

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

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA
SULLE ATTIVITA' DI INDAGINE
INTEGRATIVA AL PIANO DELLA
CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE

Contratto FWIENV n°1-BH-0216

INDICE

1.	INTRODUZIONE	8
1.1	PREMESSA.....	8
1.2	SCOPO DEL LAVORO.....	9
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	12
3.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	15
3.1	LOCALIZZAZIONE DELLO STABILIMENTO.....	15
3.2	IDROGRAFIA SUPERFICIALE.....	15
3.2.1	<i>Canale Diversivo.....</i>	<i>15</i>
3.2.2	<i>Canale di Presa.....</i>	<i>16</i>
3.2.3	<i>Canale Sisma.....</i>	<i>16</i>
3.2.4	<i>Rapporti idraulici tra corsi d'acqua e falda sospesa/principale</i>	<i>17</i>
3.3	ELEMENTI DI CLIMATOLOGIA.....	18
3.4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	18
3.5	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	19
3.5.1	<i>Falda superficiale o sospesa.....</i>	<i>20</i>
3.5.2	<i>Falda principale.....</i>	<i>20</i>
3.5.3	<i>Falda profonda.....</i>	<i>20</i>
3.6	PRINCIPALI ATTIVITÀ ED IMPIANTI DELLO STABILIMENTO	21
3.6.1	<i>Ricostruzione storica delle attività svolte</i>	<i>21</i>
3.6.2	<i>Impianti attivi</i>	<i>22</i>
3.6.3	<i>Utility e cicli produttivi.....</i>	<i>22</i>
3.6.4	<i>Individuazione delle Aree omogenee</i>	<i>23</i>
3.6.5	<i>Discarica esaurita.....</i>	<i>24</i>
4.	RICOSTRUZIONE DELLE SEZIONI STRATIGRAFICHE	25

5.	SINTESI DEI RISULTATI DEL PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE E DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO ACQUE (GIUGNO 2002-GENNAIO 2004)	31
5.1	INDAGINI RELATIVE AL PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE (ANNO 2002)	31
5.1.1	<i>Sintesi dei risultati analitici</i>	32
5.2	MONITORAGGIO ACQUE DI FALDA	34
5.3	CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO ACQUE	37
6.	INDAGINI INTEGRATIVE AL PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE (AGOSTO 2004-MAGGIO 2005)	39
6.1	DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI INDAGINE GEOGNOSTICA ESEGUITE	39
6.2	CRITERI PER IL PRELIEVO DI CAMPIONI DI TERRENO	40
6.2.1	<i>Set analitico completo, esclusi gli scavi superficiali</i>	40
6.2.2	<i>Scavi superficiali (PCB – Amianto – PCDD/PCDF)</i>	42
6.3	PROVE LEFRANC	42
6.4	POSA IN OPERA PUNTI DI RILIEVO IDROGRAFICO	45
6.5	RILIEVO TOPOGRAFICO	46
7.	CARATTERIZZAZIONE CHIMICO ANALITICA	47
7.1	PREMESSA	47
7.2	ESAME DELLE ECCELENZE (TUTTI I PARAMETRI, ESCLUSI PCB, PCDD/PCDF, AMIANTO)	50
7.3	ESAME DELLE ECCELENZE PER PCDD/PCDF, PCB, AMIANTO	54
7.4	CENERI DEL FORNO INCENERITORE	56
8.	MODELLO CONCETTUALE DEL SITO	58
8.1	CARATTERISTICHE AMBIENTALI ED IDROGEOLOGICHE DELL'AREA	58
8.1.1	<i>Terreno superficiale e di riporto</i>	58
8.1.2	<i>Primo livello impermeabile</i>	59
8.1.3	<i>Falda principale</i>	60
8.1.4	<i>Secondo livello impermeabile</i>	61
8.2	SOSTANZE CONTAMINANTI	61
8.2.1	<i>Premessa</i>	61
8.2.2	<i>Idrocarburi</i>	61

8.2.3	<i>Composti Organici Aromatici (BTEXS)</i>	62
8.2.4	<i>Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)</i>	62
8.2.5	<i>Composti Organoalogenati</i>	63
8.2.6	<i>Metalli</i>	63
8.2.7	<i>PCB</i>	63
8.2.8	<i>Diossine e Furani</i>	64
8.3	GRADO ED ESTENSIONE DELLA CONTAMINAZIONE	65
8.3.1	<i>Idrocarburi Totali</i>	65
8.3.2	<i>Idrocarburi Aromatici (BTEXS)</i>	66
8.3.3	<i>Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)</i>	66
8.3.4	<i>Composti Organoalogenati</i>	67
8.3.5	<i>Metalli</i>	67
8.3.6	<i>PCB</i>	68
8.3.7	<i>Diossine/Furani</i>	68
8.4	PERCORSI DI MIGRAZIONE DELLA CONTAMINAZIONE E VIE DI ESPOSIZIONE DEI POSSIBILI BERSAGLI	69
8.5	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA	69
8.6	MANUTENZIONE/CONTROLLO SERBATOI E ASTE FOGNARIE	72
9.	REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE (G.I.S.)	74

TABELLE

Tabella 2.1: Concentrazioni limite nei suoli per i parametri di interesse	13
Tabella 3.1: Cicli produttivi dismessi.....	21
Tabella 5.1: Sondaggi eseguiti per Aree omogenee.....	32
Tabella 5.2: Schema riassuntivo dei risultati relativi ai suoli	33
Tabella 5.3: Elenco dei piezometri da P.d.C.....	35
Tabella 6.1: Sondaggi eseguiti per Aree omogenee.....	40
Tabella 6.2: Criteri per il prelievo di campioni di terreno.....	41
Tabella 6.3: Risultati Prove Lefranc	44
Tabella 7.1: Parametri analitici ricercati nei suoli.....	47
Tabella 7.2: Schema riassuntivo dei risultati relativi ai suoli	51
Tabella 8.1: Opere di sbarramento idraulico.....	70
Tabella 8.2: Opere di emungimento	71

INDICE DEGLI ALLEGATI

ALLEGATO 1

- Figura 1:** Inquadramento generale del sito
- Figura 2:** Schema costruttivo Canale Diversivo
- Figura 2b:** Schema costruttivo Canale di Presa
- Figura 2c:** Zona indicata come potenzialmente interessata dalla presenza di ceneri del Forno Inceneritore
- Figura 3:** Planimetria con le tracce delle sezioni litostratigrafiche
- Figura 4:** Planimetria con l'ubicazione dei sondaggi integrativi eseguiti e dei campionamenti di *top soil*
- Figura 5:** Rete di monitoraggio delle acque di falda con l'ubicazione dei sistemi di messa in sicurezza in funzione
- Figura 6:** Planimetria dello Stabilimento con andamento della superficie piezometrica (Gennaio 2004) – stralcio della “*Relazione sulle attività della Quarta Campagna Unitaria e Concordata di monitoraggio acque*”

(Gennaio-Febbraio 2004)", Figura 1

- Figura 7a: Planimetria con l'ubicazione delle eccedenze nei suoli (2004/05)
- Figura 7b: Planimetria con l'ubicazione delle eccedenze nei suoli (2002 e 2004/05)
- Figura 8a: Eccedenze per Idrocarburi C<12 nei suoli (2004/05)
- Figura 8b: Eccedenze per Idrocarburi C<12 nei suoli (2002 e 2004/05)
- Figura 9a: Eccedenze per Idrocarburi C>12 nei suoli (2004/05)
- Figura 9b: Eccedenze per Idrocarburi C>12 nei suoli (2002 e 2004/05)
- Figura 10a: Eccedenze per Metalli nei suoli (2004/05)
- Figura 10b: Eccedenze per Metalli nei suoli (2002 e 2004/05)
- Figura 11a: Eccedenze per Composti Organici Aromatici nei suoli (2004/05)
- Figura 11b: Eccedenze per Composti Organici Aromatici nei suoli (2002 e 2004/05)
- Figura 12a: Eccedenze per PCDD/PCDF nei suoli (2004/05) – *top soil*
- Figura 12b: Eccedenze per PCDD/PCDF nei suoli (2002 e 2004/05) – *top soil*
- Figura 13a: Eccedenze per PCB nei suoli (2004/05) – *top soil*
- Figura 13b: Eccedenze per PCB nei suoli (2002 e 2004/05) – *top soil*
- Figura 14: Eccedenze per PCDD/PCDF nei suoli (2004/05) – 2°strato (10-50 cm)
- Figura 15: Eccedenze per PCB nei suoli (2004/05) – 2°strato (10-50 cm)
- Figura 16: Eccedenze per IPA, Composti Organoalogenati e Fenoli/Clorofenoli
- Figura 17: Planimetria dello Stabilimento con ubicazione dei serbatoi in esercizio e fuori esercizio

ALLEGATO 2

- Figura 1a: Sezione geologica A-A'
- Figura 1b: Sezione geologica B-B'
- Figura 1c: Sezione geologica C-C'
- Figura 1d: Sezione geologica D-D'
- Figura 1e: Sezione geologica I-I'
- Figura 1f: Sezione geologica II-II'
- Figura 1g: Sezione geologica III-III'
- Figura 1h: Sezione geologica IV-IV'
- Figura 2: Isopache della base della falda principale
- Figura 3: Spessore dello strato di riporto

ALLEGATO 3

Tabelle delle analisi chimiche dei suoli

ALLEGATO 4

Tabelle riassuntive delle eccedenze rinvenute

ALLEGATO 5

Stratigrafie dei sondaggi integrativi

Risultati Test Idraulici

ALLEGATO 6

Documentazione Fotografica

ALLEGATO 7

Schede punti di rilievo idrografico

ALLEGATO 8

Rilievo topografico

ALLEGATO 9

Rilievo topografico piezometri e pozzi

ALLEGATO 10

Certificati analitici dei suoli

1. INTRODUZIONE

1.1 Premessa

Su incarico e per conto di Polimeri Europa, Foster Wheeler Italiana S.p.A. – Environmental Division (di seguito denominata FWIENV) ha condotto, nel periodo Agosto 2004-Marzo 2005, attività di indagine volte alla ricostruzione del quadro geologico, idrogeologico ed ambientale delle aree di proprietà dello Stabilimento Polimeri Europa di Mantova.

Lo Stabilimento Polimeri Europa di Mantova rientra nella perimetrazione del sito di interesse nazionale “*Laghi di Mantova e Polo Chimico*”, così come definito dal Decreto Ministeriale del 7 Febbraio 2003 “*Perimetrazione del sito di interesse nazionale di <<Laghi di Mantova e Polo Chimico>>*”, pubblicato sulla G.U. n. 86 del 12 Aprile 2003.

Le attività di indagine sono state eseguite da FWIENV nell’ambito delle attività di caratterizzazione in corso nel sito, a seguito dell’approvazione del documento “*Piano di Caratterizzazione ambientale Rev. 3.0*”, redatto da FWIENV nel Febbraio 2002 (Atto comunale Prot. 5780/2002 del 11 Marzo 2002) e delle successive integrazioni richieste durante l’iter procedurale ai sensi del DM 471/99. In particolare la caratterizzazione integrativa è stata effettuata in ottemperanza a quanto prescritto dal Ministero dell’Ambiente nella Conferenza dei Servizi decisoria del 31 Maggio 2004 (Verbale Prot. n. 258 del 27 Giugno 2004), rispettando inoltre le prescrizioni della C.d.S. decisoria del 6 Agosto 2003 (Verbale Prot. n. 8082/RIBO/P/B del 8 Agosto 2003) e le indicazioni dell’ARPA di Mantova (Nota Prot. n. 73548/04 del 3 Giugno 2004).

I documenti di riferimento per la stesura del presente Rapporto Tecnico sono di seguito elencati:

- ⇒ “*Piano di Caratterizzazione ambientale – DM 471/99*” del Marzo 2001 e delle successive Rev. 2.0 del Settembre 2001 e Rev. 3.0 del Febbraio 2002;
- ⇒ “*Relazione Tecnica Descrittiva del Piano della Caratterizzazione, ai sensi del DM 471/99*” del Febbraio 2003;
- ⇒ “*Piano della Caratterizzazione: proposta di indagine per le Aree omogenee di proprietà*” del Luglio 2003;

- ⇒ *“Relazione sulle attività della Seconda Campagna Unitaria e Concordata di monitoraggio acque (Giugno-Luglio 2003)”* del Luglio 2003;
- ⇒ *“Nota Tecnica con le valutazioni alle osservazioni ed indicazioni del Servizio RIBO del Ministero dell’Ambiente - Verbale C.d.S. del 6/8/2003 Prot. n. 8082/RIBO/P/B”* dell’Ottobre 2003;
- ⇒ *“Relazione sulle attività della Terza Campagna Unitaria e Concordata di monitoraggio acque (Settembre-Ottobre 2003)”* del Novembre 2003;
- ⇒ *“Nota relativa alle attività propedeutiche alla parametrizzazione dell’acquifero – comunicazione del Comune di Mantova del 03/12/2003 (Prot. n. 25965/03)”* del Gennaio 2004;
- ⇒ *“Relazione sulla prova di emungimento preliminare eseguita sul pozzo DISF”* del Febbraio 2004;
- ⇒ *“Relazione sulle attività della Quarta Campagna Unitaria e Concordata di monitoraggio acque (Gennaio-Febbraio 2004)”* del Marzo 2004;
- ⇒ *“Messa in sicurezza del sito – Verifica della tenuta delle opere di sbarramento idraulico della falda”* redatto da Snamprogetti nel Luglio 2005.

