



Proprietà:
LOMBARDA PETROLI S.p.A.
Villasanta (MI)

**Sintesi delle attività di caratterizzazione della
matrice terreno (suolo-sottosuolo) e delle
procedure amministrative relative alla
riqualificazione dell'ex area Lombarda Petroli**





13 OTTOBRE 2006

<p><i>FENICE S.p.A. a socio unico</i></p> <p>CENTRO SERVIZI ECOLOGICI Bonifiche e Monitoraggi ambientali Via Acqui 86 10090 Rivoli Cascine Vica (Torino) Tel 011 9513911/912 Telefax 011 9513800 Direzione e Coordinamento ex art. 2497 c.c.: Electricité de France E-mail: cse.dir@fenicespa.com</p>		<input type="checkbox"/> Prodotti industriali <input type="checkbox"/> Acque potabili <input type="checkbox"/> Acque di scarico <input type="checkbox"/> Rifiuti industriali <input type="checkbox"/> Microbiologia <input checked="" type="checkbox"/> Altre prestazioni	
<i>Riferimento:</i>	CSE-RL-901/06	<i>Pagine:</i>	1 di 44
<i>Data:</i>	13/10/2006	<i>Allegati</i>	: 3
<p style="text-align: center;">Proprietà:</p> <p style="text-align: center;">LOMBARDA PETROLI S.p.A.</p> <p style="text-align: center;">Villasanta (MI)</p> <p style="text-align: center;">Sintesi delle attività di caratterizzazione della matrice terreno (suolo-sottosuolo) e delle procedure amministrative relative alla riqualificazione dell'ex area Lombarda Petroli</p> <p style="text-align: center;"><i>Relazione Tecnica</i></p>			
S. Sucato	M. Sagliaschi	M. Steardo	
Bonifiche e Monitoraggi Ambientali	Responsabile Bonifiche e Monitoraggi Ambientali	Responsabile Centro Servizi Ecologici	
Elaborazione	Verifica	Approvazione	



	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	2 di 44	

INDICE

1. PREMESSA	5
2. DOCUMENTAZIONE PREGRESSA	7
3. INDAGINE STORICA E ITER AMMINISTRATIVO	9
3.1 Suddivisione dell'area in lotti	11
4. INDAGINI PREGRESSE REALIZZATE SULL'AREA LOMBARDA PETROLI	16
5. RISULTATI DELLE INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE SULLA MATRICE TERRENO	18
5.1 Lotto A1	18
5.2 Lotto A2	19
5.3 Lotto B	20
5.4 Lotto C	22
5.5 Lotto D	23
5.6 Lotto E1	24
5.7 Lotto E2	25
6. INDAGINI INTEGRATIVE PROPOSTE NEI DOCUMENTI PROGETTUALI PRESENTATI DA LOMBARDA PETROLI S.P.A.	26
6.1 Lotto A1	26
6.2 Lotto A2	27
6.3 Lotto B	27
6.4 Lotto C	27
6.4 Lotto D	28
6.4 Lotto E1 e E2	28
7. POSSIBILI SCENARI DI INTERVENTO PER LA BONIFICA DEGLI ACQUIFERI	29
7.1 Air Stripping	31
7.2 Air Sparging	32
7.3 Soil Vapor Extraction	33
7.4 Biosparging	34

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	3 di 44	

7.5	Treno di tecnologie (AS, BS, SVE)	35
7.6	Ossidazione chimica	35
7.7	Engineered Bioremediation.....	37
7.8	Barriere permeabili reattive.....	39
8.	CONCLUSIONI	42

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	4 di 44	

FIGURE

Figura 3.1: Inquadramento dell'area di intervento

Figura 3.2 Attuale suddivisione in lotti dell'area Lombarda Petroli

ALLEGATI

Allegato 1: Verbale dell'incontro tecnico preliminare relativo all'area Lombarda Petroli in Comune di Villasanta (11 settembre 2006)

Allegato 2: Iter amministrativo: verbali delle Conferenze di Servizio

Allegato 3: Tabelle riassuntive delle analisi sui terreni effettuate nel periodo 1993 – 2005

TAVOLE



Tavola 1: Contenuto dei serbatoi di stoccaggio e interventi di demolizione

Tavola 2: Piano Particolareggiato vigente (Comune di Villasanta – MI)

Tavola 3: Proposta di variante al Piano Particolareggiato del Comune di Villasanta (MI), protocollata in data 15 marzo 2006

Tavola 4: Lottizzazione attuale e futura dell'area Lombarda Petroli con destinazione d'uso delle aree ai sensi del D.Lgs. 152/2006

Tavola 5: Ubicazione delle indagini realizzate con indicazione dei parametri con concentrazioni superiori alle CSC del D.Lgs. 152/2006



	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	5 di 44	

1. PREMESSA

Durante l'incontro tecnico preliminare tenutosi il giorno 11 settembre 2006 presso gli uffici della Regione Lombardia è stato discusso lo stato di avanzamento delle attività di bonifica e messa in sicurezza dell'area Lombardi Petroli sita in via R. Sanzio, 4 nel comune di Villasanta (MI). In tale sede è stato evidenziato che:

- nell'ambito della procedura di bonifica attivata da Lombarda Petroli il sito è suddiviso in cinque lotti funzionali il cui iter progettuale ex D.M. 471/99 presenta differenti stati di avanzamento;
- è in atto un passaggio di proprietà tra le società Lombarda Petroli e Addamiano Costruzioni S.p.A.;
- è stata inoltre presentata una proposta di recupero urbanistico dell'area che, in funzione delle nuove destinazioni d'uso previste, potrebbe comportare delle variazioni sugli obiettivi di bonifica.

Alla luce di quanto sopra e in virtù del cambiamento normativo conseguente all'emanazione del D.Lgs. n.152 del 3 aprile 2006, si rende necessario procedere alla presentazione di un documento unitario che riassume lo stato dell'arte dal punto di vista amministrativo e delle attività eseguite, nonché delle conoscenze acquisite relativamente alle matrici ambientali suolo, sottosuolo e acque sotterranee. Alla luce del piano di sviluppo proposto per l'area è, inoltre, necessario presentare un nuovo elaborato riassuntivo delle destinazioni d'uso dei vari lotti.



	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	6 di 44	

Il presente documento illustra pertanto i seguenti punti:

- Interventi in corso sul sito e relativo stato di attuazione dell'iter amministrativo;
- Nuova suddivisione per lotti degli interventi di riqualificazione urbanistica dell'area con indicazione per ognuno di essi degli obiettivi di bonifica dei terreni;
- Possibili scenari di intervento per la bonifica degli acquiferi sui quali sarà possibile stabilire le tempistiche progettuali.

