n. 76 piezometri.

4.3 Attività di caratterizzazione (2004-2005)

Tra il 2004 ed il 2005 sono state realizzate attività di indagini integrative in ottemperanza a quanto prescritto durante la Conferenza dei Servizi del 31 Maggio 2004 e concordato tra ARPA e PE nella riunione tecnica del 25 Maggio 2004, con il principale scopo di procedere all'infittimento della maglia di campionamento fino ad una dimensione equivalente di 50x50 m di lato. L'ubicazione delle indagini eseguite è riportata nella planimetria BH-0216B-01-002-A2 in Allegato 1.

In particolare, in tale sede sono stati realizzati:

- Sondaggi
 - n. 350 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti ad una profondità media di 10,00 m da piano campagna, di cui n. 33 approfonditi per il campionamento della parte basale dell'acquifero principale.
- Saggi per la determinazione di Diossine e Furani
 - n. 78 scavi spinti fino a 1,5 m da p.c., in punti ubicati a crociera, a distanza di circa 5 m e 25 m dai n. 10 punti che, nella prima fase della caratterizzazione, hanno presentato valori superiori al limite del D.M. 471/99 per uso del suolo residenziale/verde pubblico (10 ng/kg).
 - nel corso della campagna di campionamento, l'ASL di Mantova ha richiesto l'esecuzione di n° 18 saggi alla distanza di circa 50 m l'uno dall'altro per la determinazione di PCDD/PCDF lungo il confine tra lo Stabilimento e la linea ferroviaria Mantova.
- Saggi per la determinazione di PCB
 - n. 92 punti sono stati ubicati secondo una disposizione a croce ad una distanza di circa 5 m da tutti i punti considerati nella prima fase di caratterizzazione (n. 4

saggi per ogni punto eccedente i limiti normativi per uso del suolo industriale, n. 3 per ciascuno dei punti rimanenti).

- Saggi per la determinazione di Amianto
 - n. 113 punti sono stati ubicati tenendo conto delle aree censite potenzialmente contaminate da Amianto (Area omogenea H – Ex Cracking, Area ST20, Area ST40, rack dismessi coibentati con Amianto, etc.).
- Prove di permeabilità
 - n. 32 prove Lefranc in foro.
- Rilievo idrografico
 - posa in opera di n. 9 punti di rilievo idrografico lungo i corpi idrici superficiali presenti all'interno ed ai confini dello Stabilimento.
- Rilievo topografico
 - realizzazione di un rilievo plano-altimetrico di dettaglio dei sondaggi/saggi e dei punti di rilievo idrografico.

A valle delle perforazioni, è stata ricostruita la successione stratigrafica sino alla profondità investigata e sono stati prelevati campioni di suolo e di acqua di falda da sottoporre ad analisi chimica di laboratorio per la determinazione di tutti i parametri previsti dalla normativa di riferimento.

5 MODELLO CONCETTUALE DEL SITO

Le indagini svolte consentono l'elaborazione del Modello Concettuale del sito, secondo quanto previsto nell'Allegato 2 della Parte Quarta, Titolo V del D.Lgs. 152/06, evidenziando le caratteristiche dell'area in termini di:

- caratteristiche idrogeologiche del sito;
- caratteristiche specifiche del sito in termini di stato delle potenziali fonti della contaminazione;
- grado ed estensione della contaminazione;
- percorsi di migrazione dalle sorgenti di potenziale contaminazione ai bersagli individuati nello scenario attuale (sito in esercizio).

Le indagini integrative eseguite hanno consentito di completare il Modello Concettuale del sito, di seguito rappresentato per quanto riguarda il suolo ed il sottosuolo.

5.1 Caratteristiche ambientali ed idrogeologiche dell'area

Sulla base delle informazioni ricavate nel corso delle attività di caratterizzazione ambientale, si può affermare che, da un punto di vista geologico, tutta l'area di studio è caratterizzata da una stratificazione che può essere così schematizzata:

- terreno di riporto, con locali accumuli idrici superficiali discontinui;
- localmente primo strato impermeabile, tetto della falda principale;
- strato costituito da sabbie medio-fini spesso limose, sede della falda principale;
- secondo strato impermeabile, base della falda principale.

5.1.1 *Terreno superficiale e di riporto*

Lo strato superficiale è caratterizzato da materiale autoctono coerente con la successione stratigrafica tipica dell'ambiente di formazione del suolo in sito. Esso è infatti costituito da

limi sabbiosi e sabbie medie limose, localmente ghiaiose, che affiorano a piano campagna.

Lo spessore è variabile ed ha una profondità massima di circa 6,00 m da piano campagna. Si tratta di materiale a permeabilità media con valori di conducibilità idraulica compresi tra 10^{-3} e 10^{-5} cm/s (valori di letteratura).

Lo strato superficiale è ricoperto, in maniera discontinua e locale, con uno spessore variabile tra 0,5 a 3 metri, di materiali riportati, che si distingue per le sue caratteristiche tessiturali, essendo costituito prevalentemente da elementi di pezzatura grossolana; esso può contenere frammenti di laterizio, cemento e asfalto immersi in una matrice sabbiosa.

Il pacco di strati superficiali appena descritti, ospita localmente accumuli idrici caratterizzati da natura discontinua e periodica ed influenzati pressoché unicamente dagli eventi meteorici. Tali accumuli si localizzano, quindi, livelli limoso-sabbiosi, sostenuti alla base da un livello discontinuo a permeabilità molto bassa o pressoché nulla, comprendente limi argillosi, argille e materiali torbosi, che costituiscono allo stesso tempo il confine al tetto della falda principale sottostante. Gli spessori dello strato superficiale sono maggiormente consistenti nella parte meridionale dell'area (ad esempio, Zona Parco Serbatoi). Più a Nord, invece, la copertura artificiale è praticamente assente o sporadica, mentre nel settore occidentale e Nord-occidentale gli spessori sono ridotti.

5.1.2 *Primo livello impermeabile*

Il primo livello impermeabile si comporta come base degli accumuli idrici superficiali e da tetto dell'acquifero principale. Il carattere discontinuo delle acque superficiali può essere localmente messo in relazione con la non continuità laterale dei livelli costituenti lo strato impermeabile di base.

Le caratteristiche granulometriche di questi strati, costituiti principalmente da terreni fini come limi, limi argillosi e argille localmente torbose, sono indicative delle caratteristiche idrauliche di permeabilità che può considerata molto bassa.

Nei settori meridionali ed orientali, il livello di base ha spessori dell'ordine di 3-6 m con una netta tendenza all'assottigliamento in direzione NordOvest ed Ovest, fino a sparire

dove gli strati di limo sabbioso e sabbie medie, relative all'acquifero principale, affiorano non confinati fino a piano campagna. Nei settori sud-orientali si rinvencono invece gli spessori più consistenti che possono arrivare anche fino a 8-9 m.

5.1.3 Falda principale

La falda principale ha sede in uno spesso pacco di strati costituiti da limi sabbiosi e, con spessori più potenti, da sabbie medie di color grigio e marrone localmente limose con caratteristiche di permeabilità da discrete a buone, con k dell'ordine di 10^{-4} - 10^{-5} m/s.

Lo spessore medio dell'acquifero è variabile da 15 a 20 metri, con un massimo di 30 m riscontrabile nella parte più occidentale del sito in esame. In direzione Sud-Sud-Est si rileva un assottigliamento dello strato acquifero, intorno a 10 metri, ed un innalzamento della base impermeabile.

Come già descritto, l'acquifero principale sabbioso è localmente limitato al tetto da un altro livello a permeabilità molto bassa, comprendente limi argillosi, argille e materiali torbosi, solo localmente continuo come sopra descritto. In alcuni casi l'orizzonte impermeabile superiore determina il verificarsi di locali condizioni di confinamento della falda principale, ciò avviene soprattutto nel settore meridionale del sito dove lo spessore dello strato impermeabile risulta importante.

Sulla base dei rilievi effettuati nell'ambito delle campagne di monitoraggio eseguite (nella planimetria BH-0216B-01-003-A3 riportata in Allegato 1 è riportata la ricostruzione piezometrica relativa alla sesta campagna unitaria di monitoraggio delle acque di falda – Settembre 2006), si deduce che la falda principale si muove con direzione e verso prevalente da Nord a Sud e risente della presenza dei sistemi di MISE in funzione sul sito.

La soggiacenza nelle aree di pertinenza di PE è compresa tra circa 6,00 e 8,00 m da p.c.; le quote piezometriche sono comprese fra circa 16,00 m s.l.m. (settore settentrionale dello Stabilimento) e 14,00 m s.l.m. (Zona Valliva).

5.1.4 Secondo livello impermeabile

La base della falda principale sopra descritta, è costituita da uno strato impermeabile, con un'estensione areale continua ed uno spessore che garantisce il sostegno idrogeologico della falda. Questo livello si trova a una quota media di -10 m s.l.m. è prevalentemente costituito da argille, argille limose, limi argillosi talora intercalati a locali lenti di torba. Come descritto nel Paragrafo precedente, la quota di questo livello tende ad innalzarsi in direzione Sud-Sud-Est dello Stabilimento

5.2 Sostanze potenzialmente contaminanti

5.2.1 Premessa

La potenziale contaminazione del suolo e sottosuolo di PE è dovuta principalmente a Composti organici aromatici (BTEXS) e ad Idrocarburi leggeri e pesanti, che sono le sostanze tipiche, connesse con le attività produttive in atto e pregresse.

Minor rilevanza ha la contaminazione per Mercurio, IPA, Composti alifatici, PCB e Diossine/Furani.

Vengono in seguito descritte le principali caratteristiche dei potenziali contaminanti del sito, in particolare le proprietà chimico-fisiche che influiscono sulla loro migrazione nel suolo e sottosuolo.

5.2.2 Metalli

Il comportamento dei Metalli pesanti nel terreno dipende essenzialmente dalla loro forma ionica e dalle condizioni chimiche dei terreni: pH, potenziale redox, concentrazioni di ossigeno e di ioni.

In generale la mobilità tende ad aumentare al decrescere del pH. Infatti, a pH basso i Metalli si trovano in forma dissociata e aumenta quindi la loro solubilità. A pH elevato la loro solubilità è invece limitata e diminuisce quindi la pericolosità per l'ambiente.

Particolare importanza per PE ha il Mercurio che veniva utilizzato nell'impianto Cloro-Soda, fino al 1991.

5.2.3 *Composti organici aromatici (BTEXS)*

I composti organici aromatici (Benzene, Toluene, Etilbenzene, Xileni e Stirene) rappresentano la famiglia degli idrocarburi con maggiore solubilità in acqua e maggiore mobilità nel terreno.

Il composto di riferimento è il Benzene. La sua solubilità in acqua (1750 mg/l) ed il suo coefficiente di ripartizione ($K_{OC} = 59$ l/kg) sono di un ordine di grandezza rispettivamente superiore ed inferiore agli altri composti aromatici: queste sue caratteristiche chimico-fisiche comportano una notevole mobilità nelle acque di falda.

5.2.4 *Idrocarburi leggeri e pesanti*

Gli Idrocarburi sono composti organici costituiti da carbonio ed idrogeno. Hanno proprietà chimico-fisiche molto differenti: i pesi molecolari variano in un range molto ampio; i punti di ebollizione e la solubilità, la viscosità, la volatilità; la densità è generalmente inferiore a quella dell'acqua. La variabilità delle caratteristiche chimico-fisiche dei singoli Idrocarburi determina comportamenti molto diversi.

In linea generale, gli Idrocarburi sversati sul terreno tendono a percolare sotto l'effetto della gravità, fino a raggiungere la superficie libera della falda.

Gli Idrocarburi leggeri vengono comunemente indicati con la sigla LNAPL (*light non-aqueous phase liquids*), mentre quelli pesanti, con peso specifico maggiore di quello dell'acqua, con la sigla DNAPL (*dense non-aqueous phase liquids*).

Gli Idrocarburi leggeri (LNAPL), che generalmente sono i più diffusi ed hanno maggiore importanza per i loro effetti ambientali e sanitari, raggiunta la superficie libera della falda, vi si accumulano, dando luogo ad una fase separata in galleggiamento sulla falda stessa.

Ogni ostacolo al flusso verso il basso della massa di Idrocarburi, come lenti argillose o ammassi rocciosi a permeabilità sensibilmente minore rispetto alla restante matrice, causa un arresto della massa stessa, che tende a stendersi sull'ostacolo, scorrere su ciascuna lente e, raggiunto il limite della lente stessa, continuare la percolazione fino a raggiungere la superficie libera della falda.

5.2.5 *Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)*

Gli IPA sono caratterizzati da una struttura molecolare costituita da un numero di anelli aromatici compreso tra due e sette.

Il peso molecolare varia in un intervallo molto ampio, così come pure i loro punti di ebollizione e la loro solubilità; sono tossici per l'uomo, alcuni sono cancerogeni e/o mutageni. Sono altamente liposolubili, hanno una limitata solubilità in acqua, mostrano un'elevata affinità per le sostanze organiche presenti nel terreno, da cui vengono adsorbiti.

5.2.6 *Alifatici cancerogeni e non cancerogeni*

Sono costituiti da Idrocarburi a catena lineare o ramificata in cui uno o più atomi di idrogeno sono sostituiti da un alogeno (tipicamente cloro).