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

Al riguardo, si sottolinea che le indagini sono state eseguite alla presenza e di concerto con i competenti Enti di controllo, che, in particolare, hanno provveduto a:

- ⇒ verifica dell’ubicazione in campo dei punti di indagine previsti;
- ⇒ prelievo in contraddittorio di campioni di terreno per la validazione dei risultati analitici ottenuti.

1.2 Scopo del lavoro

Il presente documento costituisce la Relazione Tecnica Descrittiva finale, redatta ai sensi dell’Allegato 4 del DM 471/99 (*“Criteri generali per la redazione del Progetto di Bonifica”*),

relativa alle attività di indagine ambientale eseguite da FWIENV nell'area in oggetto ed è da considerarsi integrativo alla "Relazione Tecnica Descrittiva del Piano della Caratterizzazione, ai sensi del DM 471/99" consegnato alle Pubbliche Autorità nel Febbraio 2003. Le attività di indagine eseguite sono consistite principalmente nell'esecuzione di:

- ⇒ n. 350 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti ad una profondità media di 10,00 m da piano campagna, per il prelievo di campioni di terreno avviati a successive analisi chimiche di laboratorio; n. 33 dei sondaggi eseguiti, sono stati approfonditi per il campionamento della parte basale dell'acquifero principale e dello strato a bassa permeabilità che ne costituisce il letto; su parte dei sondaggi eseguiti, distribuiti omogeneamente all'interno dello Stabilimento, si è proceduto inoltre al prelievo di campioni superficiali e subsuperficiali (fino alla profondità di 1,50 m da piano campagna), secondo la stratificazione descritta al successivo Capitolo 7, per la verifica della presenza di PCDD/PCDF, PCB ed Amianto;
- ⇒ n. 55 saggi esplorativi dedicati, eseguiti con attrezzatura manuale, spinti alla profondità di 10 cm da p.c., per il prelievo di campioni di terreno, avviati a successive analisi chimiche di laboratorio, per la determinazione di PCDD/PCDF; nel caso di rinvenimento di tali composti nel *top soil*, tali saggi sono stati approfonditi fino a 1,50 m da p.c., per il prelievo di ulteriori campioni di terreno, secondo la stratificazione descritta al successivo Capitolo 7;
- ⇒ n. 92 saggi esplorativi dedicati, eseguiti con attrezzatura meccanica, spinti alla profondità di 1,50 m da p.c., per il prelievo di campioni di terreno, secondo la stratificazione descritta al successivo Capitolo 7, avviati a successive analisi chimiche di laboratorio, per la determinazione di PCB;
- ⇒ n. 113 saggi esplorativi dedicati, eseguiti con attrezzatura manuale, spinti alla profondità di 10 cm da p.c., per il prelievo di campioni di terreno, avviati a successive analisi chimiche di laboratorio, per la determinazione di Amianto;
- ⇒ n. 32 prove Lefranc in foro;
- ⇒ posa in opera di n. 9 punti di rilievo idrografico lungo i corpi idrici superficiali presenti all'interno ed ai confini dello Stabilimento;
- ⇒ realizzazione di un rilievo plano-altimetrico di dettaglio dei sondaggi/saggi e dei punti di rilievo idrografico.

Lo scopo del presente documento, in base alle prescrizioni indicate nel DM 471/99, è di:

- ⇒ raccogliere tutti i dati e le informazioni utili già esistenti sul sito in oggetto;
- ⇒ riassumere i risultati delle indagini geognostiche e dei campionamenti d'acqua già eseguiti nel sito nell'ambito del Piano della Caratterizzazione (per maggiori dettagli, si vedano i documenti indicati nel Paragrafo precedente);
- ⇒ descrivere i risultati della presente campagna di indagine integrativa, verificare la congruenza ai dati precedentemente rilevati e definire, confermare ed integrare i dati relativi alle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del sito in esame;
- ⇒ identificare la tipologia e la distribuzione delle non conformità individuate nelle varie componenti ambientali dell'area in oggetto (Modello Concettuale del sito);
- ⇒ realizzare una banca-dati informatizzata per permettere, come richiesto dal DM 471/99, la precisa archiviazione di tutti i dati relativi al sito ed all'ambiente circostante, garantire la veloce interrogazione dei dati e la realizzazione di mappe tematiche ed infine definire l'evoluzione temporale dei fenomeni di inquinamento eventualmente presenti;
- ⇒ ricavare informazioni utili per individuare ed indirizzare eventuali approfondimenti di indagine;
- ⇒ fornire le basi progettuali di riferimento per la stesura del Progetto Preliminare di Bonifica, da redigere ai sensi del DM 471/99.

In particolare, nella presente relazione sono riportati:

- ⇒ i risultati delle indagini geognostiche ed idrogeologiche effettuate nel sito in oggetto;
- ⇒ i risultati delle analisi di laboratorio;
- ⇒ la mappatura della qualità dei suoli all'interno delle aree investigate;
- ⇒ la ricostruzione del Modello Concettuale del sito.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le prescrizioni di legge relative alla stesura del Piano della Caratterizzazione di un sito, e della relativa Relazione Tecnica Descrittiva, sono contenute nel Decreto Ministeriale n. 471 del 25 Ottobre 1999 “*Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell’Art .17 del Decreto Legislativo 5 Febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni*”.

Tale Decreto definisce, in relazione alla specifica destinazione d’uso del sito, due livelli di bonifica, cui corrispondono diversi limiti tabellari (Allegato 1 del DM 471/99) per le concentrazioni massime ammissibili degli inquinanti organici ed inorganici nel terreno, oltrepassati i quali è necessario procedere ad un intervento di messa in sicurezza, bonifica e ripristino ambientale. I valori di concentrazione limite accettabili per le sostanze presenti nel suolo e sottosuolo si differenziano per siti ad uso:

⇒ verde pubblico, verde privato e residenziale (colonna A);

⇒ industriale e commerciale (colonna B).

Qualora i suddetti limiti non possano essere raggiunti nonostante l’applicazione, secondo i principi della normativa comunitaria, delle migliori tecnologie disponibili a costi sostenibili, l’Autorità competente può autorizzare progetti di “bonifica con misure di sicurezza e ripristino ambientale” od “interventi di messa in sicurezza permanente e ripristino ambientale” che garantiscano, comunque, la tutela ambientale e sanitaria. Nel primo caso, i valori di concentrazione residua ammissibili (obiettivi di bonifica) saranno determinati in base ad una metodologia di analisi di rischio riconosciuta a livello nazionale ed internazionale.

Per i campioni di terreno prelevati nell’area in esame, sono stati considerati come valori limite di riferimento quelli relativi ad un uso del suolo di tipo industriale/commerciale (Allegato 1 DM 471/99 – Tabella 1 colonna B), essendo lo Stabilimento un sito industriale attivo.

Tabella 2.1: Concentrazioni limite nei suoli per i parametri di interesse

SOSTANZA	LIMITE DM 471/99 - SITI AD USO INDUSTRIALE (mg/kg)
<u>Metalli</u>	
Se	15
Sb	30
As	50
Hg	5
Cd	15
Co	250
Be	10
Cr	800
Pb	1000
Zn	1500
V	250
Tl	10
Cu	600
Ni	500
Sn	350
Cr VI	15
Cianuri Liberi	50
<u>Composti Organici Aromatici</u>	
Benzene	2
Toluene	50
Etilbenzene	50
Xilene (para)	50
Stirene	50
Idrocarburi < C12	250
Idrocarburi > C12	750
<u>IPA</u>	
Benzo (a) antracene	10
Benzo (a) pirene	10
Benzo (b) fluorantene	10
Benzo (k) fluorantene	10
Benzo (g,h,i) perilene	10
Crisene	50
Dibenzo (a) pirene	10

SOSTANZA	LIMITE DM 471/99 - SITI AD USO INDUSTRIALE (mg/kg)
Dibenzo (a,h) antracene	10
Indenopirene	5
Pirene	50
Sommatoria IPA (da 25 a 34)	100
<u>Fenoli Non Clorurati</u>	
Metilfenolo (o-,m-,p-)	25
Fenolo	60
<u>Fenoli Clorurati</u>	
2-clorofenolo	25
2,4-diclorofenolo	50
2,4,6-triclorofenolo	5
Pentaclorofenolo	5
<u>P.C.B</u>	
P.C.B.	5
<u>Diossine/Furani</u>	
Diossine/Furani (P.C.DD/P.C.DF)	1x10 ⁻⁴
<u>Amianto</u>	
Amianto	1000
<u>Alifatici Clorurati Cancerogeni e Non</u>	
Clorometano	5
Diclorometano	5
Triclorometano	5
Cloruro di Vinile	0,1
1,2-Dicloroetano	5
1,1-Dicloroetilene	1
1,2-Dicloropropano	5
1,1,2-Tricloroetano	15
Tricloroetilene	10
1,2,3-Tricloropropano	1
1,1,2,2-Tetracloroetano	10
Tetracloroetilene (P.C.E)	20
1,1-Dicloroetano	30
1,2-Dicloroetilene	15
1,1,1-Tricloroetano	50

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

3.1 Localizzazione dello Stabilimento

L'area sede dello Stabilimento è situata nella pianura alluvionale del Fiume Mincio, a SudEst dell'abitato di Mantova. Lo Stabilimento si trova in località Frassine, ed è ubicato interamente nel territorio comunale di Mantova, come illustrato nella Figura 1 dell'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, ad integrazione di quanto descritto nei precedenti documenti, 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 (schema costruttivo in Allegato 1, Figura 2a - Magistrato alle Acque, Ufficio del Genio Civile di Mantova), 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 bypassato 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.

3.2.2 Canale di Presa

Il Canale di Presa viene utilizzato dallo Stabilimento per l'emungimento dal Mincio di circa 90.000.000 m³/anno di acqua, 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% (lo schema costruttivo, tratto dall'Archivio di Stabilimento (Disegno del 17/06/1957, è in Allegato 1, Figura 2b).

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 (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 and 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);

ed ai successivi documenti redatti nel 2004-2005:

- ⇒ *“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”*, Battelle Institute di Ginevra (Luglio 2005).

3.2.4 Rapporti idraulici tra corsi d'acqua e falda sospesa/principale

Al fine di definire i rapporti idraulici tra la falda principale ed i vari corsi d'acqua superficiali presenti nell'intorno e all'interno dello Stabilimento, si è provveduto a:

- ⇒ verifica dei punti di rilievo idrografico già esistenti;
- ⇒ messa in opera di n. 9 ulteriori punti di rilievo idrografico (vedi Paragrafo 6.4);
- ⇒ realizzazione di n.13 piezometri (DIV1-DIV13) lungo il lato prospiciente il Canale Diversivo.

Dai dati degli ultimi studi effettuati si deduce che il Canale di Presa ed il Canale Sisma risultano praticamente isolati dalla falda principale, a causa delle impermeabilizzazioni artificiali o naturali (sedimenti) presenti sul fondo e sulle sponde degli stessi.

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, in particolare.

- ⇒ gli inverni sono rigidi (T media di Gennaio compresa fra 0°C e 2°C) e le 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;
- ⇒ la 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;
- ⇒ l'umidità relativa 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:

- ⇒ falda superficiale o sospesa;
- ⇒ falda principale;

⇒ falda profonda.

3.5.1 Falda superficiale o sospesa

I sondaggi eseguiti hanno evidenziato la presenza di orizzonti superficiali, costituiti da terreni eterogenei di riporto a granulometria argilloso-limosa e talvolta sabbioso-limosa, ove si riscontrano locali accumuli idrici sotterranei discontinui (denominati, per comodità, seppur impropriamente, falda superficiale o sospesa), legati alla variabilità stagionale degli afflussi meteorici. La falda superficiale non presenta caratteristiche di apprezzabile continuità, limitandosi ad aree circoscritte dello Stabilimento, più permeabili, e spesso prive di flussi significativi.

3.5.2 Falda principale

E' presente su tutta l'area una falda principale, rinvenibile mediamente da 4,00 a 8,00 metri da piano campagna 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 piano di campagna, 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), il PR1 (produzione tetramero) e l'unità di purificazione benzolo (CR12).

Tabella 3.1: Cicli produttivi dismessi

Impianto/processo	Data di dismissione
Cloro-soda	1991
anidride maleica (PA5)	1992
Cracking	1982
Impianti di stirolo monomero (ST1, ST3)	1980-1990
impianti di polistirolo a ciclo discontinuo (ST5, ST8, ST9, ST10)	1980-1990
DL1	1991

Impianto/processo	Data di dismissione
CR12	1991
PR5/A	1997
PR1	1982

Attualmente nello Stabilimento di Mantova sono operative le società Polimeri Europa (divisioni stirenici ed intermedi), EniPower, SOL e SYNDIAL.

3.6.2 Impianti attivi

Polimeri Europa è presente con gli impianti di produzione, le utilities e le aree destinate allo stoccaggio, a far data da Gennaio 2002 (cessione del relativo ramo d'azienda da parte di EniChem S.p.a). Le materie prime in entrata sono etilene, benzene, cumene, acrilonitrile e gomma. Le vie di approvvigionamento sono costituite da pipelines, ferrovia, strada e fiume.

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

3.6.3 Utility e cicli produttivi

Nello Stabilimento sono presenti i seguenti servizi:

- ⇒ impianto d'acqua demineralizzata;
- ⇒ acqua di raffreddamento;
- ⇒ centrali termoelettriche (EniPower);
- ⇒ impianto biologico a fanghi aerobici;
- ⇒ forno inceneritore;
- ⇒ frazionamento aria (SOL).

I cicli produttivi di Polimeri Europa 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

Lo Stabilimento è stato suddiviso, ai fini della caratterizzazione ambientale del sottosuolo, in accordo con gli Enti pubblici competenti, in 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 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. Si deve precisare che ogni Area omogenea non va intesa come un sistema con caratteristiche litologiche, stratigrafiche, idrogeologiche e di inquinamento uniformi all’interno del suo perimetro.