Il presente documento, congiuntamente a quello redatto da Petroltecnica s.r.l. "Relazione tecnico-descrittiva status interventi su area Lombarda Petroli e proposta di potenziamento della barriera idraulica esistente", costituisce quindi, nell'ambito della procedura di bonifica, il punto di partenza per le future attività di progettazione sul sito.

Successivamente, in accordo al comma 4 dell'articolo 265 del D.Lgs n.152 del 3 aprile 2006, la procedura si articolerà secondo la nuova normativa, a partire dalla presentazione di un Piano della Caratterizzazione organico per tutta l'area che preveda le ulteriori indagini integrative anche in funzione della necessità di acquisire i parametri funzionali all'esecuzione dell'analisi di rischio per la definizione dei nuovi obiettivi di bonifica secondo quanto previsto dal decreto stesso.



	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	7 di 44	

2. DOCUMENTAZIONE PREGRESSA



La presente relazione viene redatta sulla base dell'analisi della documentazione tecnica e progettuale che ha interessato l'area in esame a partire dal 2001 fino ad oggi.

In particolare, per la ricostruzione delle attività di indagine finora condotte sull'area in esame, sono stati acquisiti i seguenti documenti:

1. “Piano della Caratterizzazione” (settembre 2001), redatto da sat s.r.l.;
2. “Piano della Caratterizzazione – Aggiornamento Giugno 2002”, redatto da sat s.r.l.;
3. “Integrazioni a seguito pareri Enti del 30.07.2002” (dicembre 2002), redatto da sat s.r.l.;
4. “Avanzamento lavori al 31.12.2002” (dicembre 2002), redatto da sat s.r.l.;
5. “Proposta Preliminare di Bonifica del lotto 1” (luglio 2004), redatto dallo Studio Geco;
6. “Piano della Caratterizzazione del lotto 2” (settembre 2004), redatto da Petroltecnica s.r.l.;
7. “Integrazioni al Piano della Caratterizzazione del lotto 2” (dicembre 2004), redatto da Petroltecnica s.r.l.;

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	8 di 44	

8. “Relazione tecnica descrittiva del piano di investigazione iniziale del lotto 2” (settembre 2005), redatta da Petroltecnica s.r.l.;
9. “Progetto Preliminare di Bonifica del lotto 3” (dicembre 2005), redatto da Petroltecnica s.r.l.;
10. “Progetto Preliminare di Bonifica del lotto 2” (febbraio 2006), redatto da Petroltecnica s.r.l.;
11. “Proposta di Progetto Definitivo di bonifica del lotto 1” (aprile 2006), redatto da Petroltecnica s.r.l.;
12. “Piano della Caratterizzazione del lotto 5” (aprile 2006), redatto da Petroltecnica s.r.l.;
13. “Piano della Caratterizzazione del lotto 4” (maggio 2006), redatto da Petroltecnica s.r.l.;
14. “Integrazioni al Progetto Preliminare di Bonifica dei lotti 2 e 3 e Proposta di Protocollo operativo per il prelievo di campioni di terreno del lotto 1” (giugno 2006), redatto da Petroltecnica s.r.l.

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	9 di 44	



3. INDAGINE STORICA E ITER AMMINISTRATIVO

Lo stabilimento della Lombarda Petroli S.p.A., fondato nel secondo ventennio del novecento, occupa un'area di circa 30 ha nel settore meridionale del concentrico di Villasanta (MI) al confine con il limitrofo Comune di Monza (**Figura 3.1**).

L'area di interesse, dopo essere stata interessata dall'attività di raffinazione del petrolio greggio dal 1984 ad oggi risulta adibita allo stoccaggio di idrocarburi, in particolare di benzine per autotrazione (fino al 1996), di oli combustibili e di gasolio da riscaldamento e da autotrazione.

Lo stoccaggio dei prodotti avviene in serbatoi fuori terra, con cubature comprese tra qualche centinaio di m³ fino a circa 16.000 m³, delimitati in bacini di contenimento in cemento. I serbatoi attualmente utilizzati per lo stoccaggio dei prodotti suddetti sono esclusivamente localizzati nel settore occidentale del sito all'interno delle aree ancora attive. I prodotti stoccati risultano, come riportato nella **Tavola 1**, i seguenti:

- Petrolio;
- Biodiesel;
- Olio combustibile;
- Gasolio;
- Additivo;
- Acqua.

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	10 di 44	

Lo stabilimento è dotato di una rete fognaria industriale che serve i due parchi serbatoi lato est ed ovest e di una rete antincendio alimentata da due pozzi ubicati nel settore nord-occidentale dell'area.



Nel periodo compreso tra il 1993 e il 2001, in previsione della dismissione e demolizione degli impianti produttivi, sono stati effettuati dei sondaggi, alcuni dei quali attrezzati a piezometro. I risultati di tali indagini sono riportati nel Piano di Caratterizzazione del settembre 2001, redatto a seguito dell'accordo firmato tra il Comune di Villasanta e la società Lombarda Petroli in data 8 gennaio 2001, ed approvato con prescrizioni con la Determinazione n° 131 del Comune di Villasanta (11 marzo 2002).

Nei mesi di giugno e dicembre 2002 sono stati presentati agli Enti competenti rispettivamente l'aggiornamento e le integrazioni richieste al Piano di Caratterizzazione generale del settembre 2001.

Dal mese di giugno 2002, come risulta da verbale del gruppo tecnico del 18 settembre 2001, è stata concordata la suddivisione dell'intera area Lombarda Petroli in n° 5 lotti omogenei (lotto 1÷lotto 5), sia dal punto di vista ambientale che funzionale alla destinazione urbanistica (**Allegato 2**).

Sul sito di intervento è in atto una procedura di dismissione delle aree e demolizione delle strutture non più interessate da attività di raffinazione e stoccaggio di idrocarburi.

In particolare, gli interventi di dismissione interessano il settore centro-orientale del sito, come evidenziato nella planimetria allegata (**Tavola 1**), dove vengono

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	11 di 44	



riportati sia i serbatoi che i manufatti da demolire, sia gli elementi impiantistici da conservare come “memoria storica” delle pregresse attività. Questi ultimi sono rappresentati dalla torre principale di raffinazione, presente nel settore centrale dell’area, e dal serbatoio, identificato con la sigla 2N, presente al margine centro-meridionale dell’area, per il quale è prevista una riqualificazione a giardino pensile.