Questa famiglia è dotata di elevata solubilità in acqua e di elevata mobilità, con un peso specifico normalmente superiore a quello dell'acqua, per cui tende a percolare all'interno degli acquiferi, fino a raggiungere il livello impermeabile.

Particolare importanza per PE ha il Dicloroetano (1,2 DCE) che veniva prodotto nell'impianto DL1 fino al 1991. E' caratterizzato da una solubilità molto elevata (8600 mg/L), e da un coefficiente di ripartizione carbonio/acqua (K_{OC}) pari a 17,4 L/kg); l'insieme di queste due caratteristiche chimico-fisiche comporta una notevole mobilità, rispetto agli altri solventi clorurati, nelle acque di falda.

5.2.7 PCB

I Policlorobifenili (o PCB) sono composti chimici costituiti da due anelli benzenici legati fra loro (bifenile) con uno o più atomi di idrogeno sostituiti da altrettanti atomi di cloro. Si tratta di sostanze generalmente liquide ed incolori, con viscosità, densità e solubilità che aumentano con l'aumentare degli atomi di cloro. Presentano bassa tensione di vapore, sono solubili nei principali solventi organici ed in generale negli oli minerali, ma sono scarsamente solubili in acqua (da 7,2 g/m³ per i Mono Cloro Bifenili fino a 0,0002 g/m³ per i Deca Cloro Bifenili, a fronte, ad esempio, di una solubilità del Benzene di 1750 g/m³).

5.2.8 Diossine e Furani

Si tratta di sostanze solide, derivate in particolare dai PCB con uno o due ponti di ossigeno tra i fenili (rispettivamente Furani e Diossine), che presentano proprietà chimico-fisiche variabili in funzione del grado di clorurazione, tra le quali:

- sono altamente lipofile;
- sono sostanzialmente insolubili in acqua;
- hanno una bassa tensione di vapore;
- sono molto stabili fisicamente e chimicamente.

Le Diossine ed i Furani non costituiscono prodotti industriali ma sottoprodotti indesiderati che derivano da processi chimici e di combustione.

5.3 Stato qualitativo delle matrici ambientali

A partire dai dati della caratterizzazione, raccolti e rappresentati nel documento "Relazione Tecnica descrittiva sulle Attività di Indagine Integrativa al Piano della Caratterizzazione Ambientale", emesso da FWIENV nel Dicembre 2005, cui si rimanda per approfondimenti, è stato possibile valutare il grado ed estensione della potenziale contaminazione nelle matrici insatura e satura. Sono state tenute in considerazione,

inoltre, le indicazioni contenute nel documento di “Validazione Dati del Piano di Caratterizzazione”, redatto da ARPA Lombardia, Dipartimento di Mantova (Prot. ARPA 85445 del 20 Giugno 2006).

Per quanto concerne la qualità delle acque sotterranee si rimanda ai documenti “Progetto Preliminare/Definitivo di Bonifica Acque di Falda – Aree Polimeri Europa – Stabilimento di Mantova”, redatto da SnamProgetti nell’Ottobre 2005, e “Relazione sulle attività della Sesta Campagna Unitaria e Concordata di monitoraggio acque (Ottobre 2006)”, redatta da FWIENV nel Dicembre 2006.

Allo scopo di definire il grado e l’estensione della matrice insatura, oggetto degli interventi proposti nel presente documento, si rimanda alle planimetrie allegate al documento “Analisi di Rischio igienico-sanitario ai sensi del D.Lgs. 152/06”, emesso da FWIENV nell’Ottobre 2006, nelle quali viene riportata la distribuzione delle eccedenze alle CSC rilevate negli strati insaturi. Analogamente, tutti i risultati conseguiti nell’ambito delle indagini di caratterizzazione sono riportate nel CD-Rom in Allegato C al documento succitato.

Di seguito viene invece sintetizzato lo stato qualitativo delle matrici ambientali indagate distinto per tipologia di inquinanti rilevati.

5.3.1 Metalli

Per quanto riguarda i metalli si è riscontrata potenziale contaminazione nei terreni legata al parametro Mercurio.

Le eccedenze rispetto alle CSC sono state rinvenute nelle seguenti zone:

- Area E: che fino al 1991 ospitava l’impianto di produzione cloro-soda (ora dismesso), ove si utilizzava Hg metallico come catodo (SD597, SD606);
- Area K in adiacenza all’area E, verosimilmente per perdite dalla rete fognaria acida;
- Area M;
- Area N, in zone esterne all’area occupata dall’impianto biologico;

- Nelle Aree V, P (nella parte meridionale adiacente alla proprietà Syndial) ed R2.

Nelle acque sotterranee il Mercurio è stato riscontrato in un unico piezometro nell'area dell'ex impianto Cloro Soda (Area E).

La falda presenta pure contaminazione diffusa per Arsenico, Ferro e Manganese, non presenti nei cicli produttivi dello Stabilimento, che, per quanto riferito nella già citata relazione del Comune di Mantova sul monitoraggio della falda, sono di probabile origine geologica.

5.3.2 *Composti organici aromatici (BTEXS)*

La potenziale contaminazione delle Aree K, L, V, è riconducibile a perdite verificatesi anteriormente al 1990 nelle fognature a servizio dell'impianto ST20 di produzione Stirolo Monomero.

La potenziale contaminazione nell'area P è riconducibile a perdite anteriori al 1990 dai cunicoli della zona di scarico ferrocisterne, dal collettore oleoso di strada 5 e, per quanto riguarda la zona pipeline, da fuoriuscite accidentali di prodotti (si cita in particolare, la perdita di Benzene dell'Aprile 1999).

La potenziale contaminazione in Area M, è presente in zone attualmente oggetto di bonifica mediante biosparging (SD383, SD384, SD 386, SD387).

La potenziale contaminazione in Area R2 è rilevabile nell'intorno delle vasche di emergenza della fogna oleosa (SD351/354).

La potenziale contaminazione da Idrocarburi Aromatici nelle acque di falda è stata rinvenuta principalmente al confine tra le aree K ed L e nelle Aree P, C, M, L e K; isolatamente sono stati rinvenuti superamenti nelle Aree I, H e V.

5.3.3 *Idrocarburi leggeri e pesanti*

Sono stati rinvenuti superamenti delle CSC per Idrocarburi C<12 e C>12 nelle seguenti zone:

- in Area P, nella parte meridionale, nell'intorno delle vasche P.P.I. (vasche in cemento che attualmente svolgono solo funzione idraulica, utilizzate in passato per la separazione della fase organica eventualmente presente in fognatura oleosa) (SD266, SD262, SD349, SD342, SD340, SD341, SD342) ed in corrispondenza della fognatura oleosa di strada 5, dismessa da oltre 10 anni (SD298, SD576, SD329, SD293, SD281, SD282, SD284); la fognatura citata era asservita all'impianto di "Steam cracking (CR)", dismesso anch'esso da oltre 20 anni (1982); gli idrocarburi presenti attualmente, testimoniano il fatto che questa sia stata la loro origine, avendo come punto di recapito della fognatura, il canale ex Sisma, in corrispondenza della zona delle P.P.I.

La potenziale contaminazione da Idrocarburi è quindi riconducibile a perdite pregresse dalle fognature a servizio degli impianti dismessi sopra citati e dal collettore delle acque di processo oleose. Infatti si registrano superamenti delle CSC, anche se in misura inferiore, nell'area del Parco Serbatoi interessata dal collettore principale della fognatura oleosa allora esistente, che correva lungo la strada 5.

- in Area R2, nell'intorno della vasca di emergenza della fogna oleosa (SD351, SD352, SD353, SD354, SD355);
- in Area M, in punti attualmente oggetto di bonifica mediante biosparging (SD383, SD384, SD385);
- in Area N, in zone esterne all'area occupata dall'impianto biologico;
- in Area H, che un tempo ospitava l'impianto Cracking (SD410, SD413);
- in Area V;
- in Area C, dove erano ubicati gli impianti di produzione Tetrametri di Propilene (PR1) e Dodecil Benzene Lineare (PR5A), ora demoliti.

Sono stati rinvenuti superamenti delle CSC da Idrocarburi Totali nelle acque di falda principalmente nelle Aree P, C, M, L e K; superamenti isolati nelle Aree I, H e V.

5.3.4 *Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)*

La potenziale contaminazione per IPA nei terreni è stata rilevata nello 0,4% dei campioni analizzati, ubicati in punti isolati dello Stabilimento e già interessati da contaminazione per altre sostanze organiche. Tale tipo di contaminazione non è correlabile con le attività dello Stabilimento.

5.3.5 *Alifatici cancerogeni e non cancerogeni*

Per i Composti organoalogenati nei terreni sono state rilevati superamenti delle CSC per il solo parametro 1,2-Dicloroetano, esclusivamente in Area R2, in prossimità della vasca di emergenza oleosa, in punti che presentano potenziale contaminazione a carico di sostanze organiche.

5.3.6 *PCB*

I superamenti delle CSC per il parametro PCB risultano localizzati in corrispondenza delle cabine elettriche presumibilmente a causa di perdite accidentali pregresse di oli dielettrici contenenti PCB. Tutti i trasformatori contenenti PCB sono stati sostituiti sin dai primi anni 2000. I superamenti delle CSC per PCB sono illustrati, congiuntamente con quelli relativi ai Furani, nella planimetria BH-0216B-01-006-A2 in Allegato 1. Nella Tabella 2-a dell'Allegato 2 è, invece, riportato l'elenco delle eccedenze.

5.3.7 *Diossine/Furani*

Si deve tener presente che le caratteristiche chimiche di questi composti e la distribuzione, mostrano che si è sempre in presenza di Furani e mai di Diossine, (rappresentativi di un processo di ossidazione non completo).

Le evidenze riscontrate non consentono di individuare una causa precisa per la presenza di questi contaminanti. Nell'ipotesi di provenienza dal forno inceneritore di Stabilimento, ubicato in Area omogenea M, va, infatti, segnalato che:

- l'inceneritore opera con largo eccesso di aria, ragion per cui si sarebbero dovute formare Diossine e non Furani;
- la contaminazione dovrebbe localizzarsi nelle zone sottovento che, come indicato nello studio "LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO D'AREA – Il caso dell'area industriale di Mantova" di Giovanni Marsili, edito da Franco Angeli nel 2000, sono quelle verso le zone I ed H, oppure quelle diametralmente opposte (direzione geografica Est – Ovest). La distribuzione delle eccedenze non presenta invece direzioni privilegiate.

Nella Tabella 2-a dell'Allegato 2 è, invece, riportato l'elenco delle eccedenze per i Furani, mentre nella planimetria BH-0216B-01-006-A2 in Allegato 1 è riportata la distribuzione spaziale.

6 ANALISI DI RISCHIO IGIENICO-SANITARIO AI SENSI DEL D.LGS. 152/06

Ai fini di valutare l'effettivo stato di contaminazione delle aree dello Stabilimento di Mantova di pertinenza di PE e definirne le CSR, è stata elaborata un'AdR igienico-sanitario sito-specifica per le matrici suolo, sottosuolo ed acque sotterranee, sulla base della quale valutare gli eventuali interventi necessari alla mitigazione del rischio potenziale (cfr. documento "Analisi di Rischio igienico-sanitario ai sensi del D.Lgs. 152/06", preparato ed emesso da FWIENV nell'Ottobre 2007).

L'attuale contesto normativo stabilisce, infatti, che in caso di superamento delle CSC per il suolo/sottosuolo e/o le acque sotterranee di pertinenza di un sito, esso venga definito "potenzialmente contaminato" e si proceda all'esecuzione di uno studio di AdR igienico-sanitario, finalizzato alla definizione delle 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, in quest'ultimo caso, all'eventuale bonifica/Messa In Sicurezza Operativa/Messa In Sicurezza Permanente.

Come descritto nel Capitolo 4, le aree di pertinenza di PE sono state nel tempo oggetto di attività di caratterizzazione ambientale. I risultati conseguiti hanno evidenziato la presenza di concentrazioni nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee superiori alle CSC (cfr. Paragrafo 5.3), pertanto le aree succitate sono da considerarsi "potenzialmente contaminate" ai sensi del D.Lgs. 152/06.

Lo scopo del presente studio è, quindi, la definizione di obiettivi di bonifica sito-specifici per il suolo ed il sottosuolo relativamente alle aree di pertinenza di PE, attraverso la stima delle concentrazioni di contaminazione residua accettabili relative a ciascuno dei comparti ambientali coinvolti.

Nell'elaborazione dell'AdR è stata considerata la presenza di una falda che presenta superamenti delle CSC, in termini di sorgente di rischio potenziale per i recettori superficiali (lavoratori) attraverso il percorso di inalazione vapori. Considerando che le acque sotterranee non sono utilizzate né ad uso idropotabile né ad uso industriale, non sono prevedibili e contemplabili all'interno della valutazione eseguita i contatti diretti

(ingestione di acqua). Inoltre, essendo la falda già oggetto di attività di bonifica (cfr. *“Progetto Preliminare/Definitivo di Bonifica Acque di Falda – Aree Polimeri Europa – Stabilimento di Mantova”*, redatto da SnamProgetti nell'Ottobre 2005), volte ad impedire la migrazione all'esterno del sito della contaminazione disciolta (interruzione del percorso trasporto), non è possibile definire un Punto di Conformità (POC). Pertanto, per le acque sotterranee rimangono validi, come obiettivi di bonifica, quelli definiti nel Progetto Definitivo di Bonifica della falda.