La proprietà di Polimeri Europa è limitata alle aree elencate nel seguito:

- ⇒ C: Produzione intermedi;
- ⇒ E: ex impianto Clorosoda;
- ⇒ H: ex Cracking;
- ⇒ I: produzione polistiroli;
- ⇒ K: produzione stirolo monomero;
- ⇒ L: Uffici e magazzini;
- ⇒ M: Inceneritore e zona B+I;
- ⇒ N: Impianto biologico;
- ⇒ O2: Aree non interessate dalla presenza di impianti/infrastrutture;
- ⇒ P: Parco serbatoi;
- ⇒ R2: Vasche emergenza oleosa;

¹ Tipi di polistirolo: polistirene cristallo, antiurto, espandibile, copolimeri SAN, termopolimeri ABS.

- ⇒ S2: Darsena;
- ⇒ V: Zona "Valletta" Cavo San Giorgio;
- ⇒ X: Canale Sisma.

3.6.5 Discarica esaurita

All'interno dello Stabilimento Polimeri Europa 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. RICOSTRUZIONE DELLE SEZIONI STRATIGRAFICHE

Allo scopo di raccogliere maggiori informazioni sulla struttura geologica del sottosuolo nell'area dello Stabilimento, si sono eseguite delle sezioni litostratigrafiche ritenute d'interesse, sulla base di tutte le informazioni derivanti dalle campagne di indagini geognostiche attuali e pregresse.

Le direzioni delle tracce delle sezioni, fanno riferimento al Nord convenzionale (Nord di Stabilimento), che risulta spostato di circa 56° verso Est rispetto a quello geografico.

Sono state definite otto sezioni, di cui quattro (I-I', II-II', III-III', IV-IV') con direzione Ovest-Est, e quattro (A-A', B-B', C-C', D-D') con direzione Nord-Sud, in modo tale da intersecarsi e formare così una maglia che possa ricoprire la quasi totalità dell'area indagata (Allegato 1, Figura 3). Nella ricostruzione delle sezioni stratigrafiche, si è scelto di privilegiare le informazioni derivanti dai sondaggi più profondi (superiori a 15 metri da p.c.), al fine di avere una migliore definizione dell'andamento della base dell'acquifero principale. I sondaggi superficiali sono stati principalmente utilizzati a carattere integrativo, nei punti dove la correlazione tra i vari strati risultava più dubbia, vista la variabilità laterale che caratterizza i terreni superficiali.

L'analisi delle colonne stratigrafiche dei sondaggi geognostici eseguiti, ha consentito di suddividere i terreni presenti in n. 5 litologie; tali suddivisioni sono state effettuate principalmente in base alle caratteristiche granulometriche dei depositi. A seguito vengono riportate le litologie presenti in legenda:

- ⇒ terreni di riporto;
- ⇒ sabbie limose/limi sabbiosi;
- ⇒ limi argillosi;
- ⇒ sabbie (acquifero principale);
- ⇒ argille e torbe (che costituiscono l'acquicludo o base dell'acquifero).

Dall'analisi delle sezioni, si evince che il terreno è prevalentemente caratterizzato, dal punto di vista granulometrico, da sabbie medio/fini e da limi-sabbiosi, in carattere subordinato da lenti limose argillose, talvolta torbose.

In profondità si può individuare uno strato impermeabile, costituito da limo-argilloso e argilla con torbe. Tale strato impermeabile costituisce la base dell'acquifero principale costituito da un potente strato sabbioso, dello spessore di circa 25-30 m, e solo localmente interessato da sottili intercalazioni limose/argillose. Tali intercalazioni, pur assumendo talvolta uno spessore maggiore, non mostrano una significativa continuità laterale.

Sezione I-I'

La sezione in esame si estende in direzione Ovest-Est lungo la porzione meridionale dello Stabilimento, correlando i sondaggi SD507, SD514, SD551, SD392, SD397 SD315, SD345, SD297, SD290. Essa attraversa le seguenti Aree omogenee: L, I, P ed R2 (Allegato 2, Figura 1e).

La profondità massima raggiunta è di 38,00 m da piano campagna, riferita al sondaggio SD514, a cui corrisponde anche la profondità massima dello strato impermeabile, base dell'acquifero (34,00 m). Tale acquifero è costituito da sabbie medie di colore grigio e bruno, con una permeabilità k dell'ordine di 10^{-5} m/s, misurata mediante prove a carico variabile Lefranc (SD507, SD514, SD551, SD315).

Lo spessore delle sabbie tende a diminuire verso Est, accompagnato da un ispessimento dello strato limoso/argilloso sottostante, e dalla comparsa di livelli torbosi via via più evidenti. Superficialmente, in corrispondenza e nelle immediate vicinanze dell'argine principale del Canale Collettore Generale (Sisma), si nota la presenza di terreno di riporto (3,00 m per il sondaggio SD297).

Sezione II-II'

La sezione II-II' si estende parallelamente alla precedente, correlando i sondaggi SD497, SD518, SD456, SD412, SD299, SD310, SD326, SD334. La sezione attraversa le seguenti Aree omogenee: L, K, H, I e P (Allegato 2, Figura 1f).

La profondità massima raggiunta è di 35,00 m nel sondaggio SD518, in cui si riscontra la profondità massima della base dell'acquifero principale in sezione, a 32,50 m da p.c..

La base dell'acquifero è costituita da limi e limi-argillosi con alcune lenti torbose-argillose. In accordo con la sezione precedente, lo spessore delle sabbie alloggianti la falda principale, si assottiglia verso Est e le sue caratteristiche di permeabilità sono in accordo

con quelle riportate per la sezione I-I' (k dell'ordine di 10^{-5} m/s, misurata in SD497, SD518 e SD412).

In superficie, al di sopra dello strato sabbioso, si colloca uno strato di spessore pressochè costante pari a circa 6,00 m, di limi sabbiosi con lenti di argilla di spessore metrico e di limitata continuità laterale. Localmente si rinviene in superficie, uno spessore di terreno riportato o rimaneggiato fino a profondità di 2,00-2,50 m.

Sezione III-III'

La sezione si estende sempre in direzione Ovest-Est, correlando i sondaggi SD506, SD469, SD472, SD425, SD265, SD272, attraversando le seguenti Aree omogenee: O1, K, C, O2, P (Allegato 2, Figura 1g).

La profondità massima raggiunta dalle perforazioni è pari a 38,00 m da p.c. per il SD 506, dove si rinviene la base dell'acquifero principale a 35,60 m da p.c., costituita da limi argillosi e locali lenti di torba.

Come per le sezioni precedenti, lo spessore dello strato di sabbie grigie e brune diminuisce da Ovest verso Est. In corrispondenza del sondaggio SD469 si nota la presenza di una lente argillosa dello spessore di almeno 3 m, alla profondità di 21,50 m da p.c.. Tale lente non mostra continuità laterale dal momento che non si è ritrovata nei sondaggi adiacenti (SD506 e SD472).

Al di sopra delle sabbie si trovano depositi fini costituiti da limi sabbiosi, e nella parte centrale dell'area, da argille e limi argillosi con uno spessore variabile tra 1 m e 5 m.

Sezione IV-IV'

La sezione IV-IV' si estende in direzione Ovest-Est, lungo il confine settentrionale dell'area indagata, correlando i sondaggi SD600, SD424, SD368, SD434, SD261, SD263 e attraversando le seguenti Aree omogenee: O2, C, P (Allegato 2, Figura 1h).

La profondità massima raggiunta è relativa al sondaggio SD424, spinto fino a 44,00 m da p.c., che individua la base dell'acquifero principale a 41,50 m.

La permeabilità dell'acquifero principale è stata misurata mediante prove a carico variabile Lefranc, all'interno dello strato sabbioso, che presenta un coefficiente di permeabilità k variabile tra 10^{-4} e 10^{-5} m/s.

In superficie è presente uno strato di limi sabbiosi dello spessore massimo di 6 m, e lenti limoso argillose che, nel settore più orientale, mostrano buona continuità e spessori metrici. Nel settore occidentale si nota la presenza di spessori metrici di terreni di riporto a granulometria per lo più sabbiosa e ghiaiosa.

Sezione A-A'

La sezione considerata si estende in direzione Nord-Sud, parallelamente al confine Ovest dello Stabilimento. I sondaggi interessati dalla correlazione sono SD600, SD469, SD518, SD514, le Aree omogenee interessate sono la O2, K e L (Allegato 2, Figura 1a).

La base dell'acquifero è compresa tra le profondità di 28,00 m da p.c. (SD600) e 34,00 m da p.c. (SD514). In corrispondenza del sondaggio SD469, alla profondità di 21,50 m da p.c., si nota la presenza di una lente argillosa dello spessore di almeno 3 m. Tale lente non mostra continuità laterale dal momento che non si è ritrovata nei sondaggi adiacenti (SD600 e SD518).

Lungo questa sezione lo strato di sabbie medie e grigie mantiene uno spessore costante superiore a 20 m.

I depositi fini superficiali sono costituiti da limi sabbiosi, prevalenti a Nord, che si interdigitano con limi argillosi a sud, il tutto mantiene uno spessore costante pari a circa 6 m. Localmente si rinvencono terreni di riporto e/o sabbie sciolte nei primi 2 m di profondità da p.c.

Sezione B-B'

La sezione B-B' si sviluppa partendo dal limite Nord dello Stabilimento, in corrispondenza del sondaggio SD424, verso Sud fino al sondaggio SD551, correlando i sondaggi SD595 e SD456 e attraversando le Aree omogenee C, K e L (Allegato 2, Figura 1b).

La base dell'acquifero, in corrispondenza del sondaggio SD424, si trova ad una profondità di 41,50 m da p.c. m e risale in direzione sud, fino a 30,00 m da p.c. (SD456, SD551); è costituita da strati di argille e limi argillosi con lenti di torbe e, in corrispondenza del punto SD595, presenta un graduale passaggio alle sabbie sovrastanti, attraverso una lente limoso sabbiosa fine, dello spessore di circa 5 m.

L'acquifero principale, costituito da sabbie medie omogenee, presenta permeabilità k dell'ordine di 10^{-4} m/s (prova Lefranc eseguita in SD595), mentre una permeabilità k

dell'ordine di 10^{-6} m/s è stata misurata in SD551; tale valore è probabilmente dovuto ad una maggiore presenza di materiale fine associato alle sabbie dell'acquifero.

I depositi superficiali sono anche qui costituiti da alternanze di sabbie limose e limi argillosi per uno spessore variabile da 6 m a Nord, a 8-9 m a Sud.

Sezione C-C'

La sezione C-C' correla i sondaggi SD368, SD425, SD412, SD392, SD364, con direzione prevalente Nord-Sud. Le Aree omogenee interessate dalla traccia della sezione sono: C, O₂, H, I, N, M (Allegato 2, Figura 1c).

La profondità massima raggiunta dai sondaggi è di 35,00 m, in corrispondenza ai sondaggi SD368 e SD412.

Anche in questa sezione si può notare come lo spessore delle sabbie brune e grigie sia maggiore nel settore settentrionale (circa 27 m) per poi assottigliarsi notevolmente verso sud (12 m).

La permeabilità k dei depositi sabbiosi, sempre stimata mediante prove a carico variabile, è compresa tra gli ordini di grandezza di 10^{-4} m/s e 10^{-5} m/s.

La base dell'acquifero è costituita da limi argillosi e limi in senso stretto, con alcune sottili lenti di torba

In superficie si nota la presenza di depositi prevalentemente limoso sabbiosi con una lente sabbiosa di spessore metrico, evidente e continua nel settore meridionale.

In corrispondenza del sondaggio SD364 è presente terreno di riporto per uno spessore stimato di circa 2 m.

Sezione D-D'

La sezione correla i sondaggi SD265, SD282, SD310, SD345, con una direzione complessiva NO-SE. Interessa le Aree omogenee O₂, I e P (Allegato 2, Figura 1d).

I sondaggi si sono spinti fino ad un massimo di 27,00 m ed hanno individuato anche in questo caso una risalita della base dell'acquifero principale, spostandosi verso SudEst.

La profondità massima rilevata per le sabbie marroni e grigie è di 26,0 m (SD 265), quella minima è pari a circa 16,0 m da p.c. in corrispondenza di SD345.

In corrispondenza del sondaggio SD282 si nota la presenza di una lente argillosa dello spessore di 2 m, alla profondità di 14,40 m da p.c. Tale lente non mostra continuità laterale dal momento che non si è ritrovata nei sondaggi adiacenti (SD265 e SD310).

La base dell'acquifero è costituita da limi argillosi e argille con torbe localmente associati a soprastanti limi sabbiosi pseudocoesivi (SD345).

I depositi fini superficiali sono dati prevalentemente da limi sabbiosi alternati a livelli limoso argillosi di spessore limitato, che tuttavia mostrano una notevole continuità laterale.

Un notevole spessore di terreni di riporto è presente in corrispondenza del sondaggio SD345, presumibilmente da correlarsi alla riprofilatura dell'argine del Canale Collettore Generale (Sisma).