3.1 Suddivisione dell’area in lotti

L’area oggetto di intervento, con una superficie complessiva di circa 30 ha, risulta attualmente suddivisa in 5 lotti (**Figura 3.2**) per i quali i documenti presentati agli Enti Competenti risultano i seguenti:

Lotto 1

- Piano di Caratterizzazione (Aggiornamento - giugno 2002): approvato nella CdS del luglio 2002;
- Progetto Preliminare di Bonifica (luglio 2004): approvato nella CdS del marzo 2005;
- Progetto Definitivo di Bonifica (aprile 2006): consegnato nella CdS dell’aprile 2006 con una proposta di indagini integrative, il procedimento di valutazione è attualmente sospeso;
- Proposta di Protocollo Operativo per il prelievo di campioni di terreno (giugno 2006);

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	12 di 44	

Lotto 2

- Piano di Caratterizzazione (settembre 2004): approvato, con le integrazioni presentate a marzo 2005, nella CdS del marzo 2005;
- Progetto Preliminare di Bonifica (febbraio 2006): approvato nella CdS dell'aprile 2006;
- Integrazioni al Progetto Preliminare di Bonifica (giugno 2006);

Lotto 3

- Progetto Preliminare di Bonifica (dicembre 2005): approvato nella CdS dell'aprile 2006;
- Integrazioni al Progetto Preliminare di Bonifica (giugno 2006);



Lotto 4

- Piano di Caratterizzazione (maggio 2006): il procedimento di valutazione è attualmente sospeso;

Lotto 5

- Piano di Caratterizzazione (aprile 2006): consegnato nella CdS dell'aprile 2006, il procedimento di valutazione è attualmente sospeso.

Gli iter amministrativi per l'approvazione dei PdC dei lotti 4 e 5 e del Progetto definitivo di bonifica del lotto 1 risultano attualmente sospesi a seguito della comunicazione del 12 luglio 2006 *“sviluppo urbanistico dell'area Lombarda Petroli sita in Villasanta – comunicazioni alla Conferenza di Servizi”* nella quale



	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	13 di 44	

veniva, tra l'altro evidenziata l'intenzione di riesaminare i documenti progettuali in itinere alla luce del D.Lgs. 152/06 del 3 aprile 2006, nonché alla successiva richiesta degli Enti di realizzare un nuovo Piano di Caratterizzazione, integrativo a quelli già presentati per i singoli lotti, redatto in forma organica per tutta l'area.

Sull'area Lombarda Petroli è stata proposta una variante al P.P. vigente (**Tavola 2**), protocollata al Comune di Villasanta in data 15 marzo 2006 (**Tavola 3**).

La nuova ripermimetrazione identifica la presenza di 5 macro-lotti funzionali denominati A, B, C, D, E; i lotti A ed E vengono ulteriormente suddivisi in due lotti denominati rispettivamente A1 – A2 e E1 – E2 (**Tavola 4**).



Il confronto fra l'attuale suddivisione in lotti dell'area Lombarda Petroli e quella prevista nella nuova proposta di variante al P.P. è riportato nella **Tavola 4**; dall'elaborato si evincono i seguenti rapporti tra i diversi lotti:

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	14 di 44	



Nuova ipotesi di ripermimetrazione dell'area	Attuale perimetrazione dell'area
Lotto A1	Porzione centro-orientale dell'ex Lotto 1
Lotto A2	Ex Lotto 2a + porzione orientale dell'ex Lotto 2b
Lotto B	Porzione centro-occidentale dell'ex Lotto 1 + ex Lotto 5
Lotto C	Porzione centrale dell'ex Lotto 2b
Lotto D	Lotto 3 + porzione nord-occidentale dell'ex Lotto 2b
Lotto E1	Porzione occidentale e settentrionale dell'ex Lotto 4
Lotto E2	Porzione orientale dell'ex Lotto 4

L'ipotesi di variante al P.P. prevede, per i singoli lotti funzionali precedentemente identificati, la seguente classificazione ai sensi della Tabella 1 Allegato 5 del D.Lgs. 152/06:

- Lotto A1:
destinazioni rientranti nella Colonna B;
- Lotto A2:
destinazioni rientranti nella Colonna B;
- Lotto B:
destinazioni rientranti nella Colonna A;
- Lotto C e Lotto D:
destinazioni rientranti nella Colonna A;

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	15 di 44	

- Lotto E1:
destinazioni rientranti nella Colonna B;
- Lotto E2:
destinazioni rientranti nella Colonna A.

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	16 di 44	

4. INDAGINI PREGRESSE REALIZZATE SULL'AREA LOMBARDA PETROLI

Le indagini realizzate nell'area Lombarda Petroli, a partire dal 1993 fino ad oggi, sono riassunte, in funzione della matrice di interesse, nel seguente elenco:

Matrice terreno

- **Settembre-Novembre 1993**



- rilievi georadar ed elettromagnetici;
- realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni ed analisi sul tal quale;
- monitoraggio gas interstiziali terreno insaturo;

- **Novembre 1995 – Settembre 1998**

- realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni ed analisi sul tal quale;
- caratterizzazione fisica dei terreni insaturi e saturi con prove in situ e di laboratorio
- monitoraggio gas interstiziali terreno insaturo;
- test di estrazione sul pozzo di aspirazione denominato Pasp (lotto A2);
- test respirometrico per la determinazione dei parametri O₂, CO₂ e TOC;

- **Marzo – Maggio 2001**

- realizzazione di sondaggi con prelievo di campioni ed analisi sul tal quale ed installazione di sonde a gas e piezometri;
- caratterizzazione fisica dei terreni insaturi e saturi con prove in situ e di laboratorio;

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	17 di 44	



- **2004-2006**

- realizzazione di pozzetti esplorativi e sondaggi con prelievo di campioni e analisi chimiche sul tal quale;
- installazione di piezometri;

Matrice acque di falda

- **1993 - 2006**

- piezometria della falda sospesa e della falda freatica profonda;
- prove di pompaggio sia a gradini che di lunga durata;
- analisi chimiche sui campioni prelevati;
- test di infiltrazione d'acqua nel terreno;
- test di insufflaggio aria e monitoraggio OD;
- prove di permeabilità;
- perizia relativa all'accertamento di prodotto petrolifero surnatante in piezometri Water & Soil Remediation S.r.l., marzo 2000);
- prove di salinità nel pozzo PoA.