Non sono stati oggetto del presente studio i superamenti delle CSC relativamente ai parametri PCB e Furani in riferimento alla matrice suolo superficiale. Tali superamenti verranno trattati con interventi di bonifica specifici, come descritto al Paragrafo 9.1.

Da un punto di vista generale, lo studio è stato realizzato nelle seguenti fasi:

- Sintesi, elaborazione e valutazione critica dei dati ambientali disponibili.
- Identificazione degli scenari di esposizione (definizione delle sorgenti di potenziale contaminazione, individuazione delle vie di migrazione e delle modalità di esposizione ed identificazione dei potenziali bersagli).
- Caratterizzazione del rischio (definizione dei livelli di rischio accettabili, delle proprietà chimico-fisiche e tossicologiche delle sostanze indicatrici).
- Calcolo delle CSR.

Di seguito si descrivono brevemente l'approccio metodologico per l'esecuzione dello studio, il software utilizzato con i relativi modelli ed i parametri di input applicati nella procedura di AdR sito-specifica, ai sensi della normativa vigente, alle matrici suolo, sottosuolo ed acqua di falda. Per una descrizione più approfondita si rimanda al documento *“Analisi di Rischio igienico sanitario ai sensi del D.Lgs. 152/06”*, redatto ed emesso da FWIENV nell'Ottobre 2006.

Infine, nel Capitolo 7, sulla base del confronto tra concentrazioni misurate e CSR stimate per la porzione insatura, viene valutato lo stato di contaminazione della matrice medesima. Successivamente, sulla base del percorso critico che ha portato alla definizione delle CSR, vengono individuati gli interventi di gestione e controllo del rischio connesso ai superamenti delle concentrazioni massime ammissibili.

6.1 Criteri metodologici

L'AdR è stata sviluppata ai sensi del DLgs 152/06, impiegando la metodologia RBCA "Risk Based Corrective Action" (²), 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). La procedura RBCA fa riferimento ad un approccio graduale basato su tre livelli di valutazione, ciascuno dei quali prevede una caratterizzazione più accurata del sito e l'adozione di ipotesi meno conservative, non variando tuttavia il grado di protezione della salute e dell'ambiente.

Il presente studio è stato condotto utilizzando condizioni sito-specifiche e ad un Livello 2 di approfondimento. Tra i modelli disponibili, l'ASTM ha scelto quelli che, per definizione, forniscono dei valori conservativi o molto conservativi; pertanto, il risultato di una caratterizzazione del rischio effettuata a Livello 2 di approfondimento comporta una sovrastima dei rischi calcolati rispetto a quelli reali effettivamente presenti sul sito.

In linea generale, sono state osservate, ove possibile, le linee guida indicate nel documento APAT "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati", Luglio 2006 – Rev.1.

Il calcolo delle CSR è stato eseguito, pertanto, mediante applicazione della modalità inversa (backward mode) che permette il calcolo della massima concentrazione ammissibile alla sorgente compatibile con il livello di rischio ritenuto accettabile per il recettore esposto.

Nell'applicazione di un Livello 2 di analisi vengono normalmente utilizzati modelli analitici che permettono, partendo da una geometria reale, e quindi complessa, di dare vita ad uno schema fisico teorico semplificato. Quindi, è stato necessario individuare il Modello Concettuale del sito attraverso la ricostruzione dei caratteri delle tre componenti principali che costituiscono l'AdR:

² Software: RBCA Tool Kit 1.3, *RBCA Tool Kit for Chemical Releases*, Groundwater Services Inc., Texas USA

- la sorgente di contaminazione;
- le vie di migrazione e le modalità di esposizione;
- i bersagli della contaminazione.

6.1.1 Definizione delle sorgenti di potenziale contaminazione

Per l'individuazione delle sorgenti di potenziale contaminazione è stata dapprima eseguita una valutazione critica dei dati ambientali disponibili, conseguiti dalle attività di caratterizzazione del suolo e sottosuolo (a partire dal Giugno 2002 fino al Febbraio 2005) e di monitoraggio delle acque di falda (a partire dall'Ottobre 2003 fino al Febbraio 2006) sottostanti le aree dello Stabilimento di Mantova di pertinenza di PE. Si ricorda che, data l'assenza di campioni rappresentativi dello stato qualitativo del suolo insaturo superficiale (<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 considerata una contaminazione potenziale analoga a quella rinvenuta nel primo campione prelevato nell'insaturo (in genere tra 1 e 2 m da p.c.).

Inoltre, date le notevoli dimensioni del sito, è stata effettuata una suddivisione in macro aree (Aree Omogenee). La suddivisione si è basata sulla differente tipologia di contaminazione e/o differente utilizzo/modalità di esposizione/tipologia dei recettori.

Dal confronto delle concentrazioni misurate con le CSC, sono stati individuati i contaminanti indicatori (COCs) e, attraverso la loro distribuzione e la tipologia di contaminazione, definita la geometria delle sorgenti nella zona insatura e satura. Il criterio utilizzato per la definizione dell'estensione orizzontale di ciascuna sorgente ha tenuto conto, per l'insaturo, della suddivisione in maglie del sito, alla base delle attività di caratterizzazione pregresse, e, per il saturo, della massima distanza tra i piezometri in corrispondenza dei quali è stata riscontrata almeno un'eccedenza. Per quanto riguarda lo spessore verticale delle sorgenti nell'insaturo è stato considerato cautelativamente tutto il primo metro per il suolo ed il criterio definito dalle Linee Guida APAT (massimo spessore tra i campioni contaminati) per il sottosuolo.

La Tabella 6-1 riassume le caratteristiche principali delle sorgenti di potenziale contaminazione individuate, mentre i parametri sito-specifici utilizzati nell'elaborazione dello studio sono riportati nelle Tabelle 3-b in Allegato 3.

Tabella 6-1: Sorgenti di potenziale contaminazione e COCs

AREA OMOGENEA		MATRICE AMBIENTALE	COCs
Area Impianti	C, H, I, K, L ed O ₂	Suolo SS	Mercurio, Composti aromatici, Idrocarburi leggeri e pesanti
		Suolo SP	Mercurio, Composti aromatici, Idrocarburi leggeri e pesanti
		Falda	Metalli, Composti aromatici, Idrocarburi Totali, Alifatici clorurati cancerogeni e non
Area Serbatoi	P ed R2	Suolo SS	Mercurio, Benzene, Idrocarburi leggeri e pesanti
		Suolo SP	Mercurio, Composti aromatici, Idrocarburi leggeri e pesanti, Fenoli
		Falda	Metalli, Composti aromatici, Idrocarburi Totali, IPA, Alifatici clorurati cancerogeni e non
Area Celle	E ed S2	Suolo SS	Mercurio
		Suolo SP	Mercurio
		Falda	Mercurio, Alifatici clorurati cancerogeni, Esaclorobenzene
Area Esterna	N, M e V	Suolo SS	Metalli, Idrocarburi pesanti, IPA
		Suolo SP	Mercurio, Composti aromatici, Idrocarburi leggeri e pesanti, IPA
		Falda	Metalli, Composti aromatici, Idrocarburi Totali, Alifatici clorurati cancerogeni e non

Nota: Suolo SS: suolo insaturo 0-1 m da p.c.
 Suolo SP: sottosuolo insaturo >1 m da p.c.
 Falda: acque sotterranee

6.1.2 Individuazione delle vie di migrazione e delle modalità di esposizione

Per quanto riguarda la valutazione dei meccanismi di trasporto della contaminazione, è indispensabile determinare le caratteristiche fisiche dei comparti ambientali coinvolti: nel caso specifico, suolo/sottosuolo insaturo, suolo saturo e aria outdoor. Ove disponibili

sono state utilizzate misure dirette, in caso contrario i dati di input sono stati indirettamente ricavati da riferimenti bibliografici sulla base della classe granulometrica maggiormente rappresentativa. In particolare, è stato fatto riferimento a quanto riportato nella “*Relazione Tecnica Descrittiva sulle Attività di Indagine Integrativa al Piano della Caratterizzazione Ambientale*” del Dicembre 2005.

In virtù della geometria delle sorgenti di potenziale contaminazione, delle proprietà chimico-fisiche dei contaminanti (cfr. Tabella 3-c in Allegato 3, tratta dalla “*Banca dati delle proprietà chimico-fisiche e tossicologiche*” dell'APAT (Agosto 2006) o da altre Banche Dati internazionali), dei parametri caratteristici delle aree oggetto di studio, sono stati individuati i percorsi attivi di migrazione della contaminazione e le modalità di esposizione dei recettori (cfr. Tabella 6-2).

Tabella 6-2: Modalità di migrazione/esposizione per ciascuna sorgente di potenziale contaminazione

AREA OMOGENEA	MATRICE AMBIENTALE	TIPO DI MIGRAZIONE	TIPO DI ESPOSIZIONE
Area Impianti	Suolo SS	<ul style="list-style-type: none"> • Volatilizzazione vapori/polveri outdoor 	<ul style="list-style-type: none"> • Inalazione vapori/polveri outdoor • Contatti diretti
	Suolo SP	<ul style="list-style-type: none"> • Volatilizzazione vapori indoor • Volatilizzazione vapori outdoor 	<ul style="list-style-type: none"> • Inalazione vapori indoor • Inalazione vapori outdoor
	Falda	<ul style="list-style-type: none"> • Volatilizzazione vapori indoor • Volatilizzazione vapori outdoor 	<ul style="list-style-type: none"> • Inalazione vapori indoor • Inalazione vapori outdoor
Area Serbatoi	Suolo SS	<ul style="list-style-type: none"> • Volatilizzazione vapori/polveri outdoor 	<ul style="list-style-type: none"> • Inalazione vapori/polveri outdoor • Contatti diretti
	Suolo SP	<ul style="list-style-type: none"> • Volatilizzazione vapori outdoor 	<ul style="list-style-type: none"> • Inalazione vapori outdoor
	Falda	<ul style="list-style-type: none"> • Volatilizzazione vapori indoor • Volatilizzazione vapori outdoor 	<ul style="list-style-type: none"> • Inalazione vapori indoor • Inalazione vapori outdoor
Area Celle	Suolo SS	<ul style="list-style-type: none"> • Volatilizzazione vapori outdoor 	<ul style="list-style-type: none"> • Inalazione vapori outdoor
	Suolo SP	<ul style="list-style-type: none"> • Volatilizzazione vapori outdoor 	<ul style="list-style-type: none"> • Inalazione vapori outdoor

AREA OMOGENEA	MATRICE AMBIENTALE	TIPO DI MIGRAZIONE	TIPO DI ESPOSIZIONE
Area Celle	Falda	<ul style="list-style-type: none"> • Volatilizzazione vapori indoor • Volatilizzazione vapori outdoor 	<ul style="list-style-type: none"> • Inalazione vapori indoor • Inalazione vapori outdoor
Area Esterna	Suolo SS	<ul style="list-style-type: none"> • Volatilizzazione vapori/polveri outdoor 	<ul style="list-style-type: none"> • Inalazione vapori/polveri outdoor • Contatti diretti
	Suolo SP	<ul style="list-style-type: none"> • Volatilizzazione vapori outdoor 	<ul style="list-style-type: none"> • Inalazione vapori outdoor
	Falda	<ul style="list-style-type: none"> • Volatilizzazione vapori outdoor 	<ul style="list-style-type: none"> • Inalazione vapori outdoor

Nota: Suolo SS: suolo insaturo 0-1 m da p.c.
 Suolo SP: sottosuolo insaturo >1 m da p.c.
 Falda: acque sotterranee

Si ricorda che il percorso di volatilizzazione di vapori in ambienti aperti o confinati sono stati valutati per le sostanze volatili. In particolare, l'indoor è stato considerato esclusivamente per i contaminanti riscontrati in concentrazioni superiori alle CSC in prossimità di edifici abitualmente frequentati.

I contatti diretti con il suolo superficiale sono stati valutati esclusivamente per i contaminanti riscontrati in concentrazioni superiori alle CSC in aree non asfaltate o pavimentate.

6.1.3 Individuazione dei bersagli

La stima dell'esposizione al potenziale rischio dipende strettamente dalla valutazione dei diversi parametri di esposizione, relativi ai possibili recettori individuati. Trattandosi di un sito industriale attivo, frequentato dal solo personale impiegato e autorizzato, ed essendo in corso interventi di messa in sicurezza/bonifica delle acque sotterranee di pertinenza di PE, peraltro non utilizzate per alcun scopo idropotabile o industriale, i recettori maggiormente esposti ad eventuali effetti legati alla presenza di sostanze contaminanti nelle matrici ambientali sono identificabili con il personale operativo impiegato. Per tali recettori sono stati considerati i parametri di esposizione indicati dalle Linee Guida APAT Rev. 1 per uno scenario industriale (cfr. Tabella 3-a in Allegato 3).

6.2 Criterio di tollerabilità del rischio

Ai fini dell'elaborazione dell'AdR, sono stati definiti:

- il rischio tollerabile per le sostanze cancerogene pari a:
 - 10^{-6} per l'individuale (per singola sostanza, per una o più vie di esposizione);
 - 10^{-5} per il cumulativo (per più sostanze, per una o più vie di esposizione);
- l'indice di pericolo tollerabile per le sostanze tossiche pari a:
 - 1 per l'individuale (per singola sostanza, per una o più vie di esposizione);
 - 1 per il cumulativo (per più sostanze, per una o più vie di esposizione).