5. SINTESI DEI RISULTATI DEL PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE E DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO ACQUE (GIUGNO 2002-GENNAIO 2004)

5.1 Indagini relative al Piano della Caratterizzazione (anno 2002)

Nell'ambito delle attività del Piano della Caratterizzazione, si è provveduto al campionamento ed analisi dei suoli e delle acque di falda, attraverso l'esecuzione delle seguenti attività:

- ⇒ n. 106 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti ad una profondità media di 10,00-15,00 m da piano campagna, per il prelievo di un totale di n. 368 campioni di terreno; n. 20 dei sondaggi eseguiti, sono stati approfonditi per il campionamento della parte basale dell'acquifero principale e dello strato a bassa permeabilità che ne costituisce il letto;
- ⇒ dei n. 106 sondaggi geognostici, n. 6 sono stati attrezzati a piezometri da 4" per il monitoraggio della falda principale nella parte superiore, n. 1 è stato attrezzato per il monitoraggio della stessa nella parte inferiore ad integrazione della rete di monitoraggio della falda esistente;
- ⇒ n. 47 scavi esplorativi, eseguiti con attrezzatura manuale, spinti a profondità non superiori a 10-20 cm da p.c., per il prelievo di n. 47 campioni di terreno, avviati a successive analisi chimiche di laboratorio per la determinazione di Diossine/Furani e PCB;
- ⇒ n. 1 saggio esplorativo, in Area M, eseguito con escavatore e spinto alla profondità di circa 1,00 m da p.c., per il prelievo di n. 1 campione di terreno, avviato a successive analisi chimiche di laboratorio, per la determinazione dei parametri Metalli, PCDD/PCDF e PCB.

La seguente Tabella 5.1 elenca il numero dei sondaggi eseguiti, suddivisi per Aree omogenee.

Tabella 5.1: Sondaggi eseguiti per Aree omogenee

Area	C	E	H	I	K	L	M	N	O ₂	P	R ₂	S ₂	V
Sondaggi	15	9	7	5	14	16	2	2	6	17	1	2	4
Piezometri falda principale (parte superficiale)				2		1			1	2			
Piezometri falda principale (parte profonda)						1							
Totale Sondaggi	15	9	7	7	14	17	2	2	7	19	1	2	4

5.1.1 Sintesi dei risultati analitici

I dati analitici mostrano che i superamenti ai limiti previsti dal DM 471/99 per suoli a destinazione d'uso industriale, riguardano soprattutto i parametri Idrocarburi C<12 e C>12. In generale, si possono trarre le seguenti conclusioni:

- ⇒ circa l'80% dei sondaggi eseguiti, risulta conforme ai limiti previsti dal DM 471/99 per tutti i parametri analitici ricercati. I restanti sondaggi presentano eccedenze per almeno uno dei parametri ricercati.
- ⇒ considerando il totale dei campioni di terreno analizzati, si deduce che circa il 90% degli stessi risulta conforme ai limiti previsti dal DM 471/99 per i parametri ricercati.

Le percentuali di campioni prelevati non conformi per i parametri di interesse sono riassunte nella seguente Tabella 5.2, mentre in Figura 7b dell'Allegato 1 è riportata la distribuzione delle eccedenze rinvenute.

Tabella 5.2: Schema riassuntivo dei risultati relativi ai suoli

Parametri	n. di campioni prelevati	n. di campioni non conformi al DM 471/99	% di campioni non conformi al DM 471/99
BTEXS	368	10	2,72%
Idr. C<12	368	20	5,43%
Idr. C>12	368	16	4,35%
Idrocarburi Policiclici Aromatici	368	0	0,00%
Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni e non	368	1	0,27%
Composti Alifatici Alogenati Cancerogeni	368	0	0,00%
Clorobenzeni	368	0	0,00%
Fenoli e Clorofenoli	368	0	0,00%
Arsenico	368	2	0,54%
Mercurio	368	6	1,63%
Vanadio	368	1	0,27%

Le analisi effettuate sui campioni di terreno prelevati hanno evidenziato che le eccedenze più rilevanti relative agli Idrocarburi leggeri (C<12) erano localizzate nelle Aree C, H e N (Allegato 1, Figura 8b), mentre gli Idrocarburi pesanti (C>12) presentavano le maggiori eccedenze in corrispondenza delle aree P, R2 e N (Allegato 1, Figura 9b). Per quanto riguarda i Composti Aromatici (BTEXS), si riscontravano non conformità nelle Aree omogenee H e K; il Benzene presentava eccedenze anche in area N, l'Etilbenzene nelle Aree V e R2 (Allegato 1, Figura 11b).

Le aree E, I, L, M, O2 e S2 non erano risultate interessate dalla presenza di eccedenze per Idrocarburi C<12, così come le Aree omogenee C, E, H, K, L, M, O2 e S2 per gli Idrocarburi C>12. Infine le Aree omogenee C, E, I, L, M, O2, P e S2 non presentavano campioni di terreno con concentrazioni di Composti Aromatici eccedenti i limiti fissati dal DM 471/99.

Per quanto riguarda i Metalli, le eccedenze sono risultate limitate ai parametri Mercurio, Arsenico e Vanadio (Allegato 1, Figura 10b).

In corrispondenza dei 20 saggi effettuati per la ricerca di Diossine e Furani (espressi in Equivalente di Tossicità), eseguiti in due aree, una a maglia 250x250 m e l'altra 400x400 m, individuate di concerto con le Autorità di controllo, i dati analitici hanno mostrato superamenti ai limiti previsti dal DM 471/99 su n. 3 campioni di terreno del *top soil*, SC-D-03, SC-D-09, SC-D-015 (Allegato 2, Figura 12b), rispettivamente in corrispondenza di:

- ⇒ Area E (Ex clorosoda);
- ⇒ Area I (Produzione polistiroli);
- ⇒ Area P (Parco Serbatoi).

In corrispondenza invece dei 27 scavi per la ricerca del parametro PCB (Policlorobifenili), effettuati in localizzazioni mirate e concordate con gli Enti competenti (presso le cabine di trasformazione elettrica, come in Allegato 1, Figura 13b), i dati analitici hanno mostrato superamenti ai limiti normativi su n. 11 saggi (circa il 40% del totale).

5.2 Monitoraggio acque di falda

Il monitoraggio delle acque di falda presso lo Stabilimento di Mantova ha previsto l'esecuzione di 4 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 e Febbraio 2004. Tali monitoraggi hanno contemplato l'esecuzione, in corrispondenza dei n. 67 piezometri indicati nella Tabella 5.3, delle seguenti operazioni:

- ⇒ rilievo freaticometrico;
- ⇒ realizzazione di diagrafie (limitatamente alla I ed alla II Campagna di monitoraggio);
- ⇒ campionamento acque.

Preliminarmente, si è proceduto ad un rilievo atto alla verifica della soggiacenza della falda freatica e dell'eventuale presenza di prodotto in galleggiamento. Nel caso di presenza di surnatante nei piezometri, ne è stato misurato lo spessore mediante sonda interfaccia e, solo nel corso della I Campagna, se n'è proceduto al campionamento mediante campionatore di superficie (bailer).

Dopo la misura del livello freaticometrico, si è proceduto allo spurgo dei piezometri mediante pompa sommersa con portata non superiore a 5 l/min, fino alla completa chiarificazione delle acque emunte ed alla stabilizzazione dei parametri chimico-fisici della falda:

- ⇒ pH;
- ⇒ temperatura;
- ⇒ conducibilità elettrica;
- ⇒ Ossigeno Disciolto;
- ⇒ potenziale RedOx.

Tabella 5.3: Elenco dei piezometri da P.d.C.

Area	Falda principale	Falda sospesa	Falda profonda	N. piezometri	Competenza
A	28			1	SOL/Polimeri Europa
C	P26, PRP1, PR100		33	4	Polimeri Europa
E	CS1, CS2, CS3, CS5, CS6			5	Polimeri Europa
H	PR5, PR6			2	Polimeri Europa
I	SD072, SD112, BP11, BP12			4	Polimeri Europa
K	3, 7, 40, 46, 6			5	Polimeri Europa
L	Z, 11, 27, 37, 45, SD149A, SD149C, 36, 42		34, 35	11	Polimeri Europa
M	BP9, N, BP10	EC1, FC1		5	Polimeri Europa
N	Q			1	Polimeri Europa
O2	SD246		32	2	Polimeri Europa
P	101, 102, 107, DIS1, DIS100, PIPE2, PZFW1, SD099, P1418, PS1, DIS2, DIS5, DIS16, DISC, DISG, DISH	D, D1, D2		19	Polimeri Europa
R2	18			1	Area Demaniale
S2	F			1	Polimeri Europa
V	SG7, VP5, VP6, PSG7	SG2, SG5, SG6		7	Polimeri Europa

Il campionamento dinamico delle acque è stato eseguito al termine dello spurgo, ponendo la pompa sommersa a circa metà del tratto fenestrato e comunque mantenendola almeno 1,00 m sopra il fondo del pozzo. Per i piezometri che si sono prosciugati nel corso delle operazioni di spurgo, si è proceduto al campionamento degli stessi mediante bailer monouso, come da indicazioni dell'ARPA di Mantova contenute nel Verbale della Conferenza dei Servizi del 6/8/2003 (Prot. n. 8082/RIBO/P/B).

Per tutte le campagne di monitoraggio eseguite, i parametri determinati sono stati i seguenti:

- ⇒ Metalli (Al, As, Cd, Cr Totale, Cr VI, Fe, Hg; Ni, Pb, Cu, Zn, Se, V, Mn);
- ⇒ Cianuri Liberi;
- ⇒ Idrocarburi espressi come n-Esano;
- ⇒ BTEXS + Cumene;
- ⇒ Composti Alifatici Cancerogeni e non, con aggiunta di 1,1,1-Tricloroetano, Diclorometano, Tetraclorometano;
- ⇒ Idrocarburi Policiclici Aromatici;
- ⇒ Fenoli e Clorofenoli.

Come richiesto dalle Autorità competenti, in alcune campagne sono stati aggiunti rispettivamente i seguenti parametri:

- ⇒ nel corso della Prima Campagna di monitoraggio, MTBE su tutti i piezometri;
- ⇒ durante la Seconda Campagna di monitoraggio (Giugno 2003), Acetone sui piezometri denominati PR6, BP11, 46, SD112 e SD072;
- ⇒ durante la Terza Campagna di monitoraggio (Ottobre 2003), PCB e PCDD/PCDF su n. 16 piezometri (7, 28, 37, 45, 101, 102, 107, BP12, CS3, F, N, PIPE2, PR6, PZFW1, VP6 e Z), Acetonitrile ed Acrilonitrile su tutti i piezometri.

Nell'ambito della Prima e della seconda Campagna di monitoraggio, sono state eseguite inoltre le diagrafie (log) di tutti i piezometri, misurando per metro di tratto filtrante, i seguenti parametri:

- ⇒ pH;
- ⇒ temperatura;
- ⇒ conducibilità elettrica;
- ⇒ Ossigeno Disciolto;

⇒ potenziale RedOx.

5.3 Considerazioni sui risultati delle Campagne di monitoraggio acque

Per quanto riguarda lo stato qualitativo delle acque di falda nello Stabilimento, si possono trarre le seguenti considerazioni:

- ⇒ nelle acque è stata rilevata la presenza diffusa, con valori eccedenti i limiti stabiliti dal DM 471/99, di Ferro, Manganese e Arsenico, di probabile origine geologica, come riportato anche nella relazione del Comune di Mantova a firma dei consulenti Tunesi e Zangheri, a commento delle 4 campagne di monitoraggio;
- ⇒ per i parametri di natura idrocarburica (in particolare BTEXS e Idr. Totali espressi come n-esano), come risulta dall'analisi della distribuzione areale delle non conformità nei piezometri, è stato possibile individuare delle zone ben distinte dello Stabilimento con le maggiori passività a carico delle acque di falda:
 - Area omogenea P, nella zona SudEst dello Stabilimento, all'interno del Parco Serbatoi;
 - Aree omogenee K e L, nella zona NordOvest dello Stabilimento, a valle degli impianti produttivi.

La presenza di prodotto surnatante è stata riscontrata in n°7 pozzi (PS1, PRP1, PIPE2, DISG, DISC, DISH, DIS1), e su n°3 piezometri (D, 7, 3).

I pozzi sono già attrezzati con pompe per il recupero dell'organico, intervento che è in corso sui piezometri.

Per quanto riguarda i piezometri posti lungo il Canale Diversivo (DIS100, SD099 e 18), nella zona SudEst dello Stabilimento, tutti i campioni prelevati sono risultati conformi ai limiti normativi.

Per quanto riguarda i campioni prelevati nei piezometri profondi siglati 32, 33, 34, 35, i campioni hanno presentato eccedenze esclusivamente per Ferro, Manganese ed Arsenico, per i motivi già evidenziati.

La barriera idraulica installata in stabilimento, *“oltre che assicurare la funzione di sbarramento idraulico, contribuisce alla bonifica della falda”*.

(cfr. *“Messa in sicurezza del sito – Verifica della tenuta delle opere di sbarramento idraulico della falda”*, redatto da Snamprogetti in data 20/07/05 e *“Progetto*

Preliminare/Definitivo di Bonifica Acque di Falda, Aree Polimeri Europa – Stabilimento di Mantova”, Ottobre 2005).

Dicembre 2005

Rev. 0

38 di 74

Polimeri Europa S.p.A.