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	18 di 44	

5. RISULTATI DELLE INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE SULLA MATRICE TERRENO



I risultati delle analisi chimiche effettuate sui terreni, in relazione alla futura lottizzazione dell'area, sono riportati nella planimetria della **Tavola 5** e nelle tabelle riassuntive dell'**Allegato 3**.

Per i parametri MTBE, Naftalene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, non normati dal D.Lgs 152/06, come valori di riferimento sono stati presi in considerazione quelli derivanti dal documento redatto da ANPA, ARPA Liguria, ARPA Piemonte e Istituto Superiore di Sanità in data 10/06/2000 ad integrazione dei valori limite per i terreni e per le acque sotterranee riportati nel D.M. 471/99.

Le analisi chimiche effettuate fino ad oggi sulla matrice terreno mettono in evidenza dei protocolli di campionamento che, col passare del tempo, sono stati modificati ed integrati; gli analiti ricercati risultano pertanto diversi nelle diverse campagne di campionamento con la conseguente difficoltà di un confronto organico e completo fra i diversi dati.

5.1 Lotto A1

Le indagini realizzate non evidenziano superamenti dei limiti imposti dal D.Lgs. 152/2006 per quanto riguarda i siti ad uso commerciale e industriale riportati nella Colonna B della Tabella 1 – Allegato 5.



	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	19 di 44	

Pertanto, dato che le concentrazioni degli analiti sono, già allo stato attuale, inferiori alle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) previste dalla normativa di riferimento si propone di escludere l'area del lotto A1 dai procedimenti e progetti di bonifica del suolo e del sottosuolo che interesseranno i restanti settori dell'area Lombardi Petroli.

Tale proposta nasce dalla considerazione che il lotto A1 rientra, in relazione alla destinazione d'uso prevista, all'interno dei "siti non contaminati" (Art. 240, lettera f del D.Lgs 152/2006).

5.2 Lotto A2

I terreni del lotto A2 non presentano superamenti delle CSC previste dal D.Lgs. 152/06 ad esclusione di due punti (Pi17 e 96/97) presenti in corrispondenza del margine nord-orientale del lotto e di un punto (60L) ubicato al margine sud-orientale. Le analisi chimiche sui terreni prelevati durante la perforazione dei sondaggi Pi17 e 96/97, eseguite nel 1998, mostrano dei superamenti di Idrocarburi Totali ($IT = C_{>12} + C_{<12}$) per la destinazione d'uso prevista (produttivo) con valori rispettivamente di 1626 e 1050 mg/kg. Il limite degli Idrocarburi Totali, parametro non normato dal D.M. 471/99 (normativa di riferimento per le indagini del 1998), è stato assunto pari alla somma dei limiti relativi al $C_{<12}$ e al $C_{>12}$ (PdC del settembre 2001); per la destinazione d'uso dell'area a produttivo-industriale equivale pertanto a 1000 mg/kg (=250 + 750 mg/kg).

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	20 di 44	



I superamenti relativi agli IT misurati nel Pi17 non si sono registrati nella successiva indagine di approfondimento del 2001 in quanto il sondaggio CC11/S29, realizzato in prossimità del Pi17, non ha evidenziato alcun valore superiore ai limiti normativi di riferimento.

In corrispondenza del punto 60L, alla profondità di 1 metro dal p.c., si è registrato un valore di Benzene pari a 129,2 mg/kg rispetto alla CSC di 2 mg/kg prevista dal D.Lgs. 152/06. In corrispondenza del punto suddetto le indagini limitrofe, realizzate in tempi successivi, non hanno evidenziato più alcun superamento dei limiti normativi per la destinazione d'uso prevista.

5.3 Lotto B

Il lotto B risulta parzialmente caratterizzato (settore centro-orientale) in quanto l'iter di approvazione del PdC dell'ex lotto 5 (settore occidentale del lotto B), presentato agli Organi competenti in data 7 aprile 2006, è attualmente sospeso. Le indagini realizzate mostrano, per la destinazione a verde pubblico e residenziale prevista per tale area, delle concentrazioni superiori ai limiti normativi di riferimento per quanto riguarda prevalentemente gli idrocarburi pesanti (C>12) e subordinatamente per gli idrocarburi leggeri (C<12), l'Arsenico, il Toluene, l'Etilbenzene e lo Xilene.

In particolare, i superamenti più elevati dei suddetti analiti si registrano in corrispondenza dei seguenti punti di indagine:

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	21 di 44	

AS1

- C>12 con concentrazioni di 140 mg/kg (CSC = 50 mg/kg) alla profondità di 4 m dal p.c.;



AS4

- Arsenico con concentrazioni di 38 mg/kg (CSC = 20 mg/kg) alla profondità di 1 m dal p.c.;

CC4/S10

- C<12 con concentrazioni di 201 mg/kg (CSC = 10 mg/kg) alla profondità di 15 m dal p.c.;
- Toluene con concentrazioni di 9 mg/kg (CSC = 0,5 mg/kg) alla profondità di 15 m dal p.c.;
- Etilbenzene con concentrazioni di 2 mg/kg (CSC = 0,5 mg/kg) alla profondità di 15 m dal p.c.;
- Xilene con concentrazioni di 10 mg/kg (CSC 0,5 mg/kg) alla profondità di 15 m dal p.c.

Le indagini realizzate nel 1993 (21C, 23C e 24C) evidenziano dei superamenti dei parametri Idrocarburi Totali, Benzene, Toluene, Etilbenzene e Xileni nel primo metro dal p.c., con concentrazioni elevate prevalentemente per quanto riguarda gli Xileni (valori fino a 12,1 mg/kg); in tali punti non si sono prelevati campioni a profondità superiori.

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	22 di 44	

Le informazioni attualmente in possesso non permettono di determinare l'estensione in profondità della contaminazione in quanto la maggior parte delle indagini risultano essere dei pozzetti esplorativi con un campione di fondo, prelevato alla profondità di 4 m dal p.c., caratterizzato da superamenti dei limiti normativi di riferimento.



5.4 Lotto C

All'interno del lotto C le indagini realizzate nel periodo 2001-2005 hanno evidenziato dei superamenti delle CSC per quanto riguarda prevalentemente gli idrocarburi pesanti ($C>12$) e in maniera minore gli idrocarburi leggeri ($C<12$).

Per gli idrocarburi pesanti si registrano delle concentrazioni con valori fino a circa 2580 mg/kg (CSC=50 mg/kg) alla profondità di 4,5-5,5 m dal p.c. nel sondaggio CC28; lo stesso sondaggio mostra, alla profondità di 6-7 m dal p.c., dei valori di idrocarburi leggeri fino a 200 mg/kg (CSC=10 mg/kg).