Le caratteristiche tossicologiche delle sostanze inquinanti sono riportate nella Tabella 3-d in Allegato 3: esse sono state tratte dalla "*Banca dati delle proprietà chimico-fisiche e tossicologiche*" dell'APAT (Agosto 2006) o da altre Banche Dati internazionali.

6.3 Concentrazioni Soglia di Rischio

Definito il rischio tollerabile per le sostanze cancerogene e per le sostanze, in funzione delle caratteristiche tossicologiche delle sostanze inquinanti e dei parametri di esposizione, l'applicazione della procedura di AdR secondo la modalità inversa ha permesso il calcolo del valore di concentrazione massimo ammissibile, in corrispondenza della sorgente secondaria di potenziale contaminazione (cfr. Tabelle 3-e in Allegato 3).

Le CSR sono state stimate per ciascuna sorgente di contaminazione secondo due principi fondamentali:

- In riferimento alla singola sostanza, si è operata la scelta del valore più conservativo (il minore) tra le diverse vie di migrazione/modalità di esposizione.
- Le concentrazioni stimate sono state successivamente modulate mediante l'applicazione di un opportuno fattore di correzione, in modo da garantire il rispetto i limiti di accettabilità del rischio cancerogeno e non cancerogeno per la sovrapposizione degli effetti dovuti alla presenza sinergica di più sostanze.

7 STATO DI CONTAMINAZIONE DI SUOLO E SOTTOSUOLO

L'AdR igienico-sanitaria ha permesso di elaborare le CSR, ossia le concentrazioni massime ammissibili sito-specifiche per le aree di interesse. Per il suolo/sottosuolo insaturo, le CSR calcolate riportate nelle Tabelle 3-e in Allegato 3 sono riferite al campione "tal quale"; pertanto, per poter eseguire un confronto con i valori di concentrazione ottenuti dalle attività di indagine condotte (riferiti alla sostanza secca), è necessario apportare una correzione a quest'ultimi che tenga conto dell'umidità (α) rilevata per il campione considerato.

La formula che permette di apportare tale correzione è la seguente:

$$C_{\text{tal quale}} = C_{s.s.} * (1-\alpha)$$

Dal confronto fra le CSR e le concentrazioni di contaminanti rinvenute in campo e riferite al "tal quale" si osserva:

- in riferimento al suolo insaturo superficiale, n. 11 superamenti complessivi delle CSR suddivise tra i parametri Mercurio, Dibenz(a,h)antracene, Idrocarburi leggeri e pesanti, per un totale di n. 10 sondaggi.
- in riferimento al sottosuolo insaturo profondo, n. 49 superamenti complessivi delle CSR suddivise tra i parametri Mercurio, Composti aromatici (Benzene, Etilbenzene e Xileni), 1,2-Dicloroetano, Idrocarburi leggeri e pesanti, per un totale di n. 29 sondaggi.
- in riferimento sia al suolo che al sottosuolo insaturo, n. 35 sondaggi complessivi che mostrano almeno un superamento delle CSR lungo la verticale, da p.c. alla superficie della tavola d'acqua.

Nelle Tabelle 4-a e 4-b in Allegato 4 sono riportati i superamenti delle CSR nel suolo e nel sottosuolo. La distribuzione delle eccedenze, distinte tra suolo insaturo superficiale e sottosuolo insaturo profondo, sono riportate rispettivamente nelle planimetrie BH-0216B-01-004-A2 e BH-0216B-01-005-A2 in Allegato 1.

Si ricorda che le aree interessate da concentrazioni di PCB e Furani superiori ai limiti tabellari (cfr. Tabella 2-a in Allegato 2) saranno oggetto di specifici interventi di bonifica come di seguito descritto.

8 OBIETTIVI GENERALI DEGLI INTERVENTI

Sulla base del Modello Concettuale del sito descritto nel Capitolo 5, aggiornato, per quanto riguarda lo stato di contaminazione residua nel suolo/sottosuolo insaturo, con le valutazioni illustrate al Capitolo 7, è stato possibile individuare le potenziali aree sulle quali dover intervenire. In particolare, le concentrazioni misurate nell'ambito delle attività di caratterizzazione hanno evidenziato situazioni di non conformità alle CSR stimate mediante AdR igienico-sanitario sito-specifica, individuando in tal modo aree definibili, secondo la nuova normativa (D.Lgs. 152/06), contaminate. Per le aree potenzialmente contaminate da PCB e Furani, saranno invece previsti specifici interventi di risanamento ambientale.

In generale, l'approccio di intervento individuato nel presente documento è stato definito da FWENV, sulla base del contesto normativo attualmente vigente. Tutti gli interventi proposti saranno articolati in modo da risultare compatibili con la prosecuzione delle attività produttive in essere.

Ad esclusione, quindi, delle aree interessate da concentrazioni significative di PCB e Furani, in corrispondenza dei punti accessibili dello Stabilimento sono previste azioni di contenimento della contaminazione individuata nel documento "*Analisi di rischio igienico sanitario ai sensi del D.Lgs. 152/06*" (FWIENV, Ottobre 2006) e riassunte nel Capitolo 6.

Per tutte le aree in corrispondenza delle quali sono stati osservati superamenti delle CSR, ma non sia possibile eseguire interventi attivi a causa dell'inaccessibilità delle stesse o della incompatibilità con le attività produttive in corso, sono state valutate opportune azioni di mitigazione del potenziale rischio igienico-sanitario individuato e di monitoraggio e controllo finalizzati alla verifica dell'efficacia delle soluzioni adottate (cfr. Paragrafo 9.4).

Nei capitoli successivi vengono illustrate le soluzioni tecnologiche di contenimento della contaminazione applicabili (cfr. Capitolo 9) e successivamente vengono descritti i criteri di scelta (cfr. Capitolo 10) e progettazione (cfr. Capitolo 11) degli interventi selezionati.

Resta inteso che, relativamente alle aree attive, il raggiungimento delle CSR sarà l'obiettivo degli interventi di risanamento alla cessazione delle attività produttive e alla dismissione delle strutture attualmente presenti.

9 SELEZIONE DELLE TECNOLOGIE APPLICABILI

Sulla base del confronto dei risultati relativi alle caratterizzazioni ambientali svolte a partire dal 2002 al 2005 (cfr. Paragrafo 5.3) con le concentrazioni limite accettabili (CSC nel caso di PCB e Diossine/Furani e CSR per i restanti contaminanti di interesse), la definizione degli interventi da attuarsi sullo strato insaturo ha richiesto la selezione delle migliori tecniche applicabili mediante una comparazione di quelle esistenti, da valutare sulla base di considerazioni di carattere ingegneristico, gestionale ed economico e sulla specificità del sito.

In generale, i processi di contenimento/risanamento della contaminazione possono essere implementati direttamente sull'area oggetto della contaminazione, cioè *in situ*, o dopo aver effettuato l'escavazione del suolo o del sedimento contaminato, ovvero *ex situ*. A loro volta i trattamenti *ex situ* vengono definiti *on site* se effettuati all'interno dello stabilimento, *off site* se è necessario ricorrere ad impianti esterni.

Secondo il meccanismo prevalente su cui si basano, si possono distinguere tecnologie di tipo biologico, chimico/fisico e termici. I trattamenti biologici utilizzano i microrganismi per degradare i contaminanti presenti nei suoli, nei sedimenti e nelle acque, determinando la loro graduale mineralizzazione. I trattamenti chimici comprendono tipicamente reazioni redox che trasformano gli inquinanti in composti meno tossici o meno mobili. I trattamenti fisici si basano su sistemi in grado di separare il contaminante dalla matrice solida o liquida e di concentrarli, destinandoli poi ad un trattamento finale. I trattamenti termici possono indurre la separazione dell'inquinante mediante desorbimento/volatilizzazione, oppure causarne la distruzione per pirolisi o, ancora, provocarne l'immobilizzazione mediante fusione della matrice solida nella quale si trovano.

In Allegato 6 vengono fornite le descrizioni dettagliate delle più comuni tecnologie disponibili per il contenimento/risanamento del suolo/sottosuolo insaturo, classificate secondo la tipologia di trattamento (biologico, chimico/fisico o termico; *in situ* o *ex situ*); il conferimento ad impianto di smaltimento del suolo contaminato esula ovviamente da questa classificazione. Per ogni tecnologia vengono inoltre fornite indicazioni riguardo l'applicabilità per famiglie d'inquinanti, lo stato di sperimentazione della tecnica, i fattori che possono limitarne l'efficienza, le condizioni necessarie da riscontrare e tipologia di

analisi di laboratorio e/o prove di campo preliminari all'intervento "full scale", e relativi costi di esecuzione.

Per la realizzazione di questa rassegna è stato fatto principalmente riferimento alle informazioni fornite dall'EPA in *"Federal Remediation Technologies Roundtable, Remediation Technologies: Screening Matrix and Reference Guide Version 04"*.

La valutazione comparativa viene quindi condotta sulla base dei seguenti criteri:

- Stato della tecnologia (grado di sviluppo attuale della tecnologia considerata).
- Applicabilità agli inquinanti in esame (adattabilità della tecnologia considerata al trattamento degli inquinanti rilevati nel sito in esame).
- Gestione dei materiali (problemi legati alla gestione dei materiali derivanti dall'applicazione della tecnologia considerata in termini di movimentazione e generazione di eventuali sottoprodotti).
- Deterioramento del sito (legato all'immobilizzazione o all'impossibilità di utilizzo temporaneo e permanente di aree dello Stabilimento dovuti alla messa in opera della tecnologia di bonifica).
- Accettabilità normativa (approvazione della tecnologia considerata da parte degli Enti di controllo).
- Complessità tecnica (problematiche legate alla realizzazione/gestione della tecnologia considerata).
- Tempistica realizzativa (tempi previsti per il completamento della bonifica attraverso la tecnologia considerata nel sito in esame).
- Rapporto costi/benefici.
- Applicabilità al grado della contaminazione (vincolante).
- Applicabilità alle caratteristiche litologiche e idrogeologiche (vincolante).

In base alle evidenze della caratterizzazione, la valutazione comparativa delle tecnologie applicabili viene eseguita distinguendo gli interventi necessari al trattamento di:

- suolo insaturo superficiale risultato potenzialmente contaminato da PCB e Furani;

- suolo/sottosuolo insaturo (fino agli 8 m da p.c.) risultato contaminato da sostanze organiche (principalmente Composti aromatici, Idrocarburi leggeri e pesanti);
- suolo/sottosuolo insaturo risultato contaminato da Metalli, ed in particolare da Mercurio.

9.1 Gestione del suolo insaturo superficiale potenzialmente contaminato da PCB e Furani

In corrispondenza della porzione superficiale (da 0 a 1 m da p.c.) dello strato insaturo, la contaminazione è costituita prevalentemente da PCB e Furani, aventi distribuzione puntuale individuata in virtù di una maglia di campionamento fino a 5x5 m.

La valutazione degli interventi di risanamento è presentata tramite la "matrice comparativa" in Tabella 9-1.

Tabella 9-1: Suolo superficiale insaturo: valutazione comparativa delle tecniche di risanamento per PCB e Furani

Parametro	In situ trattamenti biologici			In situ Trattamenti fisici	Ex situ trattamenti biologici	Ex situ: trattamenti fisici/chimici		Ex situ: trattamenti termici	Altro
	BV	BR	PY	SVE	LF	EC	SW	DT	SM
Stato della tecnologia	5	3	3	5	3	3	5	5	5
Applicabilità agli inquinanti	NA	1	1	NA	1	3	3	5	5
Gestione dei materiali	4	2	4	4	2	2	2	2	2
Deterioramento del sito	4	4	1	4	2	2	2	2	3
Accettabilità normativa	5	2	3	5	3	2	4	3	2
Complessità tecnica	4	3	4	3	4	1	2	2	5
Tempistica realizzativa	2	2	1	2	2	3	4	4	4
Rapporto costi/benefici	2	2	2	1	2	1	2	1	4
Applicabilità al grado ed estensione della contaminazione	NA	1	1	NA	3	3	3	5	5
Applicabilità alle caratteristiche litologiche e idrogeologiche	4	3	4	4	4	4	4	4	4
Punteggio Totale	NA	23	24	NA	26	24	31	33	39

Nota: I punteggi sono basati su una scala da 1 a 5, essendo 5 il punteggio più favorevole
 SVE: Soil Vapour Extraction; BV: Bioventing; SM: Smaltimento; PY: Phytoremediation; ES: Escavazione/Smaltimento; BR: Bioremediation; DT: Desorbimento Termico; LF: Landfarming; SW: Soil Washing; EC: estrazione Chimica.
 NA: Non Applicabile.

Considerando:

- la distribuzione ed i quantitativi di terreno da trattare in base alla contaminazione rilevata negli strati insaturi superficiali,
- il grado di affidabilità delle tecnologie applicabili alle sostanze alogenate semi-volatili e l'analisi costi/benefici,
- la tempistica di realizzazione,

si ritiene che la tecnologia più adatta alla bonifica del suolo superficiale interessato da superamenti per i PCB e Diossine/Furani sia l'escavazione e lo smaltimento/recupero in idoneo impianto autorizzato.

9.2 Gestione del suolo/sottosuolo insaturo contaminato (ad esclusione di PCB e Furani)

9.2.1 Contaminazione organica

La contaminazione organica è costituita prevalentemente da Composti aromatici (Benzene, Etilbenzene, Xileni), Idrocarburi leggeri e Idrocarburi pesanti.