Stabilimento di Mantova

Relazione tecnica descrittiva sulle attività di indagine
integrativa

Contratto FWIENV n°1-BH-0216

6. INDAGINI INTEGRATIVE AL PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE (AGOSTO 2004-MAGGIO 2005)

6.1 Descrizione delle attività di indagine geognostica eseguite

Le attività di indagine integrativa sono state eseguite in ottemperanza a quanto prescritto durante la Conferenza dei Servizi del 31 Maggio 2004 e concordato tra ARPA e Polimeri Europa nella Riunione tecnica del 25 Maggio 2004, con lo scopo principale di procedere all'infittimento della maglia di campionamento fino ad una dimensione equivalente di 50x50 m di lato. E' stata prevista l'esecuzione di:

- ⇒ n. 350 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti ad una profondità media di 10,00 m da piano campagna, per il prelievo di n. 1154 campioni di terreno avviati a successive analisi chimiche di laboratorio; n. 33 dei sondaggi eseguiti, sono stati approfonditi per il campionamento della parte basale dell'acquifero principale e dello strato a bassa permeabilità che ne costituisce il letto;
- ⇒ in corrispondenza di parte dei punti di sondaggio, distribuiti omogeneamente all'interno dello Stabilimento, e parte in punti dedicati, individuati nella prima fase di caratterizzazione, sono stati effettuati saggi esplorativi sul *top soil* per la ricerca di PCDD/PCDF, PCB ed Amianto (per un totale di almeno n. 175 punti, 50% dei punti di indagine eseguiti), in particolare:
 - per quanto riguarda le Diossine, tra i punti di indagine previsti, n. 78 punti sono stati 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 DM 471/99 per uso del suolo residenziale/verde pubblico (10 ng/kg). Altri n. 18 punti sono stati ubicati lungo il confine NordOvest dello Stabilimento (lato Ferrovia), alla distanza di circa 50 m l'uno dall'altro;
 - per quanto riguarda i PCB, tra i punti di indagine previsti, 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);

- per quanto riguarda l'Amianto, tra i punti di indagine previsti, 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.);
- ⇒ n. 32 prove Lefranc in foro;
- ⇒ posa in opera di n. 9 punti di rilievo idrografico lungo i corpi idrici superficiali presenti all'interno ed ai confini dello Stabilimento;
- ⇒ realizzazione di un rilievo plano-altimetrico di dettaglio dei sondaggi/saggi e dei punti di rilievo idrografico.

L'elenco dei punti di sondaggio integrativi per Aree omogenee è riportato nella Tabella sottostante, mentre l'ubicazione degli stessi, unitamente a quella dei punti destinati al campionamento del *top soil*, è riportata in Figura 4 dell'Allegato 1.

Tabella 6.1: Sondaggi eseguiti per Aree omogenee

Area	C	E	H	I	K	L	M	N	O ₂	P	R ₂	S ₂	V
Sondaggi (quota -10 m)	32	13	10	21	27	46	21	10	18	85	6	6	22
Sondaggi profondi (quota -15 m/-40 m)	3	-	1	1	3	6		2	2	11	1	2	1
Totale	35	13	11	22	30	52	21	12	20	96	7	8	23

6.2 Criteri per il prelievo di campioni di terreno

6.2.1 Set analitico completo, esclusi gli scavi superficiali

Durante le attività di perforazione, in accordo con le procedure concordate con le Autorità di Controllo e riportate nel Protocollo Generale, sono stati prelevati campioni lungo la verticale di perforazione, al fine di determinare la concentrazione delle sostanze inquinanti in ogni strato omogeneo dal punto di vista litologico o dal punto di vista della possibile contaminazione. Generalmente, per ognuno dei punti di sondaggio, sono stati prelevati n.

3 campioni di terreno, rappresentativi di strati con spessore superiore ai 40 cm, scelti sulla base dei criteri contenuti nella tabella seguente.

Tabella 6.2: Criteri per il prelievo di campioni di terreno

Assenza falda superficiale	Presenza falda superficiale
da -1,00 m a -2,00 m	da -1,00 m a -2,00 m
1 m che comprenda la zona di fluttuazione della falda principale (<i>smear zone</i>)	1 m che comprenda la zona di fluttuazione della falda sospesa
1 m nella zona intermedia tra i due campioni	alla base della falda sospesa, un campione di strato a bassa permeabilità (50 cm)

In aggiunta ai 3 campioni previsti, è stato comunque eseguito un campionamento puntuale nel caso del rinvenimento di materiali caratterizzati da evidenze di inquinamento o da particolari proprietà organolettiche, chimico-fisiche o litologico-stratigrafiche.

In accordo a quanto sopra, non è stato ritenuto significativo il prelievo di campioni di terreno appartenenti alla zona satura degli acquiferi, a meno di ritrovamenti di anomalie la cui natura e posizione potessero presupporre un'origine antropica.

Nel 10% del numero totale dei sondaggi eseguiti (sondaggi profondi), si è proceduto al campionamento della parte basale dell'acquifero principale e dello strato a bassa permeabilità che ne costituisce il letto, per uno spessore di circa 50 cm.

Tutti i campioni di terreno sono stati prelevati in duplice aliquota ed introdotti in contenitori, idonei alla conservazione del campione, per l'analisi delle diverse sostanze previste. Le fasi di campionamento, immagazzinamento, trasporto e conservazione dei campioni sono state condotte in modo tale da garantire:

- ⇒ l'assenza di contaminazione derivante dall'ambiente circostante o dagli strumenti impiegati per il campionamento e prelievo, tramite un'accurata pulizia degli stessi;
- ⇒ l'assenza di sostanze inquinanti sulle pareti dei campionatori o dei contenitori;
- ⇒ una limitata esposizione all'aria dei materiali ed un'adeguata temperatura di conservazione dei campioni (circa 4°C);
- ⇒ l'assenza di alterazioni chimico-fisiche delle sostanze.

Una terza aliquota del campione è stata prelevata solo in presenza e su richiesta degli Enti di controllo presenti in campo. I campioni di terreno non sottoposti immediatamente ad analisi, sono comunque conservati in luogo dedicato presso lo Stabilimento di Mantova a cura di Polimeri Europa.

Dopo la formazione dei campioni, ogni carota di terreno estratta è stata trasferita in apposite cassette catalogatrici di legno, fotografate e conservate presso l'insediamento industriale, avendo cura di mantenere l'ordine stratigrafico ed inserendo setti di legno negli eventuali spazi vuoti; tale documentazione fotografica è riportata in Allegato 6. Tutti i dati raccolti durante la terebrazione dei sondaggi, sono stati riuniti in "logs di perforazione" (Allegato 5), nei quali vengono indicati le profondità raggiunte, la descrizione litostratigrafica, il numero e la profondità di prelievo dei campioni.

6.2.2 Scavi superficiali (PCB – Amianto – PCDD/PCDF)

Per i punti di ricerca PCB-Diossine/Furani-Amianto, sono stati prelevati 4 campioni lungo la verticale, secondo la seguente stratificazione 0÷10 cm, 10÷50 cm, 50÷100 cm, 100÷150 cm, come specificato nella Nota ARPA Prot. n. 134074 del 07/11/2003 allegata al Verbale della C.d.S. decisoria del 31/05/2004. Per quanto riguarda i PCB, la verifica della presenza del composto è stata effettuata nei campioni relativi ai primi 2 strati investigati (0÷10 cm, 10÷50 cm). La determinazione dei parametri Diossine/Furani ed Amianto è stata invece limitata al campione relativo allo strato più superficiale, procedendo all'analisi dei campioni sottostanti solamente nel caso di effettiva contaminazione rilevata nei livelli sovrastanti.

Per quanto non specificato nel presente Paragrafo, si è in ogni caso fatto riferimento a quanto previsto dal *"Protocollo generale per l'investigazione della matrici ambientali nei siti contaminati del comune di Mantova"*.

6.3 Prove Lefranc

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state condotte n. 32 prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc a carico variabile, finalizzate alla determinazione dei parametri idraulici caratteristici dell'acquifero ed in particolare della permeabilità (k in m/s).

Per la realizzazione delle sezioni di prova, una volta raggiunta con i tubi di rivestimento la profondità alla quale effettuare la prova, al fine di creare una tasca drenante ed assicurare la stabilità delle pareti del foro, si è introdotto ghiaietto lavato e levigato per uno spessore variabile tra 30 e 50 cm; dopodiché il rivestimento metallico è stato sollevato per un'altezza pari allo spessore di ghiaietto introdotto. Il foro preparato come sopra è stato riempito d'acqua fino alla sommità della tubazione, quindi è stata misurata la variazione del livello dell'acqua nel tempo.

Ciascuna prova ha avuto una durata variabile, durante le quali le letture del livello sono state eseguite con frequenza elevata nei primi minuti e ad intervalli di tempo maggiori durante il suo proseguo.

I dati ottenuti con le misure registrate in campo durante le prove di permeabilità Lefranc sono stati elaborati e raccolti nelle schede riportate in Allegato 5: per ogni prova è stata costruita una scheda contenente i dati di campo, lo schema grafico delle geometrie di acquisizione dei dati ed i risultati dei test.

In base a queste elaborazioni si è ricavato un valore di permeabilità medio per ciascun sondaggio, il cui valore è rappresentativo della porzione di suolo relativa alla quota alla quale è stata effettuata la prova, e ad un suo intorno limitato.

I valori di permeabilità calcolati per ciascun sondaggio sono riportati nella tabella seguente, da cui si evince che gli stessi sono compresi in un range da $2,10 \times 10^{-4}$ m/s a $2,81 \times 10^{-6}$ m/s, corrispondenti a quanto riportato in letteratura per sabbie fini e miscele di sabbia e limo, con caratteristiche di discreta permeabilità.

Tabella 6.3: Risultati Prove Lefranc

Data esecuzione	Sondaggio	Area omogenea	Profondità tasca di prova (m)	k medio calcolato (m/s)
1-set-04	SD271	P	9,00-9,50	$1,12 \cdot 10^{-4}$
18-ott-04	SD291	R2	10,00-10,50	$3,19 \cdot 10^{-6}$
23-ott-04	SD315	P	10,10-10,50	$6,90 \cdot 10^{-5}$
23-ott-04	SD315	P	14,70-15,00	$4,79 \cdot 10^{-5}$
2-set-04	SD326	P	10,50-11,00	$1,84 \cdot 10^{-5}$
2-set-04	SD326	P	14,70-15,00	$6,99 \cdot 10^{-5}$
2-set-04	SD326	P	17,70-18,00	$1,35 \cdot 10^{-5}$
15-ott-04	SD357	S2	11,80-12,10	$2,46 \cdot 10^{-5}$
15-ott-04	SD357	S2	14,80-15,10	$5,05 \cdot 10^{-6}$
15-ott-04	SD357	S2	25,80-26,10	$2,82 \cdot 10^{-5}$
20-dic-04	SD368	C	10,20-10,50	$1,71 \cdot 10^{-4}$
20-dic-04	SD368	C	20,60-21,00	$8,60 \cdot 10^{-5}$
2-nov-04	SD412	H	10,10-10,50	$1,19 \cdot 10^{-4}$
2-nov-04	SD412	H	17,60-18,00	$1,26 \cdot 10^{-4}$
3-nov-04	SD497	L	10,20-10,50	$6,41 \cdot 10^{-5}$
3-nov-04	SD497	L	17,70-18,00	$6,31 \cdot 10^{-5}$
3-nov-04	SD507	L	10,20-10,50	$1,11 \cdot 10^{-4}$
3-nov-04	SD507	L	17,60-18,00	$7,93 \cdot 10^{-5}$
22-ott-04	SD514	L	10,25-10,50	$8,41 \cdot 10^{-5}$
22-ott-04	SD514	L	17,70-18,00	$1,15 \cdot 10^{-4}$
27-ott-04	SD518	L	10,20-10,50	$2,37 \cdot 10^{-5}$
27-ott-04	SD518	L	17,50-18,00	$2,77 \cdot 10^{-5}$
12-ott-04	SD551	L	8,65-9,00	$5,39 \cdot 10^{-6}$
12-ott-04	SD551	L	14,70-15,00	$4,18 \cdot 10^{-6}$
12-ott-04	SD551	L	29,60-30,00	$5,28 \cdot 10^{-6}$
13-ott-04	SD556	V	8,75-9,00	$3,29 \cdot 10^{-5}$
13-ott-04	SD556	V	14,70-15,00	$3,18 \cdot 10^{-5}$
13-ott-04	SD556	V	17,70-18,00	$2,81 \cdot 10^{-6}$

Data esecuzione	Sondaggio	Area omogenea	Profondità tasca di prova (m)	k medio calcolato (m/s)
23-nov-04	SD595	C	8,70-9,00	$1,45 \cdot 10^{-4}$
23-nov-04	SD595	C	20,60-21,00	$1,49 \cdot 10^{-4}$
14-dic-04	SD600	O2	10,20-10,50	$2,10 \cdot 10^{-4}$
14-dic-04	SD600	O2	23,70-24,00	$8,60 \cdot 10^{-5}$

6.4 Posa in opera punti di rilievo idrografico

Al fine di definire i rapporti idraulici tra la falda principale ed i vari corsi d'acqua superficiali presenti nell'intorno e all'interno dello Stabilimento, si è provveduto alla realizzazione ed installazione di un sistema di misurazione del livello delle acque dei corpi idrici superficiali (Fiume Mincio, Canale Diversivo, Canale di Presa, Canale Sisma) presenti all'interno ed ai confini dello Stabilimento Polimeri Europa (Allegato 7).

Le ubicazioni dei suddetti punti sono rispettivamente le seguenti:

- ⇒ n. 2 punti per il Canale Diversivo (uno a monte dello Stabilimento, in corrispondenza del Ponte su Via Brennero, ed uno in corrispondenza della Portineria Carraia);
- ⇒ n. 3 punti per il Canale Sisma (uno a monte, in corrispondenza della Trincea TR2, uno in corrispondenza del piezometro 29 ed infine uno a valle nei pressi del piezometro F);
- ⇒ n. 3 punti per il Canale di Presa (uno a monte del canale, uno circa a metà del canale ed uno a valle, nei pressi della confluenza col Mincio);
- ⇒ n. 1 punto per il Fiume Mincio in corrispondenza della Darsena (in sostituzione dell'asta idrometrica esistente).