I campioni di terreno prelevati durante la realizzazione del Pi16 (1998) mostrano, oltre a dei superamenti di Idrocarburi Totali ($C<12 + C>12$), anche dei superamenti di Benzene, Toluene, Etilbenzene e Xileni con dei valori di 0,9 mg/kg.

Le indagini CC10 e Pi16 presentano dei superamenti lungo tutta la verticale; inoltre per i sondaggi CC10/S32 e S11, spinti rispettivamente fino alla profondità di 32,5 e 3 m dal p.c., i terreni risultano contaminati fino a fondo foro non consentendo pertanto di stabilire con esattezza la profondità di estensione della contaminazione.

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	23 di 44	



5.5 Lotto D

Le indagini realizzate evidenziano dei superamenti delle CSC di riferimento prevalentemente per gli idrocarburi pesanti ($C>12$) e in modo subordinato per gli idrocarburi leggeri ($C<12$) e il piombo.

In particolare, per quanto riguarda i pozzetti esplorativi, spinti alla profondità di 4 m, si osserva una contaminazione del fondo per idrocarburi pesanti con concentrazioni comprese tra 55 e 188 mg/kg.

Per quanto riguarda i sondaggi a carotaggio continuo, i punti CC21 e CC22 mostrano su tutta la verticale (10 m di profondità dal p.c.) una contaminazione di idrocarburi pesanti con concentrazioni che raggiungono dei valori di circa 1100 mg/kg (campione alla profondità di 10 m dal p.c. nel sondaggio CC22). Nel sondaggio CC22 si registrano inoltre dei superamenti di idrocarburi leggeri (concentrazioni di 18 mg/kg su CSC di 10) e di Piombo (concentrazioni di 267,5 mg/kg su CSC di 100) rispettivamente alle profondità di 9-10 m e 0-1 m dal p.c.

Nel sondaggio CC23, spinto fino alla profondità di 10 m, si hanno dei superamenti per quanto riguarda gli idrocarburi pesanti alle profondità di 0-1 e 3-4 m (con concentrazioni rispettivamente di 359 e 90 mg/kg) e il Piombo alla profondità di 3-4 m dal p.c. (concentrazione di circa 140 mg/kg).

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	24 di 44	



Anche le indagini realizzate nel 2001 (CC7, S17 e S9) evidenziano dei superamenti di C<12 con valori compresi tra 12 e 26 mg/kg.

Le indagini effettuate, essendo caratterizzate dalla presenza di contaminazione in corrispondenza del campione di fondo prelevato (ad esclusione del sondaggio CC23 e CC7), non consentono una valutazione delle reali potenze di terreno inquinato.

5.6 Lotto E1



Le indagini realizzate mostrano dei superamenti delle CSC previste in corrispondenza dei punti S2, 69A e 76A.

Nel sondaggio S2 si ha un valore di C>12 pari a circa 12.000 mg/kg alla profondità di 4,5-5 m da p.c.; nel sondaggio 69A si hanno dei superamenti di Benzene alla profondità di 1 e 4 m dal p.c. con valori rispettivamente di 6,7 mg/kg e 5,2 mg/kg, mentre nel sondaggio 76A si hanno dei superamenti di Idrocarburi Totali alla profondità di 4 e 5 m dal p.c. con valori rispettivamente di 2718,5 mg/kg e 3684,3 mg/kg.

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	25 di 44	

5.7 Lotto E2

L'unica indagine realizzata nel lotto E2 è quella in corrispondenza del punto 38A (effettuata nel 1993) che mostra un superamento delle CSC previste per quanto riguarda il Benzene (2,9 mg/kg) e gli Xileni (1,5 mg/kg) alla profondità di 1 m dal p.c.

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	26 di 44	

6. INDAGINI INTEGRATIVE PROPOSTE NEI DOCUMENTI PROGETTUALI PRESENTATI DA LOMBARDA PETROLI S.P.A.



Ad integrazione delle indagini dirette realizzate nell'area di interesse, nei diversi documenti di progetto presentati dalla Società Lombarda Petroli S.p.A., sono previsti degli approfondimenti costituiti da sondaggi (fino a profondità di circa 10 m dal p.c.), microsondaggi (spinti fino a profondità di 6 m dal p.c.) e pozzetti esplorativi (spinti fino a profondità di 4 m dal p.c.) con prelievo di terreno a diverse profondità da sottoporre ad analisi chimiche.

Le indagini integrative di approfondimento, proposte da Lombarda Petroli, sono riportate nella planimetria della **Tavola 5**.

6.1 Lotto A1

Per il lotto A1 è stata proposta la realizzazione di 12 microsondaggi (MS1÷MS12, spinti a 6 m dal p.c.) in corrispondenza dell'intorno dei punti AS12, AS25 e CC18 che mostravano dei superamenti dei limiti di riferimento normativo per la "vecchia" destinazione a verde pubblico.

Dato che con la nuova destinazione d'uso dell'area a produttivo e commerciale non si ha alcun superamento delle CSC del D.Lgs. 152/06 si propone di non realizzare gli approfondimenti di indagine, costituiti dai 12 microsondaggi suddetti, precedentemente previsti.

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	27 di 44	

6.2 Lotto A2

All'interno del lotto A2 è prevista la realizzazione di un sondaggio a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di 15 metri (CC37) localizzato allo spigolo sud-occidentale del lotto stesso.



6.3 Lotto B

All'interno del lotto B i progetti redatti da Petroltecnica riportano delle indagini integrative prevalentemente nel settore occidentale in corrispondenza dell'ex lotto 5. In tale area erano localizzati gli impianti di raffinazione che risultano oramai smantellati ad esclusione della torre principale, per la quale è previsto un possibile recupero come memoria storica delle pregresse attività industriali.

In tale area sono stati proposti dei pozzetti esplorativi (profondità di 4 m dal p.c.), dei microsondaggi (profondità di 6 m dal p.c.) attorno ai punti AS3, AS7, AS8, AS14, AS15 e AS21 e dei sondaggi a carotaggio continuo (profondità di 10 m dal p.c.).

6.4 Lotto C

All'interno del lotto C le indagini integrative proposte da Lombarda Petroli sono mirate ad investigare i terreni al di sotto dei serbatoi denominati 1D, 2D, 3D, 1E, che verranno demoliti, e del serbatoio 2N, che verrà mantenuto e riqualificato a giardino pensile.