Anche in questo caso le tecnologie sono confrontate mediante tabella comparativa (cfr. Tabella 9-2).

Tabella 9-2: Suolo e sottosuolo insaturo: valutazione comparativa delle tecniche di contenimento/risanamento per sostanze organiche

Parametro	In situ trattamenti biologici			In situ Trattamenti fisici	Ex situ trattamenti biologici			Ex situ: trattamenti fisici/chimici	Ex situ: trattamenti termici	Altro
	BV	BR	PY	SVE	LF	BP	SW	DT	SM	
Stato della tecnologia	5	4	3	5	5	5	4	5	5	
Applicabilità agli inquinanti	5	4	3	5	5	5	4	5	5	
Gestione dei materiali	4	2	4	4	2	2	2	2	2	
Deterioramento del sito	4	4	4	4	2	2	2	2	2	
Accettabilità normativa	5	2	3	5	3	3	3	2	2	
Complessità tecnica	4	3	1	3	4	3	2	2	4	
Tempistica realizzativa	3	2	1	3	2	3	4	4	4	
Rapporto costi/benefici	4	3	4	4	3	3	2	2	2	
Applicabilità al grado ed estensione della contaminazione	5	1	NA	5	2	2	2	2	2	
Applicabilità alle caratteristiche litologiche e idrogeologiche	4	3	4	4	4	4	4	4	4	
Punteggio Totale	43	28	NA	42	32	32	29	30	32	

Nota: I punteggi sono basati su una scala da 1 a 5, essendo 5 il punteggio più favorevole
SVE: Soil Vapour Extraction; BV: Bioventing; SM: Smaltimento; PY: Phytoremediation;
SM: Smaltimento; BR: Bioremediation; BP: Biopile; DT: Desorbimento Termico; LF:
Landfarming; SW: Soil Washing.
NA: Non Applicabile.

I dati oggi disponibili sullo status ambientale del sito in esame hanno consentito di valutare l'applicabilità tecnico-economica delle tecnologie proposte, attraverso l'analisi comparativa con casi simili ed il supporto di esperienze specifiche maturate da FWIENV o desunte dalla bibliografia. Nel caso in esame, alla luce soprattutto:

- delle caratteristiche idrogeologiche dell'area (elevato spessore dello strato insaturo, materiali a granulometria media),
- della distribuzione e dei quantitativi di terreno da trattare in base alla contaminazione rilevata negli strati insaturi profondi,
- al grado di affidabilità delle tecnologie applicabili alle sostanze volatili ed ad un'analisi costi/benefici,
- alla tempistica di realizzazione,

si ritiene che le tecnologie più adatte per il contenimento/risanamento del suolo/sottosuolo interessato dalla contaminazione organica, risultano l'estrazione dei vapori mediante SVE e/o la ventilazione dei terreni mediante BV, al fine di favorire i fenomeni di biodegradazione dei composti biodegradabili ma poco volatili. Le suddette tecnologie, a seconda dei casi, possono essere impiegate in sinergia.

Sulla base delle valutazioni sopra riportate, nel successivo Capitolo 10 viene descritto l'approccio di intervento, formulato preliminarmente sulla base dei dati attualmente disponibili e da definire nel dettaglio per la progettazione definitiva in virtù degli approfondimenti e delle prove sperimentali indicate nel presente documento.

9.2.2 Contaminazione inorganica (Mercurio)

Le tecniche ad oggi disponibili per il trattamento a costi sostenibili dei Metalli, ed in particolare del Mercurio, sono estremamente limitati e non applicati su larga scala, si

citano, ad esempio, la stabilizzazione/solidificazione, l'estrazione chimica ed il Soil Washing.

Allo stato attuale delle tecnologie, l'intervento che garantisce maggiore affidabilità è la rimozione e successivo smaltimento. Tale intervento deve essere valutato in funzione dei volumi di terreno interessati (analisi costi/benefici) ed alla possibilità di realizzazione degli scavi di rimozione.

9.3 Individuazione delle aree inaccessibili agli interventi di bonifica

Sulla base di quanto emerso per la selezione delle tecnologie applicabili alla contaminazione rilevata in sito, si è proceduto alla verifica della applicabilità delle suddette tecnologie di bonifica al sito in esame. In particolare come già evidenziato si è tenuto conto che:

- gli interventi di messa in sicurezza operativa devono essere articolati in modo da risultare compatibili con la prosecuzione delle attività produttive in essere;
- le acque di falda di pertinenza dello Stabilimento sono già oggetto del Progetto Preliminare/Definitivo di Bonifica (documento redatto da SnamProgetti nell'Ottobre 2005), al quale si rimanda per quanto concerne l'approccio di bonifica del mezzo saturo.

Non si ritiene praticabile l'adozione ubiquitaria e sistematica di interventi attivi di contenimento degli inquinanti rinvenuti nell'insaturo, in quanto:

- gran parte delle aree interessate dai fenomeni di contaminazione sono inaccessibili a causa della densità di impianti, serbatoi, edifici ed infrastrutture interrato e fuori terra;
- la realizzazione di attività di scavo, finalizzate allo smaltimento del terreno contaminato, non è sempre realizzabile per ragioni di sicurezza e stabilità delle strutture;
- la necessità di garantire l'operatività delle vie di accesso e delle aree di movimentazione degli impianti non permette in tutte le aree di stabilimento la

realizzazione di scavi, l'installazione di stazioni di insufflaggio/aspirazione e pozzi di iniezione/estrazione per la bonifica *in situ*;

- alcune aree sono già interessate da interventi di bonifica o MISE e ulteriori interventi in tali aree possono interferire con i sistemi in funzione.

FWIENV, di concerto con PE, ha individuato le aree "inaccessibili" agli interventi di bonifica, in base all'invasività dell'intervento stesso ed alla funzionalità dell'area in oggetto, come sopra descritto, tenendo conto altresì delle problematiche di ciascuna delle aree operative come di seguito schematizzate:

- Area Serbatoi
 - Salvaguardia dell'impermeabilizzazione
 - Presenza sottoservizi
- Area Impianti
 - Salvaguardia dell'impermeabilizzazione
 - Presenza sottoservizi
 - Stabilità delle fondazioni
 - Particolari restrizioni di accesso in aree ad elevata criticità
- Viabilità
 - Garantire vie di fuga
 - Garantire vie di transito e accesso dei mezzi di soccorso
 - Punti di raccolta in caso di emergenza devono rimanere sgombri
- Punti di carico e scarico
 - Salvaguardia dell'impermeabilizzazione
 - Presenza sottoservizi

9.4 Modalità di gestione del rischio igienico-sanitario potenzialmente associato alle concentrazioni residue nelle aree non oggetto degli interventi

Sulla base dell'analisi effettuata e della valutazione dello stato di contaminazione residua, è stato possibile individuare le situazioni che attualmente possono generare potenziale rischio igienico-sanitario.

In particolare, per quanto riguarda la presenza di un potenziale rischio igienico-sanitario connesso a modalità di esposizione indiretta alla contaminazione (inalazione di vapori indoor o outdoor), sarà predisposto ed effettuato un piano di monitoraggio dell'aria ambiente finalizzato alla verifica diretta dell'esistenza di un rischio effettivo. Le risultanze conseguite nell'ambito del monitoraggio dell'aria ambiente in spazi aperti (outdoor) saranno poi confrontate con i valori di TLV/TWA previsti dalla normativa vigente.

A questo proposito, si segnala che, nell'Aprile 2006, PE ha già eseguito delle verifiche sulle concentrazioni in aria, in corrispondenza di punti, selezionati in base ai superamenti delle soglie di rischio, valutati applicando l'AdR in modalità diretta, ai sensi del D.M. 471/99 (cfr. Tabella 9-3). La verifica diretta dell'esistenza o meno di un rischio igienico-sanitario effettivo è stata condotta mediante il monitoraggio dell'aria ambiente in spazi aperti (outdoor) e chiusi (indoor) e confronto con i limiti relativi all'esposizione professionale dei lavoratori (TLV/TWA). Le concentrazioni aerodisperse dei contaminanti di interesse sono risultate del tutto compatibili con la realtà impiantistica nella quale sono situate.

Tabella 9-3: Punti di monitoraggio aria ambiente (Aprile 2006)

PUNTI MONITORATI	AREA OMOGENEA	
SD547*	Area Impianti	L
SD346	Area Serbatoi	P
SD347*		
SD204*		R2
SD351*		
SD352*		
SD353*		
SD354*	Area Celle	E
SD597*		

PUNTI MONITORATI	AREA OMOGENEA	
	SD606*	Area Celle
SD383*	Area Esterna	M
SD384*		
SD386*		
SD387*		
SD366*		N
SD376*		
SD377*		
SD549*		V
SD551		
SD562*		

I risultati della campagna di monitoraggio dell'aria ambiente dell'Aprile 2006 confermano la conservatività della metodologia di AdR igienico-sanitario, mettendo in evidenza che, a fronte di un rischio igienico-sanitario teorico calcolato dai modelli, non vi è alcun riscontro diretto di un rischio igienico-sanitario effettivo per i recettori umani impiegati nelle aree di pertinenza del sito.

La quasi totalità dei punti monitorati di cui sopra superano le CSR stimate per la matrice insatura (identificati in Tabella 9-3 con un asterisco), mediante l'applicazione dell'AdR in modalità inversa, ai sensi del D.Lgs. 152/06, come riportato nel documento "*Analisi di Rischio igienico-sanitario ai sensi del D.Lgs. 152/06*" (redatto da FWIENV nell'Ottobre 2006).

Tenendo in piena considerazione le succitate osservazioni, si procederà ad una nuova campagna di monitoraggio dell'aria ambiente, in corrispondenza sia dei punti già monitorati che di quelli in cui si è riscontrato il superamento delle CSR nella matrice insatura. Le attività saranno eseguite in contraddittorio con gli Enti di controllo, per la validazione dei dati analitici e della loro elaborazione. Nella Tabella 5-a in Allegato 5 vengono elencati i punti di monitoraggio dell'aria ambiente.

Per quanto riguarda il potenziale rischio igienico-sanitario dovuto a contatti diretti con la contaminazione (ingestione di suolo e/o contatto dermico), sono stati individuati gli interventi di mitigazione (cfr. Tabella 5-a in Allegato 5), volti all'interruzione completa di

tali modalità di esposizione. In particolare, sono state selezionate le seguenti tipologie di azioni:

- delimitazione dell'area interessata mediante apposita recinzione e interdizione dell'accesso ad essa;
- campionamento del top soil a verifica della concentrazione della sostanza che ha determinato la presenza di rischio potenziale;
- istituzione di vincoli (procedura scavi) in materia di protezione dei lavoratori per l'esecuzione di eventuali scavi in corrispondenza del punto per il quale i contatti diretti tra suolo e potenziali recettori hanno mostrato la presenza di potenziale rischio igienico sanitario.

10 TECNOLOGIE DI INTERVENTO SELEZIONATE

Alla luce di quanto sopra esposto circa la selezione delle tecnologie applicabili per gli interventi previsti sul suolo/sottosuolo insaturo interessato dalle sostanze contaminanti rilevate ed alle problematiche connesse alla inaccessibilità di alcune aree dello stabilimento, FWIENV ritiene che gli interventi attivi, che potranno essere condotti compatibilmente con il proseguo delle attività lavorative, possono essere riassunti in:

- interventi di scavo, rimozione e successivo smaltimento/recupero degli strati più superficiali di terreno contaminati a carico di PCB e/o Furani così come ubicati in planimetria BH-216B-01-008-A2 in Allegato 1;
- interventi di contenimento/risanamento dello strato insaturo a carico di sostanze organiche volatili mediante tecnologia di SVE e BV impiegati in sinergia o singolarmente a seconda dei casi, nelle aree ritenute accessibili agli interventi, così come perimetrate in planimetria BH-216B-01-007-A2 in Allegato 1.

Si ricorda che, in corrispondenza delle aree inaccessibili o di incompatibilità con le attività produttive in corso, interessate da superamenti delle CSR, si prevedono azioni di monitoraggio e controllo finalizzati alla verifica dell'efficacia delle soluzioni adottate.

10.1 Scavo ed invio ad impianto esterno di smaltimento/recupero

Si prevede di eseguire lo scavo dei terreni in corrispondenza delle aree corrispondenti ai sondaggi e saggi risultati contaminati nel corso delle indagini di caratterizzazione, a carico di PCB e Furani, elencati nella Tabella 10-1 e rappresentati nella planimetria BH-0216B-01-008-A2 in Allegato 1.

Tabella 10-1: Elenco dei punti di intervento

PUNTO DI CAMPIONAMENTO	AREA OMOGENEA	COCs
SC-P-07	C	PCB
SC-P-08	C	
SC-P-09	C	
SC-P-75	C	

PUNTO DI CAMPIONAMENTO	AREA OMOGENEA	COCs
SC-P-76	C	PCB
SC-P-77	C	
SC-P-81	C	
SC-P-82	C	
SC-P-84	C	
SC-P-85	C	
SC-P-86	C	
SC-P-88	C	
SC-P-91	C	
SC-P-03	E	
SC-P-106	E	
SC-P-110	E	
SC-P-22	H	
SC-P-60	H	
SC-P-61	H	
SC-P-67	H	
SC-P-68	H	
SC-P-69	H	
SC-P-24	I	
SC-P-49	I	
SC-P-56	I	
SC-P-103	K	
SC-P-105	K	
SC-P-15	K	
SC-P-16	K	
SD506	L	
SC-P-02	O2	
SC-P-114	O2	
SC-P-116	O2	
SC-P-23	P	
SC-P-30	P	
SD300	P	
SD318	P	
SD352	R2	
SD355	R2	
SC-D-03	E	Furani
SC-D-45	E	
SC-D-46	E	
SC-D-47	E	

Marzo 2007

Rev. 0

Pag. 60 di 89

Polimeri Europa S.p.A.