Le attività sono consistite nell'installazione, a seconda del punto prescelto, di:

- ⇒ piastre in acciaio, di lunghezza pari a circa 50 cm, fissate su basi inamovibili (spalla del ponte, sostegni in cemento, etc.);
- ⇒ barre fisse in alluminio, di lunghezza variabile (2-3 m), sostenute da micropalo cementato al suolo, complete di scala zincata con corrimano e pedana.

Periodicamente vengono effettuate, da parte dello Stabilimento, misurazioni dei livelli dei suddetti corsi d'acqua ubicati all'interno e lungo il perimetro dell'area dell'insediamento produttivo, che potranno essere messe in correlazione con le misure piezometriche relative alla falda principale.

6.5 Rilievo topografico

Nell'ambito della presente campagna di indagine, i sondaggi geognostici, i saggi esplorativi ed i punti di rilievo idrografico sono stati oggetto di una campagna di rilievo topografico, per la determinazione delle coordinate plano-altimetriche (Allegato 8) ad integrazione del rilievo topografico, realizzato da Snamprogetti, in corrispondenza dei piezometri e pozzi di emungimento (Allegato 9).

Come convenuto con le Pubbliche Autorità, tutte le coordinate planimetriche x e y rilevate sono state riferite al sistema di coordinate Gauss-Boaga, garantendo la precisione di un metro, le quote altimetriche z al livello medio del mare, rispettando la precisione di un centimetro. Il riferimento è stato fissato al caposaldo denominato 2K3, posto lungo la strada Cipata davanti allo Stabilimento IES in corrispondenza di una struttura di cemento (pozzetto di ispezione di una pipeline della Raffineria).

Le quote assolute, così determinate, sono state utilizzate nell'elaborazione dei dati derivanti dalla campagna d'indagine, in particolare per:

- ⇒ l'elaborazione delle sezioni litostratigrafiche;
- ⇒ la correlazione delle profondità di prelievo dei campioni contaminati.

Il rilievo delle quote assolute, espresse in m s.l.m., dei punti di rilievo idrografico, è stata effettuata con precisione millimetrica.

L'attuale rilievo topografico, realizzato da Snamprogetti, aggiorna il precedente riportato nel documento *“Relazione Tecnica Descrittiva del Piano della Caratterizzazione, ai sensi del D.M. 471/99”* del Febbraio 2003; pertanto ogni futura descrizione plano/altimetrica è da riferirsi al rilievo presentato in questo documento.

7. CARATTERIZZAZIONE CHIMICO ANALITICA

7.1 Premessa

Il laboratorio RC Scientifica di Vicenza, accreditato SINAL n° 0147, ha ricevuto incarico da Polimeri Europa ad effettuare su tutti i campioni la determinazione dei parametri della campagna di caratterizzazione integrativa, previsti dalla Conferenza dei Servizi decisoria del 6 Agosto 2003 e confermati nella successiva C.d.S. decisoria del 31 Maggio 2004. I parametri sono quelli già ricercati nella campagna di Caratterizzazione coordinata ed approvata dagli Enti Locali nel 2002 (*"Piano di Caratterizzazione ambientale Rev. 3.0"* – FWIENV, Febbraio 2002), integrati con Cobalto, Stagno, Tallio ed Amianto.

Nella Tabella 7.1 è riportato l'elenco completo dei parametri con le relative metodiche ed i limiti di rilevabilità concordati nella Riunione del 16 Luglio 2004 tra Polimeri Europa, FWIENV, RC Scientifica ed ARPA di Mantova, che risultano essere congruenti con le indicazioni dell'Istituto Superiore di Sanità e del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

Tabella 7.1: Parametri analitici ricercati nei suoli

PARAMETRO	METODICA ANALITICA	LIMITE DI RILEVABILITA'
Scheletro (% campione > 2mm)	DM 13/09/99 met. II.6	< 0,1 %
Umidità	S.M 2540G/91	< 0,1 %
Determinazione pH su estratto acquoso	DM 13/09/99 III-1	
Antimonio	EPA 7742	< 0,1 mg/kg
Arsenico	EPA 7062	< 0,1 mg/kg
Berillio	EPA 6010	< 0,1 mg/kg
Cadmio	EPA 6010	< 0,1 mg/kg
Cromo totale	EPA 6010	< 0,5 mg/kg

PARAMETRO	METODICA ANALITICA	LIMITE DI RILEVABILITA'
Cromo esavalente	EPA 7197	< 0,5 mg/kg
Tallio	EPA 6010	< 0,5 mg/kg
Stagno	EPA 6010	< 0,5 mg/kg
Cobalto	EPA 6010	< 0,1 mg/kg
Mercurio	EPA 7471	< 0,1 mg/kg
Nichel	EPA 6010	< 0,5 mg/kg
Piombo	EPA 6010	< 0,5 mg/kg
Rame	EPA 6010	< 0,5 mg/kg
Selenio	EPA 7742	< 0,1 mg/kg
Vanadio	EPA 6010	< 0,5 mg/kg
Zinco	EPA 6010	< 0,5 mg/kg
Cianuri liberi	IRSA Q64	< 0,5 mg/kg
COMPOSTI AROMATICI		
Benzene	EPA 8260	< 0,05 mg/kg
Cumene	EPA 8260	< 0,05 mg/kg
Etilbenzene	EPA 8260	< 0,05 mg/kg
Stirene	EPA 8260	< 0,05 mg/kg
Toluene	EPA 8260	< 0,05 mg/kg
Xilene	EPA 8260	< 0,05 mg/kg
COMPOSTI POLICICLICI AROMATICI		
Naftalene	EPA 8270	< 0,02 mg/kg
Acenaftene	EPA 8270	< 0,02 mg/kg
Acenaftilene	EPA 8270	< 0,02 mg/kg
Fluorene	EPA 8270	< 0,02 mg/kg
Fluorantene	EPA 8270	< 0,02 mg/kg
Antracene	EPA 8270	< 0,02 mg/kg
Benzo (a) antracene	EPA 8270	< 0,02 mg/kg

PARAMETRO	METODICA ANALITICA	LIMITE DI RILEVABILITA'
Benzo (a) pirene	EPA 8270	< 0,02 mg/kg
Benzo (b) fluorantene	EPA 8270	< 0,02 mg/kg
Benzo (k) fluorantene	EPA 8270	< 0,02 mg/kg
Benzo (g,h,i) perilene	EPA 8270	< 0,02 mg/kg
Crisene	EPA 8270	< 0,02 mg/kg
Dibenzo (a,h) pirene	EPA 8270	< 0,02 mg/kg
Dibenzo (a,e) pirene	EPA 8270	< 0,02 mg/kg
Dibenzo (a,l) pirene	EPA 8270	< 0,02 mg/kg
Dibenzo (a,h) antracene	EPA 8270	< 0,02 mg/kg
Indeno (1,2,3-cd) pirene	EPA 8270	< 0,02 mg/kg
Pirene	EPA 8270	< 0,02 mg/kg
COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI		
Clorometano	EPA 8260	< 0,01 mg/kg
Diclorometano	EPA 8260	< 0,01 mg/kg
Cloroformio	EPA 8260	< 0,01 mg/kg
Cloruro di vinile	EPA 8260	< 0,01 mg/kg
1,2-dicloroetano	EPA 8260	< 0,01 mg/kg
1,1-dicloroetilene	EPA 8260	< 0,01 mg/kg
1,2-dicloropropano	EPA 8260	< 0,01 mg/kg
1,1,2-tricloroetano	EPA 8260	< 0,01 mg/kg
Tricloroetilene	EPA 8260	< 0,01 mg/kg
1,2,3-tricloropropano	EPA 8260	< 0,01 mg/kg
1,1,2,2-tetracloroetano	EPA 8260	< 0,01 mg/kg
Tetracloroetilene	EPA 8260	< 0,01 mg/kg
1,1-dicloroetano	EPA 8260	< 0,01 mg/kg
1,2-dicloroetilene	EPA 8260	< 0,01 mg/kg
1,1,1-tricloroetano	EPA 8260	< 0,01 mg/kg

PARAMETRO	METODICA ANALITICA	LIMITE DI RILEVABILITA'
FENOLI E CLOROFENOLI		
Metilfenolo (o-, m-, p-)	EPA 8270	< 0,1 mg/kg
Fenolo	EPA 8270	< 0,1 mg/kg
2-clorofenolo	EPA 8270	< 0,1 mg/kg
2,4-diclorofenolo	EPA 8270	< 0,1 mg/kg
2,4,6-triclorofenolo	EPA 8270	< 0,1 mg/kg
Pentaclorofenolo	EPA 8270	< 0,1 mg/kg
FENOLI TOTALI	EPA 9065	<0,5 mg/kg
Idrocarburi [C<12; C>12)	EPA 8015	< 10 mg/kg
PCDD/PCDF	EPA 1613	1 x 10 ⁻⁶ mg/kg
AMIANTO	DM 6/9/94 ALL.1A	<1000 fibre libere
PCB	EPA 8082	< 0,001 mg/kg

Negli allegati 3, 4 e 9 sono riportati rispettivamente:

- ⇒ i risultati analitici;
- ⇒ le eccedenze rispetto alle CLA;
- ⇒ i certificati analitici.

7.2 Esame delle eccedenze (tutti i parametri, esclusi PCB, PCDD/PCDF, Amianto).

L'esame dei risultati analitici fornisce indicazioni sulla contaminazione di suolo e sottosuolo dell'area indagata.

Circa il 90% dei campioni esaminati risulta conforme ai limiti previsti dal DM 471/99, Allegato 1 colonna b (uso commerciale/industriale), per tutti i parametri previsti.

Sono stati riscontrati superamenti ai limiti normativi, per Mercurio, Solventi Organici Aromatici, Idrocarburi leggeri (C<12) e pesanti (C>12), e, con percentuale inferiore allo

0,5%, per Arsenico, Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), Clorurati e Fenoli, come si evince nella tabella seguente.

Tabella 7.2: Schema riassuntivo dei risultati relativi ai suoli

Parametri	n. totale di campioni prelevati	Eccedenze rispetto CLA - DM 471/99	
		n. campioni	%
BTEXS	1154	63	5,46%
Idr. C<12	1154	17	1,47%
Idr. C>12	1154	59	5,11%
Idrocarburi Policiclici Aromatici	1154	5	0,43%
Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni e non	1154	3	0,26%
Fenoli e Clorofenoli	1154	1	0,09%
Arsenico	1154	1	0,09%
Mercurio	1154	35	3,03%

Di seguito viene descritto lo stato di contaminazione di ogni singola Area omogenea.

Area omogenea 'C'

L'Area C si estende nella parte settentrionale del sito.

Sono stati eseguiti 35 sondaggi, di cui 3 profondi, per un totale di 120 campionamenti. Si è riscontrata contaminazione esclusivamente per Idrocarburi pesanti e leggeri in 5 campioni pari al 4% del totale.

Area omogenea 'E'

L'Area E si estende nella parte settentrionale del sito, un tempo ospitava l'ex impianto Clorosoda che, è stato per la maggior parte smantellato nel periodo 2003-2005.

Sono stati eseguiti 13 sondaggi, per un totale di 39 campionamenti. Si è riscontrata contaminazione esclusivamente per Mercurio in 3 campioni pari al 8% del totale.

Area omogenea 'H'

L'Area H si estende nella parte centrale del sito, un tempo ospitava l'ex impianto Cracking, smantellato definitivamente nel 1982.

Sono stati eseguiti 11 sondaggi, di cui 1 profondo, per un totale di 35 campionamenti. Si è riscontrata contaminazione per BTEXS ed Idrocarburi leggeri (C<12) in 4 campioni, pari a 11% circa del totale.

Area omogenea 'I'

L'Area I si estende nella parte centrale del sito.

Sono stati eseguiti 22 sondaggi, di cui 1 profondo, per un totale di 71 campionamenti. Si è riscontrata contaminazione per Mercurio, IPA (Indeno pirene) e Idrocarburi pesanti (C>12), in 3 campioni pari al 4% circa del totale.

Area omogenea 'K'

L'Area K si estende nella parte centrale del sito.

Sono stati eseguiti 30 sondaggi, di cui 3 profondi, per un totale di 101 campionamenti. Si è riscontrata contaminazione per BTEXS ed Idrocarburi leggeri (C<12) in 10 campioni, pari al 10% circa del totale.

Area omogenea 'L'

L'area L si estende nella parte SudOvest del sito.

Sono stati eseguiti 52 sondaggi, di cui 6 profondi, per un totale di 167 campionamenti. Si è riscontrata contaminazione per BTEXS, Mercurio ed Idrocarburi pesanti in 18 campioni, pari a circa l'11% del totale.

Area omogenea 'M'

L'Area M si estende nel settore centro-meridionale del sito.

Sono stati eseguiti 21 sondaggi per un totale di 67 campionamenti. Si è riscontrata contaminazione per BTEXS, Mercurio, Idrocarburi leggeri e pesanti e IPA in 11 campioni, pari a circa il 17% del totale.

Area omogenea 'N'

L'Area N si estende adiacente all'Area M.

Sono stati eseguiti 12 sondaggi, di cui 2 profondi, per un totale di 36 campionamenti. Si è riscontrata contaminazione per BTEXS, Mercurio, Idrocarburi (C>12) e IPA in 10 campioni, pari al 28% circa del totale.

Area omogenea 'O2a'

L'Area O2a compresa tra l'Area C e l'Area P.

Sono stati eseguiti 13 sondaggi, di cui uno profondo, per un totale di 59 campionamenti. Si è riscontrata contaminazione per BTEXS e Idrocarburi (C>12) in 2 campioni, pari al 3% circa del totale.

Area omogenea 'O2b'

L'Area O2b si estende nel limite N-O del sito.

Sono stati eseguiti 7 sondaggi, di cui 1 profondo, per un totale di 8 campionamenti. Si è riscontrata contaminazione per Idrocarburi (C>12) in un campione, pari al 13% circa del totale.