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	28 di 44	



Le profondità di indagine dei carotaggi previsti sono comprese fra 15 e 30 m dal p.c.

6.4 Lotto D

All'interno del lotto sono stati proposti dei sondaggi a carotaggio continuo distribuiti uniformemente sull'area spinti a profondità comprese tra 8 e 15 m dal p.c.

6.4 Lotto E1 e E2

All'interno del lotto E sono stati proposti sia dei pozzetti esplorativi spinti alla profondità di 4 m dal p.c., sia dei sondaggi a carotaggio continuo spinti alla profondità di 10 m dal p.c.



	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	29 di 44	

7. POSSIBILI SCENARI DI INTERVENTO PER LA BONIFICA DEGLI ACQUIFERI

In questo capitolo si presenta una breve rassegna delle tecnologie potenzialmente applicabili nel sito Lombarda Petroli alla bonifica della falda. Le tecnologie di seguito riportate sono state individuate sulla base delle conoscenze attualmente disponibili, relative alla qualità delle acque sotterranee e alle caratteristiche geologiche e idrogeologiche delle matrici ambientali coinvolte.

Nel documento redatto da Petroltecnica s.r.l. “Relazione tecnico-descrittiva status interventi su area Lombarda Petroli e proposta di potenziamento della barriera idraulica esistente” è riportato lo stato qualitativo dell’acquifero con riferimento alle concentrazioni dei composti combustibili (Benzene, Toluene, Etilbenzene+Xilene, Idrocarburi totali) determinati durante il monitoraggio trimestrale e semestrale in essere sul sito. Le tecnologie individuate hanno, quindi, come target i composti BTEX e gli Idrocarburi totali rinvenuti, nel corso dei monitoraggi, in concentrazioni superiori ai limiti di legge in almeno uno dei piezometri.

Tuttavia, per la scelta della tecnologia più appropriata e per una corretta progettazione della bonifica, sarà necessario disporre di un quadro completo sulla qualità delle acque sotterranee, anche mediante l’esecuzione di una nuova campagna di misura dei livelli piezometrici, dei parametri chimico-fisici di campo, nonché il campionamento delle acque di tutti i piezometri appartenenti alla rete di monitoraggio, così come definito durante la Conferenza dei Servizi

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	30 di 44	



del 23 ottobre 2003 e fino ad ora eseguito con le cadenze concordate con gli Enti di Controllo.

I campioni di acqua di falda prelevati saranno sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio volte alla determinazione delle concentrazioni dei parametri riportati in Tabella 2 dell'Allegato 5 al Titolo 5 del D.Lgs. n 152/2006, secondo il protocollo analitico definito con gli Enti di Controllo.

Nel processo decisionale per l'individuazione della migliore tecnologia di bonifica, ci si avvarrà delle informazioni raccolte durante il monitoraggio sopra illustrato e si considereranno, tra gli altri, anche gli aspetti legati allo sviluppo futuro dell'area. Un primo fattore riguarda la possibilità di fruire, senza vincoli onerosi, dell'intera area appartenente alla Lombarda Petroli. In questa ottica, tecnologie in situ appaiono più vantaggiose rispetto a quelle on site che in genere richiedono spazi e strutture di servizio non facilmente conciliabili con i progetti di riqualificazione dell'area. Per lo stesso motivo, potrebbero essere preferiti trattamenti che richiedono tempi minori per il completamento della bonifica.

Le tecnologie potenzialmente applicabili alla bonifica degli acquiferi appartengono alla categoria delle tecniche sia in situ sia on site.



Il trattamento on site implica l'estrazione dell'acqua dal sottosuolo mediante pozzi di captazione e la successiva bonifica effettuata in bacini o reattori di vario genere (chimico-fisici e/o biologici). Si tratta, di fatto, di un sistema pump&treat, il quale combina la depurazione delle acque on site o ex situ con l'effetto di rimozione dei contaminanti e/o di sbarramento idraulico in situ. Poiché dal 1996

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	31 di 44	

è attiva in sito una barriera idraulica, oggetto del documento “Relazione tecnico-descrittiva status interventi su area Lombarda Petroli e proposta di potenziamento della barriera idraulica esistente” redatto da Petroltecnica, non è interesse del presente capitolo effettuare la rassegna delle possibili tecnologie di trattamento applicabili alle acque emunte, dato che il sistema attuale permette il trattamento ai livelli compatibili con la legislazione vigente in materia. Di seguito, si riporta una rassegna delle tecnologie esistenti per i trattamenti in situ, definendone brevemente le caratteristiche e le principali limitazioni, al fine di valutarne la applicabilità generale al sito in esame, alla luce delle conoscenze ad oggi disponibili.

7.1 Air Stripping

Il trattamento prevede l'immissione di aria in alcuni pozzi e la sua estrazione da altri al fine di accelerare il processo di desorbimento dei composti volatili (combustibili e VOC in generale) dal terreno mediante il passaggio di aria. La tecnologia ha, pertanto, come contaminanti target i VOC e come requisiti fondamentali richiede una soggiacenza non troppo ridotta e una litologia che consenta un flusso elevato ed uniforme (materiali omogenei a granulometria media o grossolana). Questi requisiti si possono ritenere generalmente soddisfatti, almeno nella zona sud orientale del sito (dove non è presente l'acquitrando superficiale). Non ci si può esprimere invece sulla tipologia dei contaminanti poiché non sono noti né quale frazione di idrocarburi totali, leggeri o pesanti, è prevalente né il quadro complessivo dei contaminati presenti. In

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	32 di 44	



particolare si segnala che concentrazioni di Ferro superiori a 10 mg/l, una durezza maggiore di 800 mg/l potrebbero essere di ostacolo alla bonifica.

In formazioni omogenee e permeabili, questo metodo consente di ottenere una totale rimozione dei VOC in tempi abbastanza brevi (settimane o mesi a seconda dei composti e delle concentrazioni iniziali), e significative riduzioni degli SVOC (uno-due ordini di grandezza). I composti non volatili subiscono durante il trattamento riduzioni fino a un ordine di grandezza principalmente grazie alla biodegradazione degli stessi.

7.2 Air Sparging

L'Air Sparging (AS) è una tecnologia che prevede l'iniezione di aria al di sotto della tavola d'acqua, con il duplice fine di ossigenare la falda e di favorire il trasferimento dei contaminanti volatili in fase vapore verso lo spessore insaturo, e la successiva rimozione mediante sistemi di recupero vacuum enhanced. Laddove siano presenti contaminanti semivolatili (SVOC), tale tecnica può essere mutata, in un secondo tempo, in Biosparging (BS). Pertanto, in presenza di composti non soggetti a volatilizzazione la tecnica non risulta efficace a meno di passare dal meccanismo di trasferimento per volatilizzazione a quello di biodegradazione.