Stabilimento di Mantova

Messa in sicurezza operativa dei suoli, ai sensi del D.Lgs. 152/06

Contratto FWIENV n° 1-BH-00216B

PUNTO DI CAMPIONAMENTO	AREA OMOGENEA	COCs
SC-D-48	E	Furani
SD594	E	
SD596	E	
SC-D-09	I	
SC-D-38	I	
SD397	I	
SD586	I	
SD589	I	
SC-D-53	L	
SC-D-56	L	
SD526	L	
SD582	M	
SD366	N	
SD601	O2	
SC-D-15	P	
SC-D-23	P	
SC-D-25	P	
SC-D-26	P	
SC-D-28	P	
SC-D-29	P	
SC-D-30	P	
SC-D-32	P	
SD574	P	
SD413	H	PCB-Furani
SD576	P	
SD286	P	
SD328	P	

Al fine di valutare nel dettaglio lo stato qualitativo del sottosuolo in corrispondenza delle aree oggetto di scavo, preliminarmente alle attività di scavo necessarie per la bonifica dei suoli, saranno condotte specifiche indagini integrative, che prevedono l'esecuzione di circa n. 112 saggi mediante scavatore, per il prelievo di campioni di terreno da sottoporre ad analisi di laboratorio.

I saggi integrativi (indicativamente n. 3 per area) saranno ubicati in prossimità dei sondaggi/saggi pregressi in corrispondenza dei quali durante le precedenti fasi di caratterizzazione non si è pervenuti ad una precisa definizione dell'ampiezza della

potenziale contaminazione, ponendo particolare attenzione alla presenza di fondazioni di edifici o impianti e di sottoservizi che potrebbero interferire con le attività di scavo.

Per ciascun saggio saranno prelevati n° 4 campioni (indicativamente alle profondità di 0,00 -,0,10 *top soil*, 0,10 -,0,50, 0,50 - 1,00, 1,00 -,1,50 m da p.c.), sui quali si procederà alle analisi per la ricerca dei parametri (PCB e/o PCDD/PCDF) di interesse per ciascuna area di integrazione.

In particolare, i saggi integrativi saranno ubicati in corrispondenza delle aree di indagine riassunte nella seguente Tabella 10-2.

Tabella 10-2: Elenco saggi integrativi

PUNTO DI CAMPIONAMENTO	COCs	SAGGI INTEGRATIVI PROPOSTI
SC-P-02	PCB	4
SC-P-114		
SC-P-116		
SC-P-07	PCB	3
SC-P-85		
SC-P-86		
SC-P-88		
SC-P-08	PCB	2
SC-P-09	PCB	3
SC-P-75		
SC-P-76		
SC-P-77		
SC-P-16	PCB	4
SC-P-103		
SC-P-105		
SC-P-22	PCB	2
SC-P-60		
SC-P-61		
SC-P-23	PCB	2
SC-P-30		
SC-P-24	PCB	2
SC-P-56		
SC-P-49		
SC-P-110	PCB	2

PUNTO DI CAMPIONAMENTO	COCs	SAGGI INTEGRATIVI PROPOSTI
SC-P-67	PCB	3
SC-P-68		
SC-P-69		
SC-P-81	PCB	3
SC-P-82		
SC-P-84		
SC-P-91	PCB	3
SC-D-03	PCDD/PCDF	4
SC-D-45		
SC-D-46		
SC-D-47		
SC-D-48	PCDD/PCDF	2
SC-D-09		
SC-D-38	PCDD/PCDF	2
SC-D-15		
SC-D-23	PCDD/PCDF	4
SC-D-25		
SC-D-26		
SC-D-28		
SC-D-29	PCDD/PCDF	4
SC-D-30		
SC-D-32		
SC-D-53	PCDD/PCDF	3
SC-D-56		
SD300	PCB	4
SD318	PCB	4
SD352	PCB	4
SD355	PCB	4
SD366	PCDD/PCDF	4
SD397	PCDD/PCDF	4
SD526	PCDD/PCDF	4
SD596	PCDD/PCDF	2
SD594	PCDD/PCDF	2
SD589	PCDD/PCDF	2
SD586	PCDD/PCDF	2
SD574	PCDD/PCDF	2
SD601	PCDD/PCDF	4
SD286	PCB-PCDD/PCDF	4

Marzo 2007

Rev. 0

Pag. 63 di 89

Polimeri Europa S.p.A.

Stabilimento di Mantova

Messa in sicurezza operativa dei suoli, ai sensi del D.Lgs. 152/06

Contratto FWIENV n° 1-BH-00216B

PUNTO DI CAMPIONAMENTO	COCs	SAGGI INTEGRATIVI PROPOSTI
SD328	PCB-PCDD/PCDF	4
SD413	PCB-PCDD/PCDF	4
SD576	PCB-PCDD/PCDF	4
TOTALE		112

A seguito dell'esecuzione dei saggi proposti, sarà evidenziata la possibilità di garantire il raggiungimento dei CSC previste dal D.Lgs. 152/06 ai margini dello scavo, in funzione dello stato qualitativo che emergerà a seguito dei saggi integrativi previsti e dall'analisi di dettaglio circa la presenza, nell'intorno delle aree di intervento, di fondazioni di edifici o impianti e di sottoservizi eventualmente interferenti. In caso contrario, sulla base dei risultati analitici relativi alle indagini integrative, sarà aggiornata l'AdR di cui al Capitolo 6, per verificare la compatibilità delle concentrazioni residue con la tutela ambientale e sanitaria.

10.2 Soil Vapor Extraction e Bioventing

Le tecnologie più adatte per il contenimento/risanamento del suolo/sottosuolo insaturo, interessato dalla presenza di Composti organici, risultano essere lo SVE e il BV, utilizzati singolarmente o in combinazione.

Infatti, tali sistemi si adattano bene a condizioni di media permeabilità e consistente spessore della zona insatura del terreno, operando il risanamento delle matrici impattate dalla contaminazione da sostanze organiche volatili, grazie all'effetto di ventilazione del terreno insaturo o aspirazione fisica della contaminazione.

In particolare, sulla base dei dati disponibili, della tipologia e profondità della contaminazione rilevata, sulla base della accessibilità/fattibilità degli interventi nonché delle caratteristiche stratigrafiche delle aree oggetto, gli interventi di bonifica mediante tecnologia di SVE e BV, verranno applicate nelle aree elencate nella Tabella 10-3, rappresentate nella planimetria BH216B-01-007-A2 in Allegato 1.

Tabella 10-3: Aree di intervento SVE/BV

AREA INTERVENTO	TIPOLOGIA INTERVENTO	PUNTO DI CAMPIONAMENTO	COCs		
			Composti aromatici	Idrocarburi leggeri	Idrocarburi pesanti
1	SVE/BV	SD068	X	-	-
2	SVE	SD237	X	X	-
3	BV	SD383	X	X	X
4	SVE/BV	SD528	X	-	-

11 PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI MISO

11.1 Escavazione e successivo smaltimento

FWIENV propone per i terreni contaminati da PCB e Diossine/Furani lo scavo ed il conferimento ad impianto esterno di recupero/smaltimento.

In Allegato 1 è riportata la planimetria BH-216B-01-008-A2, con l'ubicazione delle aree sulle quali sono previsti gli interventi di scavo.

11.1.1 Generalità

La attività di bonifica delle aree per le quali sono previste opere di scavo prevedono, per ogni area di scavo, le seguenti attività:

- allestimento area cantiere;
- escavazione del terreno;
- conferimento del terreno scavato entro appositi cassoni scarrabili posti a bordo scavo, previa separazione degli eventuali materiali inerti rinvenuti;
- caratterizzazione del terreno rimasto in sito (fondo scavo e pareti);
- caratterizzazione analitica del terreno stoccato entro i cassoni scarrabili;
- conferimento ad idoneo impianto di smaltimento/recupero del terreno contaminato ai sensi della normativa vigente.

Le profondità e l'ampiezza dello scavo ipotizzate in fase di stima dei volumi di terreno da rimuovere, riassunte nella seguente Tabella 11-1, dipendono dalla localizzazione e dalla profondità dei campioni risultati contaminati; ove possibile, pertanto, si raggiungeranno le quote e le estensioni previste, fatta salva la necessità di evitare criticità legate a possibili cedimenti degli edifici e degli impianti circostanti.

Nella stima dei volumi è stato preliminarmente considerato un fattore di rigonfiamento tra terreno in banco e terreno sciolto pari al 25% ed una densità del terreno in banco pari a 1,8 t/m³. I volumi stimati sono da ritenersi soggetti a modifiche; l'esatta estensione

dell'area (e dei volumi) di scavo, sarà definita in seguito alla raccolta degli approfondimenti proposti (cfr. Paragrafo 10.1). In tale sede sarà inoltre evidenziata la possibilità di ottenere il raggiungimento dei limiti previsti dal D.Lgs. 152/06 ai margini dello scavo, in funzione dello stato qualitativo che emergerà a seguito dei saggi previsti e dall'analisi di dettaglio circa la presenza, nell'intorno delle aree di intervento, di fondazioni di edifici o impianti e di sottoservizi eventualmente interferenti. In caso contrario, sulla base dei risultati analitici relativi alle indagini integrative, sarà aggiornata l'analisi di rischio, per verificare la compatibilità delle concentrazioni residue con la tutela ambientale e sanitaria.

Tabella 11-1: Aree di intervento e volumi di scavo

AREA INTERVENTO	PUNTO DI CAMPIONAMENTO	AREA OMOGENEA	COCS	PROFONDITÀ SCAVO [m]	AREA [m ²]	VOLUME TERRENO IN BANCO [m ³]	VOLUME TERRENO SCIOLTO [m ³]	PESO [t]
1	SC-P-07 SC-P-85 SC-P-86 SC-P-88	C	PCB	0,1	100	10	13	23
2	SC-P-08	C	PCB	0,1	25	2,5	3	6
3	SC-P-09 SC-P-75 SC-P-76 SC-P-77	C	PCB	0,1	100	10	13	23
4	SC-P-81 SC-P-82 SC-P-84	C	PCB	0,5	75	37,5	47	84
5	SC-P-91	C	PCB	0,1	25	2,5	3	6
6	SC-P-03 SC-P-106	E	PCB	0,1	50	5	6	11
7	SC-P-110	E	PCB	0,5	25	12,5	16	28
8	SC-P-22 SC-P-60 SC-P-61	H	PCB	0,5	75	37,5	47	84
9	SC-P-67 SC-P-68 SC-P-69	H	PCB	0,5	75	37,5	47	84

AREA INTERVENTO	PUNTO DI CAMPIONAMENTO	AREA OMOGENEA	COCs	PROFONDITÀ SCAVO [m]	AREA [m ²]	VOLUME TERRENO IN BANCO [m ³]	VOLUME TERRENO SCIOLTO [m ³]	PESO [t]
10	SC-P-24 SC-P-56	I	PCB	0,1	50	5	6	11
11	SC-P-49	I	PCB	0,1	25	2,5	3	6
12	SC-P-15	K	PCB	0,1	25	2,5	3	6
13	SC-P-16 SC-P-103 SC-P-105	K	PCB	0,1	75	7,5	9	17
14	SD 506	L	PCB	0,1	25	2,5	3	6
15	SC-P-02 SC-P-114 SC-P-116	O2	PCB	0,5	75	37,5	47	84
16	SC-P-23 SC-P-30	P	PCB	0,1	50	5	6	11
17	SD300	P	PCB	0,5	25	12,5	16	28
18	SD318	P	PCB	0,1	25	2,5	3	6
19	SD352	R2	PCB	0,1	25	2,5	3	6
20	SD355	R2	PCB	0,1	25	2,5	3	6
21	SC-D-03 SC-D-45 SC-D-46 SC-D-47 SC-D-48	E	Furani	0,5	125	62,5	78	141
22	SD596	E	Furani	0,1	25	2,5	3	6
23	SD594	E	Furani	0,1	25	2,5	3	6
24	SC-D-09 SC-D-38	I	Furani	0,1	50	5	6	11
25	SD397	I	Furani	0,1	25	2,5	3	6
26	SD589	I	Furani	0,1	25	2,5	3	6
27	SD586	I	Furani	0,1	25	2,5	3	6
28	SC-D-53 SC-D-56	L	Furani	1	50	50	63	113
29	SD526	L	Furani	0,1	25	2,5	3	6
30	SD582	M	Furani	0,1	25	2,5	3	6
31	SD366	N	Furani	0,5	25	12,5	16	28
32	SD601	O2	Furani	0,1	25	2,5	3	6
33	SC-D-15 SC-D-23	P	Furani	0,1	50	5	6	11

Marzo 2007

Rev. 0

Pag. 68 di 89

Polimeri Europa S.p.A.