Area omogenea 'P'

L'Area P si estende lungo tutto il limite N-E del sito.

Sono stati eseguiti 96 sondaggi, di cui 11 profondi, per un totale di 326 campionamenti. Si è riscontrata contaminazione per BTEXS, Idrocarburi (C<12 e C>12) e Mercurio in 35 campioni, pari all'11% circa del totale..

Nel solo sondaggio SD349 è stata riscontrata la presenza di Cresolo e di Fenolo.

Area omogenea 'R2'

L'Area R2 si estende nell'estremo limite N-E del sito.

Sono stati eseguiti 7 sondaggi, di cui 1 profondo, per un totale di 25 campionamenti. E' stata riscontrata contaminazione per BTEXS, Idrocarburi (C<12 e C>12), Mercurio e 1,2 dicloroetano in 7 campionamenti, pari al 28% circa del totale.

Area omogenea 'S2'

L'area S2 si estende nel settore meridionale.

Sono stati eseguiti 8 sondaggi, di cui 2 profondi, per un totale di 27 campionamenti. E' stata riscontrata contaminazione per Mercurio in 1 campione, pari al 4% del totale.

Area omogenea 'V'

L'area V si estende nel settore meridionale.

Sono stati eseguiti 23 sondaggi, di cui 1 profondo, per un totale di 76 campionamenti. Si è riscontrata contaminazione per BTEXS, Idrocarburi (C>12) e Mercurio in 15 campioni, pari al 20% circa del totale.

Nel solo sondaggio SD561 è stata riscontrata presenza di IPA (Dibenzo(a,h)antracene).

7.3 Esame delle eccedenze per PCDD/PCDF, PCB, Amianto

La caratterizzazione è stata condotta secondo i criteri e le modalità concordate nella riunione del 25.05.2004 tra Polimeri Europa ed ARPA di Mantova, ed approvati dalla Conferenza dei Servizi decisoria del 31/05/2004.

Nel corso della campagna di campionamento, l'ASL di Mantova ha richiesto l'esecuzione di n° 18 saggi per la determinazione di PCDD/PCDF lungo il confine tra lo Stabilimento e la linea ferroviaria Mantova–Monselice.

PCDD/PCDF

Dalle analisi eseguite (si veda Allegato 3), emerge che, su un totale di 175 determinazioni del top-soil (0–0,1 m), si sono riscontrati superamenti esclusivamente per il parametro Furani, infatti sono stati rinvenuti 27 superamenti della CLA, pari al 15% del totale (vedere Fig. 12 in allegato 1), incidenza percentuale identica a quella della prima campagna di Caratterizzazione (2002–2003). E' opportuno ricordare che nella campagna integrativa la maggior parte dei sondaggi è stata posizionata nell'intorno (5 e 25 m) dei punti ove nella

prima campagna si era riscontrata presenza di PCDD/PCDF in concentrazioni superiori al 10% del limite, circostanza questa che faceva ipotizzare una quantità di eccedenze superiore a quanto effettivamente riscontrato.

La caratterizzazione degli strati sottostanti (0,1–0,5 m e 0,5–1,0 m), prevista nel caso di superamento della CLA, ha mostrato superi rispettivamente in 9 e 2 posizioni esclusivamente per il parametro Furani (vedere fig. 14, allegato 1).

Le aree interessate da eccedenze della CLA sono distribuite in maniera del tutto irregolare.

Rispetto all'indagine della campagna 2002 – 2003, si sono riscontrate eccedenze:

- ⇒ in area P (Scavi SCD14, SCD15, SCD16, 9 eccedenze);
- ⇒ in area E (Scavo SCD03, 6 eccedenze);
- ⇒ in area I (Scavo SCD09, 3 eccedenze).

I 18 saggi aggiuntivi richiesti da ASL di Mantova hanno mostrato assenza di contaminazione.

PCB

Dalle analisi eseguite (vedere allegato 3), emerge che su un totale di 181 determinazioni del top-soil (0–0,1 m), si sono riscontrati complessivamente 29 superamenti della CLA pari al 16% circa. Nel dettaglio:

- a) Negli scavi effettuati nell'intorno (5 m) delle cabine elettriche, le eccedenze sono risultate 23 su 92 complessive, con un'incidenza percentuale del 25%, mentre nella prima campagna (2002-2004) il numero di eccedenze era risultata pari al 40% (11 su 27). La caratterizzazione dello strato sottostante (0,1–0,5 m) ha mostrato eccedenze in 7 posizioni; nessuna eccedenza è stata rilevata nello strato inferiore (0,5–1,0 m). Dal confronto dei risultati della caratterizzazione integrativa (2004-2005) con la prima campagna del 2002-2003 emerge:
 - Degli 11 punti risultati contaminati nella prima campagna (2002-2003), è confermata la contaminazione su 8 posizioni (SCP02, SCP06, SCP07, SCP09, SCP15, SCP22, SCP23, SCP24), mentre non si conferma nell'intorno dei rimanenti 3 (SCP03, SCP08, SCP16).

- Dei 16 punti risultati non contaminati nella prima campagna (2002 – 2003) vi è conferma dell'assenza di eccedenze alla CLA su 12 posizioni (SCP01, SCP05, SCP11, SCP13, SCP14, SCP17, SCP18, SCP20, SCP21, SCP25, SCP26, SCP27), mentre si è riscontrata contaminazione sui rimanenti 4 punti (SCP04, SCP10, SCP12, SCP19).
- b) Le eccedenze nei sondaggi distribuiti omogeneamente nell'area del sito sono risultate complessivamente 8 su 89 con un'incidenza percentuale del 9%.
- Nella prima campagna di caratterizzazione le indagini sono state limitate ai top-soil adiacenti al perimetro delle cabine elettriche.
- La caratterizzazione degli strati sottostanti (0,1–0,5 m e 0,5–1,0 m) ha mostrato eccedenze rispettivamente in 3 e 1 posizioni. Tali posizioni sono ubicate nella Area Omogenea P ed R2, per lo più in corrispondenza di posizioni già contaminate da Idrocarburi e/o Composti Organici Aromatici.

AMIANTO

Sono stati eseguiti complessivamente 183 scavi, in punti determinati secondo quanto richiesto dagli Enti di Controllo, in aree ove era ipotizzabile la contaminazione a causa della presenza di apparecchiature e linee rivestite con materiali contenenti amianto.

L'indagine non ha mostrato contaminazione; tutti i dati sono risultati inferiori al limite del DM 471/99.

7.4 Ceneri del Forno Inceneritore

Nel 1980 Montedison, al tempo responsabile dello stabilimento industriale ora Polimeri Europa, denunciò alla Regione Lombardia una discarica esaurita di ceneri provenienti dal forno inceneritore, in area adiacente al fabbricato.

Nel corso delle due campagne di caratterizzazione del suolo e sottosuolo (2002-2003 e 2004-2005), sono state eseguite indagini volte all'individuazione dell'area della discarica come richiesto dal Comune di Mantova durante l'incontro tecnico del 19.11.2004 (verbale Regione Lombardia PROT. 38764 del 20.12.2004).

La posizione dei sondaggi è stata individuata di concerto tra ARPA e Provincia di Mantova

“in un area ove le analisi degli elaborati depositati presso gli Enti sembravano evidenziare la presenza dell’area di stoccaggio delle ceneri dell’inceneritore”.

L’indagine è consistita nella ricerca di PCDD/PCDF nello strato superficiale (n. 11 posizioni) e negli strati sottostanti fino a 7,5 m di profondità su 7 posizioni. L’indagine non ha evidenziato la presenza di rifiuti da combustione, né le analisi eseguite hanno mostrato eccedenze per il parametro PCDD/PCDF.

8. MODELLO CONCETTUALE DEL SITO

Le indagini svolte consentono l'elaborazione del Modello Concettuale del sito, secondo quanto previsto dal DM 471/99, evidenziando le caratteristiche dell'area in termini di:

- ⇒ caratteristiche idrogeologiche del sito;
- ⇒ sostanze contaminanti e loro caratteristiche rilevanti;
- ⇒ grado ed estensione della contaminazione;
- ⇒ percorsi di migrazione della contaminazione.

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

8.1 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, sede localmente di una falda di modesto spessore (falda sospesa);
- ⇒ localmente primo strato impermeabile, base della falda di riporto;
- ⇒ strato costituito da sabbie medio-fini spesso limose, sede della prima falda;
- ⇒ secondo strato impermeabile, base della prima falda.

Per le stratigrafie dei sondaggi realizzati si rimanda all'Allegato 5.

8.1.1 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 (Allegato 2, Figura 3). 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, da materiali riportati, che si distingue per le sue caratteristiche tessiturali, essendo costituito da elementi di pezzatura grossolana che può contenere frammenti di laterizio, cemento e asfalto immersi in una matrice sabbiosa.

Il pacco di strati superficiali appena descritti, ospita localmente una falda superficiale o sospesa, caratterizzata da natura discontinua e periodica ed influenzata pressoché unicamente dagli eventi meteorici. Tale falda si localizza, quindi, nei riporti e nei terreni superficiali costituiti da livelli limoso-sabbiosi ed è sostenuta 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 contenente la falda sospesa sono consistenti soprattutto 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 Nordoccidentale gli spessori sono ridotti.

8.1.2 Primo livello impermeabile

Il primo livello impermeabile si comporta come base dell'acquifero sospeso ed è visibile dalle sezioni stratigrafiche allegate al presente documento. Come si può vedere, il carattere discontinuo della falda sospesa è determinato anche dalla non continuità laterale degli strati 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 essere stimata in molto bassa.

Nei settori meridionali ed orientali, il livello 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 sudorientali si rinvencono gli spessori più forti che possono arrivare anche fino a 8-9 m.

8.1.3 Falda principale

La falda principale è contenuta 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 (Allegato 1, Figura 6). L'acquifero ha infatti la tendenza ad assottigliarsi verso Sud-SudEst, dove tende anche ad essere più evidentemente confinato al tetto da parte del primo strato impermeabile sopraccitato. Contemporaneamente a questo evento, nella stessa direzione, la base impermeabile descritta in seguito, ha la tendenza ad innalzarsi di quota verso profondità via via minori, a discapito dello spessore delle sabbie. Infatti, procedendo verso Sud in corrispondenza del limite meridionale dello Stabilimento, si nota una progressiva riduzione dello spessore dell'acquifero fino a valori anche intorno a 10 metri.

Come già citato, l'acquifero principale sabbioso è localmente limitato al tetto da un altro livello a permeabilità molto bassa, comprendente limi argillosi, argille e materiali torbosi. Tale livello non risulta continuo, ad eccezione di elementi di locale discontinuità. 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, si deduce che la falda principale si muove con direzione e verso prevalente da Nord a Sud. Le linee di flusso sotterraneo presentano una certa convergenza verso la Zona Valliva, in particolare si può notare che il Fiume Mincio, a Sud della Zona Valliva, sembra alimentare la falda acquifera principale.

La soggiacenza nelle aree di pertinenza di Polimeri Europa 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).

8.1.4 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. (vedi Figure 1a-1h e 2 in Allegato 2). Gli strati che costituiscono tale substrato impermeabile sono prevalentemente costituiti da argille, argille limose, limi argillosi talora intercalati e locali lenti di torba. Come descritto nel Paragrafo precedente, la quota di questo livello tende ad innalzarsi in direzione Sud-SudEst dello Stabilimento. Nessun sondaggio effettuato ha attraversato questo orizzonte impermeabile, di conseguenza non è stato possibile indagare lo spessore e le caratteristiche idrogeologiche del tetto dell'acquifero sottostante contenente la falda profonda.

8.2 Sostanze contaminanti

8.2.1 Premessa

La contaminazione del suolo e sottosuolo dello Stabilimento Polimeri Europa è dovuta principalmente a Composti organici Aromatici (BTEXS) e ad Idrocarburi totali, che sono le sostanze tipiche, connesse con le attività produttive in atto e pregresse.

Minor rilevanza ha la contaminazione per IPA, Composti Organoalogenati, Mercurio, PCB e Furani.

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

8.2.2 Idrocarburi

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.

8.2.3 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.

8.2.4 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (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.

8.2.5 Composti Organoalogenati

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 Polimeri Europa 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 (Koc) 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.

8.2.6 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 Polimeri Europa ha il Mercurio che veniva utilizzato nell'impianto Cloro-Soda, fino al 1991.

8.2.7 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).

8.2.8 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 e i Furani di per sé non rivestono alcuna utilità pratica, e non sono mai state un prodotto industriale. Sono tuttavia reperibili pressoché ovunque nell'ambiente in quanto in pochi decenni, centinaia di migliaia di tonnellate di PCB (Bifenili PoliClorurati) e PCP (PentaCloroFenoli), contaminate da quantità variabili di Diossine, sono state impiegate nell'industria (i bifenili come oli isolanti e termoconduttori nell'industria elettrica ed elettronica, i clorofenoli come additivi antimuffa nelle vernici e come impregnanti per il legno) e di conseguenza disperse in ambiente. Le Diossine e i Furani possono essere rinvenuti anche in strati geologici risalenti ad epoche preindustriali, anche se in minime quantità, quindi è probabile che una parte della Diossina rinvenibile in ambiente possa avere avuto origine da fonti non ancora chiaramente individuate, sia di origine antropica che naturale. In effetti è stato dimostrato che le Diossine si possono formare in molti processi di combustione con presenza molto bassa, anche se non nulla, di precursori clorurati (motori a combustione interna di auto, navi ed aerei, stufe e caminetti domestici, incendi forestali). Anche la fermentazione anaerobica da parte di alcuni microorganismi naturalmente presenti nell'humus sembra portare alla sintesi di quantità non trascurabili di Diossine.