L'Air Sparging ha un'efficacia limitata all'interno di terreni eterogenei, in quanto il flusso d'aria interessa principalmente le zone a maggiore permeabilità, mentre quelle meno permeabili tendono a non essere coinvolte dal trattamento. Pertanto è necessario un corretto studio delle caratteristiche idrogeologiche

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	33 di 44	

dell'acquifero al fine di evitare la formazione di percorsi preferenziali che limitano le zone di influenza del trattamento.



Inoltre, per valutare l'effettiva applicabilità della tecnologia è necessario conoscere la tipologia degli idrocarburi totali presenti, poiché il trattamento ha un'efficacia limitata se prevalgono i composti a maggior numero di atomi di carbonio. Inoltre, come per l'Air Stripping, valori elevati di Ferro e di Durezza possono ostacolare la bonifica.

I risultati ottenibili in termini di tempi e riduzione della contaminazione sono analoghi a quelli del trattamento di Air stripping se si considerano formazioni omogenee e permeabili.

7.3 Soil Vapor Extraction

Il trattamento di Soil Vapor Extraction (SVE) utilizza una soffiante o una pompa da vuoto, connessa a pozzi verticali (alte soggiacenze) o a trincee laterali (basse soggiacenze), al fine di ridurre la pressione nel suolo e conseguentemente favorire la volatilizzazione dei contaminanti, estratti mediante il vuoto stesso. La tecnologia SVE è relativamente poco costosa ed è da anni utilizzata diffusamente per la bonifica di terreni a permeabilità medio-elevata contaminati da benzine o altri composti volatili.

Nel sito in esame, la tecnologia sarebbe applicata congiuntamente a quella di Air Sparging, in modo da estrarre dal sottosuolo i composti che sono stati volatilizzati da quest'ultima.



	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	34 di 44	

La tecnica risulta efficace in terreni a permeabilità medio-elevata e con scarsa frazione organica, pertanto risulta importante conoscere anche il contenuto organico della frazione insatura, oltre ad avere un quadro completo dei composti chimici presenti in sito. Infatti, il riscontro in falda di composti più volatili dei BTEX e che però potrebbero non essere il target della bonifica deve essere attentamente valutata nel processo decisionale. Tali composti sarebbero, infatti, dei competitori nel processo di volatilizzazione e potrebbero quindi ridurre l'efficacia del trattamento.

7.4 Biosparging

Il Biosparging (BS) è stata sviluppata a fine anni '80 per la stimolazione della biodegradazione dei contaminanti organici mediante il controllo dei livelli di ossigeno e di nutrienti. Si tratta, sostanzialmente, di una modificazione della tecnica di Air Sparging che si applica in presenza di contaminanti semivolatili (SVOC). Infatti, rispetto all'AS tale tecnica prevede dei ratei di immissione dei fluidi gassosi inferiori, a livelli tali per cui il meccanismo di degradazione prevale sul meccanismo di strippaggio dei contaminanti.

In realtà, il sistema tratta sia composti volatili, favorendone la volatilizzazione e la biodegradazione, sia non volatili, mediante biodegradazione. La presenza di una componente di bonifica connessa ai processi di biodegradazione rende il trattamento meno soggetto a limitazioni legate all'eterogeneità dei materiali, tuttavia richiede un'installazione capillare dei pozzi, oltre a spazio aggiuntivo in superficie per l'impianto di trattamento aria e gli stoccaggi di nutrienti. Anche in

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	35 di 44	

questo caso, per una corretta valutazione dell'applicabilità della tecnologia, è necessario il quadro completo della qualità delle acque di falda, poiché la presenza di composti inorganici e di composti organici alogenati possono inficiarne l'efficacia.

I risultati ottenibili in termini di riduzione delle concentrazioni sono confrontabili con quelli dell'Air Sparging.



7.5 Treno di tecnologie (AS, BS, SVE)

L'approfondimento delle conoscenze relative alla qualità delle acque di falda e alle caratteristiche geologiche e idrogeologiche permetterà di valutare l'utilità di un impiego congiunto di due o più tecnologie tra Air Sparging, Biosparging e Soil Vapor Extraction, in contemporanea e/o in successione temporale.

L'applicazione di un treno di tecnologie potrebbe essere, infatti, vantaggiosa in presenza di composti VOC e SVOC che richiederebbero dapprima la rimozione delle sostanze volatili (trattamenti SVE, AS) e, quindi, la degradazione dei composti organici più pesanti (trattamenti BS). In particolare, l'utilizzo congiunto del trattamento SVE risulta particolarmente vantaggioso laddove si dovesse riscontrare una contaminazione da composti volatili nel terreno insaturo.

7.6 Ossidazione chimica

I trattamenti di ossidazione consistono nell'introdurre direttamente in falda, mediante pozzi di iniezione in pressione o senza, sostanze che permettono



	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	36 di 44	

l'ossidazione di composti organici recalcitranti alla biodegradazione. I composti ossidanti più comuni sono il perossido di idrogeno, l'ozono, il permanganato di potassio e gli ipocloriti.

I trattamenti di ossidazione chimica possono essere utilizzati da soli o in abbinamento con altri metodi. I composti ossidanti o riducenti possono essere impiegati anche per la bonifica dei metalli, pertanto è necessario conoscere quali sostanze chimiche sono presenti in falda ed individuare eventuali zone in cui la contaminazione da idrocarburi raggiunge livelli di concentrazione particolarmente elevati, ossia laddove l'applicazione di tale tecnologia possa risultare vantaggiosa.

Tra gli svantaggi di tale tecnologia vi sono la possibilità di liberare in falda sostanze aggiuntive, derivanti dalla riduzione dei composti iniettati, il cui destino ambientale non è sempre facilmente determinabile o, nel caso di impiego di forti ossidanti, una distruzione almeno parziale dei microrganismi presenti in falda. Pertanto, è necessario tenerne conto se si progetta contemporaneamente in zone adiacenti o successivamente un trattamento di biodegradazione microbico-ecologica.

In formazioni omogenee e discretamente permeabili, l'ossidazione chimica potrebbe consentire la riduzione delle concentrazioni di vari ordini di grandezza relativamente a VOC e SVOC e, in misura minore, a composti con maggior numero di atomi di carbonio.