Stabilimento di Mantova

Messa in sicurezza operativa dei suoli, ai sensi del D.Lgs. 152/06

Contratto FWIENV n° 1-BH-00216B

AREA INTERVENTO	PUNTO DI CAMPIONAMENTO	AREA OMOGENEA	COCS	PROFONDITÀ SCAVO [m]	AREA [m ²]	VOLUME TERRENO IN BANCO [m ³]	VOLUME TERRENO SCIOLTO [m ³]	PESO [t]
34	SC-D-25 SC-D-26 SC-D-28	P	Furani	0,5	75	37,5	47	84
35	SC-D-29 SC-D-30 SC-D-32	P	Furani	0,5	75	37,5	47	84
36	SD574	P	Furani	0,1	25	2,5	3	6
37	SD413	H	PCB-Furani	0,1	25	2,5	3	6
38	SD576	P	PCB-Furani	0,5	25	12,5	16	28
39	SD286	P	PCB-Furani	1	25	2,5	31	56
40	SD328	P	PCB-Furani	0,1	25	2,5	3	6
TOTALE					1.750	512,5	640	1.158

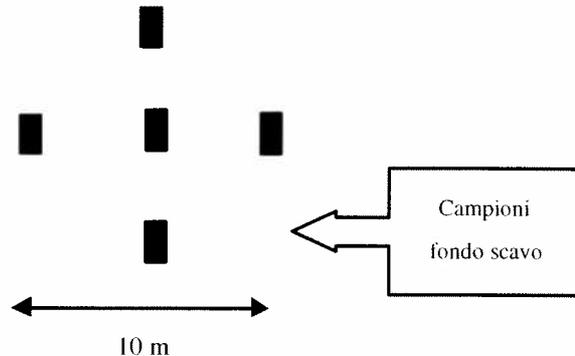
Assunzioni di stima:

- profondità di scavo pari a quella del campione contaminato più profondo;
- area di scavo di 5X5 m per ogni sondaggio contaminato
- fattore di rigonfiamento del terreno 1,25

11.1.2 Accertamento della qualità del terreno lasciato in-situ

La verifica della qualità ambientale del terreno lasciato *in situ* a valle dello scavo verrà effettuata immediatamente dopo le attività di escavazione, prelevando alcuni campioni di terreno da fondo scavo e dalle pareti. Le aliquote di fondo scavo saranno prelevate ai vertici e al centro dell'area di scavo e le aliquote di parete sui lati dello scavo stesso, secondo il seguente criterio:

- Certificazione fondo scavo: prelievo di 5 aliquote di terreno dal fondo scavo (vedi schema seguente) per ogni area di scavo, formazione di un campione composito e caratterizzazione analitica.
- Certificazione pareti: prelievo di un'aliquota per ogni 10 metri lineari di parete ed analisi del campione composito relativo ad ogni singola parete.

Figura 11.1: Schema di campionamento aliquote di fondo scavo

Su tali campioni medi saranno ricercati tutti gli analiti previsti nel 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.

Nel caso in cui il campione composito non rispettasse gli obiettivi di qualità, saranno analizzate singolarmente le aliquote prelevate e lo scavo verrà esteso/approfondito in base a quanto emerso dalle determinazioni analitiche.

Se le aree di fondo scavo dovessero risultare caratterizzate da superficie $\geq 100 \text{ m}^2$ saranno realizzati due o più moduli di campionamento regolari 10mx10m ed il prelievo di campioni sarà realizzato secondo le modalità precedentemente descritte.

I campioni saranno prelevati secondo le modalità previste dal *"Protocollo Generale per l'esecuzione degli interventi di Caratterizzazione nel Polo petrolchimico multisocietario di Mantova"* del Febbraio-Marzo 2002 e della sua successiva revisione del Novembre 2002.

11.1.3 Movimentazione materiali scavati

Il terreno sarà preliminarmente segregato dai materiali inerti eventualmente rinvenuti (blocchi di cls).

Il terreno scavato sarà deposto entro cassoni scarrabili, dotati di copertura, idonei al conferimento e allo stoccaggio temporaneo di rifiuti pericolosi. Successivamente il terreno

verrà sottoposto a caratterizzazione analitica completa, finalizzata ad attribuire il codice CER per il successivo smaltimento/recupero in impianto autorizzato, ai sensi della vigente normativa (D.Lgs. 152/2006, D.Lgs. 13/01/2003 n° 36, D.M. 03/08/2005 relativo ai "Criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica").

I materiali inerti (blocchi di cls) eventualmente rinvenuti durante gli scavi saranno anch'essi stoccati entro cassoni scarrabili, dove saranno successivamente prelevati dei campioni rappresentativi da sottoporre a test di cessione, così come previsto dal D.M. del 5 aprile 2006 n.186 "Regolamento recante modifiche al D.M. 5 febbraio 1998 n.22 Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposte alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli Art.31 e 33 del D.Lgs. del 5 febbraio 1997".

I risultati del test di cessione saranno confrontati con i limiti della tabella riportata in Allegato 3 del citato Decreto, per valutare la possibilità di riutilizzo.

I materiali risultati compatibili per un riutilizzo in situ potranno essere utilizzati per il ritombamento degli scavi.

I materiali inerti che dovessero mostrare evidenze di contaminazione saranno inviati a smaltimento esterno, previa classificazione ai sensi del D.M. 03/08/2005 relativo ai "Criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica".

11.2 Soil Vapor Extraction/Bioventing

Operativamente, i sistemi di SVE e BV saranno costituiti da:

- gruppi di ventilazione costituiti da soffianti, completi di sistemi di sicurezza e strumentazione di misura di portate, pressioni e temperature;
- pozzi d'iniezione connessi, mediante tubazioni in HDPE, all'impianto di ventilazione, di profondità variabili tra 2 e 8 m, in funzione della loro localizzazione;
- micropiezometri di monitoraggio (clusters) del gas interstiziale posizionati nell'area interessata dal processo, con lo scopo di tenere sotto controllo le condizioni del sottosuolo attraverso lo studio di parametri utili a determinare l'andamento nel

tempo del sistema di bonifica, al fine di consentire eventuali variazioni nelle condizioni di esercizio del sistema (aumento delle portate insufflate, etc.).

Data la varietà dei parametri che influenzano i meccanismi alla base dello SVE e del BV, la progettazione dei sistemi di trattamento a piena scala si baserà sui risultati di prove pilota su campo, che permetteranno di determinare i parametri necessari per procedere all'ingegneria definitiva dei sistemi.

Si prevede di eseguire n° 2 Test Pilota uno combinato di BV ed uno di SVE/BV nelle aree di intervento denominate rispettivamente 3 e 4 come da Tabella 10-3, ubicate come in planimetria BH-0216B-01-009-A3 in Allegato 1.

Scopo principale del Test Pilota è quello di stimare il raggio di influenza che rappresenta la distanza effettiva entro la quale il sistema (rappresentato dal pozzo di estrazione/iniezione) è in grado di estrarre/insufflare aria e provocare una significativa depressione nella porzione insatura del terreno o della distanza in cui è in grado di richiamare i gas interstiziali verso il pozzo.

Durante queste prove vengono misurati i parametri più significativi come la portata estratta, la depressione, la temperatura, le concentrazioni di VOC, CO₂ e O₂ e viene determinata la distanza alla quale si registra una depressione indotta pari ad almeno 0,1" H₂O e la massima distanza alla quale l'aspirazione da un pozzo di ventilazione induce ossigenazione nel sottosuolo.

Nel corso del Test Pilota previsto, verrà stimato altresì un valore medio del tasso di biodegradazione iniziale (Biodegradation Rate), che costituirà un parametro guida per la progettazione del sistema e per una stima della durata effettiva dell'intervento di Bioventing. Si noti che durante il periodo di effettuazione della bonifica, esso è destinato a modificarsi in quanto vengono ad essere modificate le condizioni del sottosuolo (aumento della popolazione batterica aerobica, trasformazioni dei composti idrocarburici presenti nel sottosuolo). In generale, è probabile un aumento del tasso di biodegradazione nella fase iniziale del trattamento, seguito da una progressiva diminuzione fino a valori asintotici, nel momento in cui diviene limitante il substrato di Idrocarburi nella matrice suolo.

11.2.1 Test Pilota di SVE/BV

Il campo prova prevederà:

- un gruppo di ventilazione costituito da una soffiante, completa di sistemi di sicurezza e strumentazione di misura di portate (rotometro o tubo di pitot) e pressioni;
- una serie di n. 5 clusters di monitoraggio del gas interstiziale, ubicati a varie distanze dal punto di estrazione/iniezione aria (cfr. planimetria BH-0216B-01-010-A4 e BH-0216B-01-011-A4 in Allegato 1), costituiti da 2 sonde di monitoraggio, posizionate a diverse profondità da p.c., il cui schema è riportato in figura BH-0216B-01-012-A4 in Allegato 1;
- tubazioni di collegamento e sistemi di prelievo di gas interstiziale.

Il Test Pilota di BV prevederà l'iniezione nel terreno insaturo di una portata d'aria $Q(i)$ attraverso il pozzo d'iniezione. Esso sarà costituito principalmente da:

- una prova a gradini di portata $Q(i)$, nella quale sarà insufflata aria al di sopra del livello della falda attraverso un pozzo d'iniezione da 4", con valori di portata d'insufflaggio noti a gradini crescenti. La portata insufflata dovrà rimanere costante per il termine temporale corrispondente ad ogni gradino. La portata dovrà essere regolabile e misurabile nel range di valori previsti per i diversi gradini, come riportato nella presente specifica tecnica;
- una prova a portata $Q(i)$ costante (stimata in base alla prova a gradini di portata e alla prova respirometrica) che si protrarrà per circa 3 settimane durante la quale verrà insufflata aria al di sopra del livello della falda mediante un pozzo da 4". La portata dovrà essere misurabile e rimanere costante, con valore prefissato, durante tutto il periodo della prova.
- una prova respirometrica per la determinazione dei ratei di biodegradazione mediante saturazione dei cluster con aria e gas inerte (elio) (durata circa 1 settimana).

Il Test Pilota di SVE, prevede l'aspirazione dalla zona insatura di una portata $Q(a)$ attraverso il pozzo ed il recupero e trattamento dei vapori. Esso sarà costituito principalmente da:

- una prova a gradini di portata $Q(a)$ nella quale sarà aspirata aria dall'insaturo attraverso un pozzo da 4". La portata dovrà essere regolabile e misurabile nel range di valori previsti per i diversi gradini, come riportato nella presente specifica tecnica;
- una prova a portata $Q(a)$ costante (stimata in base alla prova a gradini di portata) che si protrarrà per circa 2 settimane durante la quale verrà aspirata aria dall'insaturo mediante un pozzo da 4". La portata dovrà essere misurabile e rimanere costante, con valore prefissato, durante tutto il periodo della prova.

12 MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

Nei paragrafi seguenti vengono descritte le operazioni di monitoraggio previste nell'ambito degli interventi di progettati sul suolo/sottosuolo insaturo.

12.1 Monitoraggio del sistema SVE/BV

Nelle aree sottoposte a trattamento di SVE/BV verrà, in fase definitiva di progettazione, definita una rete di cluster di monitoraggio per il controllo delle condizioni del sottosuolo, attraverso lo studio dei parametri utili a determinare l'andamento nel tempo del sistema di bonifica ed eventualmente, secondo la risposta di questi parametri, ad indurre variazioni nell'esercizio del sistema stesso.

I parametri da monitorare nel primo anno di funzionamento con cadenza mensile, a valle della "baseline" da effettuarsi a monte dell'avvio del sistema, sono i seguenti:

- pressioni al sistema di estrazione/iniezione ed ai clusters di monitoraggio;
- concentrazioni di Anidride Carbonica, Ossigeno e Idrocarburi Totali nei gas interstiziali.

I monitoraggi a partire dal secondo anno di funzionamento saranno eseguiti con cadenza bimestrale.

Il sistema di SVE/BV sarà progettato per un esercizio continuo, il sistema di aspirazione/ventilazione verrà arrestato soltanto durante i tempi di manutenzione periodica.

Durante le fasi iniziali d'operatività del sistema, le portate e le pressioni a testa pozzo saranno definite sulla base dei dati ricavati dal test pilota. Con il progredire della bonifica ed in base ai risultati delle attività di monitoraggio, i valori di portata e pressione ottimali per il pozzo potranno essere ridefiniti e dovranno essere mantenuti e controllati periodicamente dall'operatore.

Il monitoraggio della degradazione biologica dei prodotti idrocarburi presenti nel sottosuolo verrà effettuata attraverso l'esecuzione di test respirometrici che permettono di

controllare la variazione nel tempo dei Ratei di decadimento dell'Ossigeno (ratei di biodegradazione). I test avranno cadenza trimestrale nel corso del primo anno di funzionamento e avranno cadenza semestrale a partire dal secondo anno di funzionamento

13 GESTIONE DELLA SICUREZZA

Gli interventi di bonifica descritti nel presente progetto dovranno garantire che non si verifichino emissioni di sostanze pericolose per la salute degli operatori che lavorano sul sito e della popolazione limitrofa nelle fasi di:

- realizzazione delle attività di scavo;
- esecuzione e gestione delle attività di test pilota e bonifica.

Polimeri Europa e Foster Wheeler Italiana Environmental Division mirano costantemente al raggiungimento di standard di sicurezza sempre più alti, attraverso la selezione di appaltatori qualificati che seguano politiche di sicurezza adeguate agli standard richiesti dalle normative vigenti e dalle rispettive procedure interne.