8.3 Grado ed estensione della contaminazione

8.3.1 Idrocarburi Totali

Contaminazione da Idrocarburi leggeri e pesanti (C<12 e C>12) è stata rinvenuta nelle seguenti zone (Allegato 1, Figure 8a e 9a):

⇒ 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 contaminazione da Idrocarburi è quindi riconducibile a perdite pregresse dalle fognature a servizio degli impianti dismessi sopraccitati e dal collettore delle acque di processo oleose. Infatti risulta pure contaminata, anche se di entità inferiore, l'area del Parco Serbatoi interessata dal collettore principale della fognatura oleosa allora esistente che correva lungo la strada 5, oltre che nelle zone di riporto.

- ⇒ 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, ove non si può escludere che in passato, vi siano stati depositati materiali di riempimento provenienti da lavori di manutenzione;
- ⇒ in Area H, che un tempo ospitava l'impianto Cracking (SD410, SD413);
- ⇒ in Area V per la presenza di terreni di riporto contaminati;
- ⇒ in Area C, dove erano ubicati gli impianti di produzione Tetrametri di Propilene (PR1) e Dodecil Benzene Lineare (PR5A), ora demoliti.

La contaminazione da Idrocarburi Totali nelle acque di falda è stata rinvenuta principalmente nelle Aree P, C, M, L e K; superamenti isolati nelle Aree I, H e V.

8.3.2 Idrocarburi Aromatici (BTEXS)

La 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 contaminazione nell'area P è dovuta 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 contaminazione in Area M, è presente in zone attualmente oggetto di bonifica mediante biosparging (SD383, SD384, SD 386, SD387);

La contaminazione in Area R2 è rilevabile nell'intorno delle vasche di emergenza della fogna oleosa (SD351/354), (Allegato 1, Fig. 11a).

La contaminazione da Idrocarburi Aromatici nelle acque di falda è stata rinvenuta principalmente nelle Aree P, C, M, L e K; superamenti isolati nelle Aree I, H e V.

La maggiore contaminazione si concentra al confine tra le aree K ed L, con una direzione di propagazione verso l'area V, seguendo il flusso delle acque di falda. Come citato nel Paragrafo 8.2.2, questi prodotti sono caratterizzati da solubilità e mobilità molto elevate all'interno delle acque di falda e si localizzano principalmente nella fascia di *smear zone*.

8.3.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

La contaminazione per Idrocarburi Policiclici Aromatici nei terreni è da considerarsi irrilevante in quanto sono stati riscontrati superamenti della CLA solo nello 0,4% dei campioni analizzati, ubicati in punti isolati dello Stabilimento, comunque già interessati da contaminazione per altre sostanze organiche. (vedere Figura 16 dell'Allegato 1). Si precisa che tale tipo di contaminazione non è correlabile con le attività dello Stabilimento.

Nelle acque sotterranee è stato rilevato un unico superamento della CLA, nel piezometro P1418 in Area P.

8.3.4 Composti Organoalogenati

Eccedenze di Composti Organoalogenati nei terreni sono state rilevate per il solo parametro 1,2-Dicloroetano esclusivamente in Area R2, in prossimità della vasca di emergenza oleosa, in punti già caratterizzati da contaminazione per altre sostanze organiche (Allegato 1, Figura 16).

La contaminazione da Composti Organoalogenati nelle acque sotterranee, per vari parametri, trova una sua spiegazione nella relazione del Comune di Mantova, redatta dai consulenti Tunesi e Zangheri, a commento delle campagne di monitoraggio della falda, dove si afferma che la contaminazione è dovuta a perdite in siti industriali ubicati idrologicamente a monte dello Stabilimento Polimeri Europa.

8.3.5 Metalli

Come già riferito al punto 7.2, per quanto riguarda i metalli si è riscontrata contaminazione nei terreni legata al parametro Mercurio.

Le eccedenze sono state rinvenute nelle seguenti zone (Allegato 1, Figura 10a):

- ⇒ Area E: che fino al 1991 ospitava l'impianto di produzione cloro-soda (ora dismesso), ove si utilizzava Hg metallico come catodo (SD597, SD606); risulta pure contaminata l'area K in adiacenza all'area E, verosimilmente per perdite dalla rete fognaria acida.
- ⇒ Area M, in punti attualmente oggetto di attività di bonifica.
- ⇒ Area N, in zone esterne all'area occupata dall'impianto biologico, ove non si può escludere che in passato, vi siano stati depositati materiali di riempimento provenienti da lavori di manutenzione;
- ⇒ Nelle Aree V, P (nella parte meridionale adiacente alla proprietà Syndial) ed R2, per la presenza di terreni di riporto contaminati.

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.

8.3.6 PCB

La contaminazione risulta localizzata in corrispondenza delle cabine elettriche, a causa di perdite accidentali pregresse di oli dielettrici contenenti PCB. Tutti i trasformatori contenenti PCB sono stati sostituiti sin dai primi anni 2000. La distribuzione della contaminazione è illustrata in Figure 13a e 15 dell'Allegato 1.

8.3.7 Diossine/Furani

Si deve tener presente che le caratteristiche chimiche di questi composti e la distribuzione della loro contaminazione, mostrano che:

- ⇒ si è sempre in presenza di Furani e mai di Diossine, ciò risulta significativo, per quanto riferito al punto 8.2.7, di un processo di ossidazione non completo.
- ⇒ la distribuzione areale è del tutto irregolare.

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): si ha invece una distribuzione del tutto casuale.

8.4 Percorsi di migrazione della contaminazione e vie di esposizione dei possibili bersagli

I recettori ambientali sensibili, quali ad esempio le acque superficiali (Fiume Mincio) e le acque sotterranee, sono protetti dalle barriere idrauliche installate lungo il confine meridionale di Stabilimento, come descritto nel paragrafo successivo; tali barriere confinano i contaminati presenti in aree ristrette comprese nel perimetro di stabilimento, per maggiori dettagli si rimanda al documento *“Progetto Preliminare/Definitivo di Bonifica Acque di Falda, Aree Polimeri Europa - Stabilimento di Mantova”* redatto da SNAM nell'Ottobre 2005

In relazione al fatto che la contaminazione rilevata nel sito rimane confinata entro il perimetro di stabilimento, nel progetto Preliminare di Bonifica verrà completato il modello concettuale qui esposto, a verifica degli eventuali scenari di esposizione del personale operante sul sito, sulla base della procedure di sicurezza vigenti.

8.5 Interventi di Messa in Sicurezza di emergenza

Polimeri Europa (precedentemente EniChem) ha provveduto negli ultimi 15 anni a realizzare opere di sbarramento idraulico, al fine di contenere la contaminazione delle falde (superficiale e principale) entro il perimetro dello Stabilimento.

Nel corso del 2004 Polimeri Europa ha provveduto a potenziare lo sbarramento idraulico mediante il prolungamento delle barriere:

- ⇒ dell'area del Parco Serbatoi, in aggiunta alla Trincea TR1 (con n°7 pozzi – profondità 20 m.);
- ⇒ dell'area del Cavo S. Giorgio (con n° 3 pozzi – profondità 33 m), a protezione della falda a valle del piazzale antistante la mensa aziendale e l'ingresso dello stabilimento;

⇒ della zona B+I, a protezione del lato di valle dell'impianto biologico (con n°9 pozzi – profondità 16 m).

Nella tabella 8.1 sono elencate le opere delle barriere idrauliche e le loro principali caratteristiche costruttive.

Tabella 8.1: Opere di sbarramento idraulico

Opera di sbarramento	Sigla	Anno di costruzione	Profondità (m. da piano campagna)	Φ (mm)	Tratto filtrante (m)	Lunghezza (m)
Trincea drenante 1	TR1	1990	4.5		78	78
Barriera Pozzi Parco Serbatoi Zona XXX	8 pozzi: DISA-F, DIS1, DIS15	2000	20	300	17	200
	7 pozzi: TR11-17	2004	18 - 19	300	9	175
Trincea drenante 2	TR2	1990	4.5		145	145
Trincea drenante 3	TR3/A TR3/B	1990	4.5		200	200
Barriera Pozzi B+I	8 pozzi: EM1-EM8	1992	18.0	120	8	150
Barriera Pozzi Sud Biologico	9 pozzi: SEA1 – SEA9	2004	16.0	300	10	200
Barriera pozzi Cavo S. Giorgio	11 pozzi: PSG2 – PSG12	1994/1997	12.5/18.0	220	6	335
Prolungamento barriera Zona Mensa	3 pozzi: P21-23	2004	33.0	300	26	75
Barriera pozzi Parco Serbatoi Zona XXXI	5 pozzi: DIS2-5, DIS12	1997	18.0	300	12	137

Oltre alle opere di contenimento citate, Polimeri Europa ha realizzato alcuni pozzi di emungimento al fine di ridurre progressivamente il carico contaminato in corrispondenza di alcuni settori interni al sito (Tabella 8.2).

Tabella 8.2: Opere di emungimento

Opera di emungimento	Anno di costruzione	Profondità (m. da piano campagna)	Φ (mm)	Tratto filtrante (m)	Ubicazione (zona)
CER	Pre 1990 (1 pozzo)	22.0	320	18	XIII
	2003 (3 pozzi)*	18.0	300	15	
MAT	Pre 1990 (1 pozzo)*	16.5	200	15	VIII
ST20	2003 (6 pozzi)*	18.0	300	15	VIII e IX
	2005 (3 pozzi)* (1)	20.0	300	14	VIII, IX, XIV
PS1	1994 (1 pozzo)*	16.3	400	12	XXX
Parco Serbatoi Zona XXX	2000 (6 pozzi)*	17.0 – 20.0	300	15 - 17	XXX
CR	2003 (6 pozzi)*	18.0	300	15	XXI
CR7	2005 (1 pozzo)* (1)	20.0	300	14	XXI
DIS N	2005 (1 pozzo)* (1)	20.0	300	14	XXIX
Parco Serbatoi Zona XXXI	1997 (6 pozzi)	18.0	300	12	XXXI
Pipe 2	2003 (1 pozzo)*	18.0	300	15	XXVI Pipeline
Pipe 3	2005 (1 pozzo)* (1)	20.0	300	14	XXVI Pipeline

PRP1 e 2	1996 (2 pozzi)*	18.0	300	15	XXVI e XXVII
PR100	1996 (1 pozzo)	18.0	100	12	XVIII
P26	Pre 1990 (1 pozzo)	22.0	100	6	XVIII
PSG13	2005 (1 pozzo)* (1)	20.0	300	14	TR3 Cavo S Giorgio
P14, VP2, 6, 7	Pre 1990 (4 pozzi)	15.0, 6.0, 17.0	100	6, 3, 14	TR3 Cavo S Giorgio
P17	Pre 1990 (1 pozzo)	15	100	2	XXVIII

* pozzo dotato di due pompe indipendenti, una a funzionamento continuo per l'azione di abbassamento idraulico della falda, con rilancio delle acque emunte all'impianto biologico, l'altra a funzionamento discontinuo per il recupero dei prodotti organici in fase separata.

⁽¹⁾ Pozzi attualmente in allestimento.

Per quanto concerne la verifica dell'efficienza dello sbarramento idraulico come sistema di messa in sicurezza, si rimanda alla Nota Tecnica *"Messa in sicurezza del sito – Verifica della tenuta delle opere di sbarramento idraulico della falda"*, redatta da Snamprogetti in data 20/07/05).

8.6 Manutenzione/controllo serbatoi e aste fognarie

Nel corso degli anni '90, a seguito dell'accertamento dello stato del sistema fognario, si è provveduto al suo ripristino mediante rifacimenti e riparazioni ed alla dismissione di alcuni tratti di fognatura a servizio di impianti demoliti.

Da alcuni anni è in atto un piano sistematico di ispezione delle fognature di processo, tramite controlli attuati con riprese televisive (ogni 2 anni) o prove di tenuta (ogni 4 anni). La ripresa televisiva viene effettuata dopo svuotamento del tratto da controllare introducendo la telecamera con la quale si producono documentazione fotografica e videocassette. La prova di tenuta, dopo l'intercetto del tratto da controllare, prevede il riempimento con acqua ed il successivo controllo dell'eventuale calo di livello.

Per quanto riguarda invece il Parco Serbatoi dello Stabilimento, dal 1991 si è proceduto:

⇒ alla realizzazione della protezione catodica dei serbatoi per la schermatura delle

- correnti vaganti;
- ⇒ ad effettuare l'ispezione completa dei serbatoi secondo un piano poliennale comunicato agli Enti Pubblici ed aggiornato annualmente;
 - ⇒ alla verifica della tenuta di fondo dei serbatoi, con cadenza biennale, mediante la tecnica "Tracer Tight", che utilizza traccianti e dreni d'ispezione sottostanti i serbatoi".

Nel caso in cui vengano evidenziate situazioni anomale sui serbatoi, si procede alla loro immediata messa fuori servizio, dandone comunicazione agli Organi di controllo preposti. L'ubicazione dei serbatoi, distinguendo tra quelli esercizio e non, viene riportata in Figura 17 dell'Allegato 1.

9. REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE (G.I.S.)

Nel corso della presente campagna di indagine, si è provveduto all'aggiornamento del Sistema Informatico Georeferenziato, già realizzato da FWIENV e di prossima installazione presso lo Stabilimento di Mantova.

Tutte le elaborazioni cartografiche che accompagnano questo documento sono realizzate sulla base del rilievo topografico della società Snamprogetti che aggiorna il precedente rilievo presentato nel documento *“Relazione Tecnica Descrittiva del Piano della Caratterizzazione, ai sensi del D.M. 471/99”* del Febbraio 2003.