Tutte le attività di bonifica descritte nel presente documento saranno gestite nel pieno rispetto della vigente normativa in materia di sicurezza sul lavoro (es. il D.Lgs. n. 626 del 19/09/94 e successivi aggiornamenti e il D.Lgs. n. 494 del 14/08/96 e successivi aggiornamenti, ecc.).

Prima dell'inizio delle attività sarà predisposto un apposito Piano di Sicurezza che sviluppi i principi generali esposti nel presente paragrafo ed illustri nel dettaglio le attività e le lavorazioni da eseguire, i potenziali rischi per il personale interessato da tali attività e le modalità e/o procedure necessarie per una corretta esecuzione in sicurezza delle attività stesse e per minimizzare al contempo i potenziali rischi a queste connessi.

Durante tutte le attività saranno adottate tutte le procedure ed i dispositivi di protezione individuale (DPI) per la protezione dei lavoratori coinvolti. Unitamente ai DPI di uso tradizionale connessi alle attività di cantiere (quali casco, occhiali, guanti, tappi o cuffie, scarpe antinfortunistiche, ecc.), potranno essere utilizzati DPI specifici che saranno definiti dal Piano di Sicurezza sulla base del rischio specifico, quali, ad esempio, maschera antigas con filtro specifico, maschera antipolvere, occhiali a tenuta, guanti di gomma, tuta in tyvek, ecc..

Vengono qui di seguito presentati alcuni principi generali che saranno seguiti nella realizzazione delle opere di bonifica descritte nel presente documento; tali principi, come

precedentemente indicato, sono da intendersi come generali e non esaustivi in quanto la valutazione completa dei rischi e delle misure da adottare sarà condotta nel “*Piano di Sicurezza*”:

- Attività di scavo

Le attività di bonifica che comportano la realizzazione di scavi e movimentazione di materiale contaminato saranno effettuate utilizzando idonee attrezzature per il movimento terra e confinando opportunamente le aree interessate dagli scavi, mediante idonea recinzione provvisoria di cantiere.

Le attività di scavo saranno quindi condotte con escavatore o altri mezzi idonei, in funzione della consistenza del terreno da escavare. Le macchine opereranno ad una distanza dal fronte di scavo tale da evitare il rischio di seppellimento della macchina operatrice e del suo operatore. Gli addetti ai lavori supervisioneranno gli scavi tenendosi a debita distanza sia dal fronte di scavo che dalla macchina operatrice. Nessuno dovrà avvicinarsi al fronte di scavo se non l'operatore all'interno dell'escavatore. Anche costui potrà lasciare la cabina dell'escavatore solo dopo aver portato il mezzo a distanza di sicurezza dal fronte di scavo.

Durante gli scavi verrà mantenuta una pendenza delle scarpate, in relazione alla natura del terreno, tale da impedire eventuali smottamenti; se necessario, il sostegno delle pareti degli scavi sarà garantito mediante l'installazione di armature, palancolate e/o sbadacchiate.

Nei pressi dell'area di scavo sarà vietato fumare; i mezzi dovranno essere dotati di apposita retina antifiama e dovrà essere sempre presente almeno un estintore. Durante le attività di scavo sarà costantemente monitorata la qualità dell'aria ambiente (cfr. Paragrafo **Error! Reference source not found.**).

Le attività di scavo interesseranno materiale contaminato; saranno pertanto adottate tutte le procedure ed i dispositivi di protezione individuale (DPI) per la protezione dei lavoratori coinvolti nelle attività di scavo e di bonifica. Unitamente ai DPI di uso tradizionale connessi alle attività di cantiere (quali elmetto, occhiali, guanti, tappi o cuffie, scarpe antinfortuno, ecc.), saranno utilizzati DPI specifici che saranno definiti dal Piano di Sicurezza sulla base del rischio specifico, quali ad es.

maschera antigas con filtro specifico, maschera antipolvere, occhiali a tenuta, guanti di gomma, tuta in tyvek, ecc..

Al fine di evitare la formazione e dispersione di polveri ed un eccessivo accumulo dei materiali in corrispondenza delle aree di scavo verranno presi i seguenti provvedimenti:

- delimitazione e definizione di tutti i percorsi dei mezzi d'opera in ingresso e in uscita dall'area;
- bagnatura dei cumuli dei materiali, delle piste di transito e delle aree di servizio al fine di evitare la formazione delle polveri;
- interruzione dei lavori ed immediata segnalazione al personale di Stabilimento nel caso di rinvenimento di infrastrutture o corpi interrati non previsti;
- uso, da parte del personale operante, dei DPI previsti dalla normativa vigente, che verranno esplicitati nel Piano di Sicurezza;
- eventuale lavaggio dei mezzi d'opera che verranno a contatto con il materiale contaminato prima di abbandonare l'area di lavoro.

Le attività di bonifica si svolgeranno interamente all'interno del sito in oggetto. All'ingresso del cantiere verranno apposti idonei cartelli di cantiere ed in ogni caso sarà impedito l'accesso al cantiere a persone estranee ai lavori in svolgimento.

Il terreno destinato a smaltimento sarà trasportato all'idoneo impianto mediante automezzi autorizzati al trasporto dei rifiuti in esame, secondo le procedure previste dalla normativa vigente. Il tragitto previsto per i mezzi in uscita e diretti alla discarica sarà individuato in modo tale da minimizzare le interferenze con la viabilità urbana.

Le attività saranno condotte nel rispetto della normativa nazionale vigente in materia di inquinamento acustico.

Al fine di garantire la protezione dei lavoratori e della popolazione limitrofa al sito, verrà istituito un piano di monitoraggio della qualità dell'aria ambiente (cfr. Paragrafo **Error! Reference source not found.**).

- Gestione sistema di SVE e BV

Prima dell'inizio dei lavori, come previsto dalla legge, sarà redatto il Piano Operativo di Sicurezza, contenente tutte le indicazioni relative alla valutazione e minimizzazione dei rischi e le prescrizioni necessarie a garantire l'esecuzione in sicurezza delle attività previste.

In particolare sarà realizzata una recinzione per la perimetrazione dell'area di cantiere e l'apposizione dell'idonea segnaletica e cartellonistica, con le indicazioni richieste dalla normativa vigente.

Operando nei pressi di impianti attivi, gli impianti elettrici di cantiere saranno opportunamente ubicati, in modo da ricadere in zona sicura, secondo quanto previsto dalla normativa vigente. L'intervento e la manutenzione sull'impianto elettrico sarà affidata solamente a personale qualificato e le postazioni pericolose come le eventuali cabine elettriche, derivazioni principali con parti attive non protette ecc., saranno sempre chiuse a chiave. Le zone che presentino pericolo per il contatto elettrico diretto o indiretto saranno chiaramente individuate con apposita segnaletica.

Tutti i macchinari e le attrezzature operanti in cantiere saranno conformi, per caratteristiche tecniche e stato di manutenzione, alle direttive previste dalle norme vigenti. Il responsabile di cantiere verificherà, prima di permetterne l'utilizzo, che i macchinari siano in regola con le certificazioni obbligatorie e che i componenti costruttivi delle stesse non presentino pericolo per gli addetti alla manovra.

Sarà verificata, prima dell'avvio della specifica attività, la presenza di linee elettriche aeree o interrate oltre alla presenza di condutture o impianti di qualsiasi natura, individuabili nell'area interessata dai lavori, che possano interferire con le operazioni di cantiere, mediante consultazione della documentazione disponibile relativa allo Stabilimento o, in assenza di questa, tramite opportuno prescavo.

Per quanto possibile sarà evitato ogni lavoro "a caldo" (saldature) in cantiere. Ove assolutamente necessario si procederà, in caso di vicinanza a sorgenti di vapori esplosivi (piezometri con presenza di prodotto surnatante) alla preliminare verifica

della concentrazione in area dei SOV mediante idoneo strumento portatile (esplosivometro).

Presso gli uffici di cantiere sarà infine disponibile una cassetta di pronto soccorso.

14 TEMPISTICA DEGLI INTERVENTI

Gli interventi descritti nel presente documento prevedono, a seguito dell'approvazione dello stesso da parte degli Enti competenti, la realizzazione dei test pilota di SVE/BV e la realizzazione delle indagini geognostiche integrative per il dimensionamento finale degli interventi di contenimento/risanamento; la durata prevista per l'esecuzione di tali attività è stimata in circa 6-8 mesi.

Qualora i risultati delle suddette indagini confermassero le basi progettuali preliminari oggetto del presente documento, si stima che la rimozione dei suoli interessati dalla presenza di PCB e Furani possa essere completata in circa 6-8 mesi.

La progettazione e realizzazione dei sistemi di contenimento/risanamento *in situ* (impianti di SVE e BV), unitamente all'implementazione delle opere di mitigazione e controllo del potenziale rischio igienico-sanitario individuato, si stima possano essere completate in circa 6 mesi.

La valutazione della durata complessiva degli interventi di bonifica dei suoli mediante SVE e BV potrà essere effettuata dopo l'esecuzione di un periodo minimo di esercizio dei sistemi previsti pari a circa 2 anni, nel quale sarà monitorata l'evoluzione dello stato qualitativo della matrice sottoposta all'intervento.

15 STIMA PRELIMINARE DEI COSTI

In Tabella 15-1 è stata effettuata una stima \pm 30% dei costi complessivi relativi agli interventi descritti nel presente documento.

Dalla stima restano esclusi:

- oneri per la Direzione dei Lavori ai sensi della normativa vigente;
- oneri per la sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione lavori, che ammontano normalmente al 3-5% dell'importo complessivo dei lavori;
- oneri per la sostituzione/smaltimento dei carboni attivi;
- fornitura utilities (energia elettrica, acqua, ecc.);
- oneri per il collaudo/certificazione delle aree e smantellamento finale degli impianti.

Tabella 15-1: Stima preliminare dei costi

VOCE	ATTIVITÀ	COSTO [€]
A	Indagini integrative	
A1	Saggi e sondaggi integrativi	100.000
	TOTALE A	100.000
B	Test pilota SVE/BV	
B1	Esecuzione 2 test pilota SVE/BV	350.000
	TOTALE B	350.000
C	Attività bonifica	
C1	Scavi e smaltimenti	700.000
	TOTALE C	700.000
	TOTALE COMPLESSIVO	1.150.000

Allegato 1: Elaborati cartografici

BH-0216B-01-001-A3	Inquadramento generale del sito
BH-0216B-01-002-A2	Ubicazione dei sondaggi e dei top soil
BH-0216B-01-003-A3	Rappresentazione dell'andamento freaticometrico (Settembre 2006)
BH-0216B-01-004-A2	Rappresentazione dei superamenti delle CSR (D.Lgs. 152/06) a carico del suolo insaturo superficiale
BH-0216B-01-005-A2	Rappresentazione dei superamenti delle CSR (D.Lgs. 152/06) a carico del sottosuolo insaturo profondo
BH-0216B-01-006-A2	Ubicazione dei superamenti delle CSC (D.Lgs. 152/06) nel Top Soil a carico di PCB e Furani
BH-0216B-01-007-A2	Ubicazione degli interventi previsti sui contaminanti organici
BH-0216B-01-008-A2	Ubicazione dei punti di escavazione
BH-0216B-01-009-A3	Localizzazione campo prova area d'intervento 3 e 4
BH-0216B-01-010-A4	Schema planimetrico del campo prova di SVE/BV
BH-0216B-01-011-A4	Test Pilota di SVE/BV: schema realizzativo dei pozzi
BH-0216B-01-012-A4	Test Pilota di SVE/BV: schema realizzativo cluster

Marzo 2007

Rev. 0

Pag. 84 di 89

Polimeri Europa S.p.A.

Stabilimento di Mantova

Messa in sicurezza operativa dei suoli, ai sensi del D.Lgs. 152/06

Contratto FWIENV n° 1-BH-00216B

Allegato 2: Eccedenze rilevate rispetto alle CSC per PCB e Diossine/Furani

Tabella 2-a	Superamenti delle CSC (Tabella 2B del D.Lgs. 152/06) nei top soil a carico di PCB e Diossine/Furani
-------------	---

Allegato 3: Parametri di input e risultati dell'Analisi di Rischio

Tabella 3-a	Parametri di esposizione
Tabella 3-b	Parametri sito-specifici
Tabella 3-c	Parametri chimico-fisici delle sostanze
Tabella 3-d	Parametri tossicologici delle sostanze
Tabella 3-e	Concentrazioni Soglia di Rischio
Tabella 3-f	Definizioni

Le succitate tabelle sono tratte dal documento *"Analisi di Rischio igienico-sanitario ai sensi del D.Lgs. 152/06"*, preparato ed emesso da FWIENV nell'Ottobre 2006.

Allegato 4: Tabelle riassuntive delle eccedenze rilevate rispetto alle CSR

Tabella 4-a	Superamenti delle CSR a carico del suolo insaturo superficiale (esclusi PCB-Furani)
Tabella 4-b	Superamenti delle CSR a carico del sottosuolo insaturo profondo (esclusi PCB-Furani)

Allegato 5: Tabella degli interventi di gestione del rischio

Tabella 5-a	Interventi di gestione del rischio
-------------	------------------------------------

Allegato 6: Tecnologie di contenimento/risanamento del suolo/sottosuolo insaturo

Marzo 2007
Rev. 0
Pag. 89 di 89

Polimeri Europa S.p.A.
Stabilimento di Mantova
Messa in sicurezza operativa dei suoli, ai sensi del D.Lgs. 152/06

Contratto FWIENV n° 1-BH-00216B