	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	37 di 44	

7.7 Engineered Bioremediation

Per Bioremediation si intende la distruzione, attraverso degradazione, dei contaminanti a seguito di un insieme di processi catalitici biologici, ed in particolare microbici. La bioremediation può essere “ingegnerizzata” oppure intrinseca: è definita Engineered Bioremediation qualora intervenga una qualunque modifica del processo spontaneo, intrinseca in assenza di interventi. In questo secondo caso si parla anche di attenuazione naturale, laddove con tale termine si intende la riduzione delle concentrazioni dei contaminanti a seguito di vari processi concomitanti, quali la biodegradazione, le trasformazioni abiotiche, la dispersione meccanica, l’adsorbimento, la volatilizzazione, la diluizione, etc.



A livello di Engineered Bioremediation, è possibile distinguere due approcci: l’approccio “microbiologico”, e l’approccio “microbico-ecologico”. L’approccio microbiologico prevede l’immissione di microrganismi precedentemente modificati o adattati al fine di aumentarne la capacità di biodegradare specifici contaminanti presenti nel sito. L’approccio microbico-ecologico consiste invece nell’introdurre nel terreno o in falda vari elementi (nutrienti, ossigeno, aggiustanti di pH, etc.) al fine di migliorare l’efficienza ed i rate di biodegradazione dei microrganismi già presenti nel sottosuolo.

Nel caso si opti per questa tecnologia sono necessari un’approfondita conoscenza delle sostanze chimiche presenti in falda che potrebbero essere tossiche per i microrganismi deputati alla biodegradazione dei contaminanti target e un attento studio delle popolazioni microbiche già esistenti, poiché

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	38 di 44	

l'esistenza di contaminazione non recente, in genere, implica lo sviluppo di popolazioni microbiche acclimatate in grado di biodegradare efficacemente i contaminanti presenti. In particolare, la conoscenza dei livelli di ossigeno, di Ferro e Manganese presenti nelle acque di falda consente una prima valutazione della presenza o meno di attività di biodegradazione aerobica in atto.

La bioremediation si applica sostanzialmente a qualunque tipo di contaminante organico e consente buoni risultati in litologie molto varie, tuttavia la presenza di sostanze "tossiche" o di composti organici in concentrazioni tossiche può inficiare la bonifica. Inoltre, i processi di biodegradazione sono abbastanza lenti, per la maggior parte dei composti. Pertanto, nonostante gli idrocarburi non clorurati, quali quelli presenti presso in sito alla luce delle conoscenze attualmente disponibili, siano potenzialmente biodegradabili in condizioni aerobiche, il tempo per ottenere concentrazioni inferiori ai limiti di accettabilità potrebbe essere non trascurabile. Si precisa inoltre tali composti sono degradabili per via sia aerobica sia anaerobica. Tuttavia il metodo aerobico ha il vantaggio di essere in genere più rapido, meglio determinato, da un punto di vista delle reazioni chimiche e dei ceppi biologici coinvolti, e più semplice da implementare e mantenere, soprattutto nel caso di elevate soggiacenze ed ampie porzioni di acquifero coinvolte, dato che in assenza di contaminazione o altre modifiche dello stato naturale della falda essa tenderebbe spontaneamente a riportarsi in condizioni aerobiche.



	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	39 di 44	

Materiali omogenei e con conducibilità idrauliche medio-elevate permettono una migliore distribuzione dei microrganismi, dei nutrienti o altre sostanze introdotte nel sottosuolo; formazioni eterogenee e/o a scarsa permeabilità rallentano l'azione di risanamento, ma nel complesso non ne limitano significativamente l'efficienza, al contrario di molte altre tecniche “attive”.

L'aerazione può essere realizzata con vari metodi, i più comuni dei quali sono l'introduzione in falda di aria, ossigeno o una combinazione di esse, oppure l'introduzione di composti a lento rilascio di ossigeno. Il primo metodo è in genere applicato qualora all'ossigenazione della falda si voglia associare anche un trattamento di volatilizzazione e stripping dei contaminanti volatili, con l'onere aggiuntivo di dover prevedere sistemi di estrazione dei vapori ed abbattimento dei contaminanti estratti. I composti a lento rilascio di ossigeno sono caratterizzati da una semplicità di installazione e gestione, da un utilizzo della superficie sostanzialmente nullo, da costi contenuti e da un'azione prolungata nel tempo.

7.8 Barriere permeabili reattive



Questa tecnologia consiste nel porre, all'interno dello spessore saturo dell'acquifero, dei materiali reattivi che favoriscono o accelerano la degradazione dei contaminanti. Tipicamente, le barriere permeabili reattive (PRB) sono poste trasversalmente alla direzione di flusso naturalmente presente nella falda.

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	40 di 44	

Le configurazioni adottabili possono essere molteplici, sebbene le più comuni siano la barriera continua e la configurazione funnel&gate, laddove il flusso è convogliato verso la zona di trattamento (gate) da barriere fisiche poste a funzione di “imbuto” (funnel).



I materiali più comunemente impiegati per la realizzazione di barriere reattive sono: il ferro zero valente, per la dechlorinazione riduttiva dei solventi clorurati; il carbone attivo o zeoliti, per l'adsorbimento di un ampio spettro di contaminanti; sistemi di ossigenazione, composti da materiali a rilascio di ossigeno oppure da tubi per l'insufflazione di aria e/o ossigeno, per l'ottenimento di concentrazioni di ossigeno sufficienti a favorire il biorisanamento della falda. In base alle profondità dell'acquifero è possibile adottare tecniche di installazione del materiale reattivo in falda differenti: per profondità sino a circa 10-12 m si richiede l'esecuzione di scavi mentre per profondità di alcune decine di metri l'introduzione di composti reattivi avviene mediante perforazione verticale.

Per il caso in esame, alla luce delle informazioni disponibili relativamente ai contaminanti presenti in falda, la tecnologia delle barriere permeabili reattive potrebbe coniugare i vantaggi della Engineered Bioremediation di tipo microbico-ecologico, descritta nel capitolo precedente, a quelli connessi alle sue specifiche caratteristiche “Biobarriera”. La PRB, infatti, non necessita di impianti fuori terra, permette il trattamento di pennacchi di inquinanti anche quando le sorgenti sono distribuite e difficilmente localizzabili con precisione, evita il rischio di trasferimento della contaminazione verso la superficie o altre matrici ambientali, permette l'immediata fruibilità dell'area e riduce i costi connessi alla

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	41 di 44	

gestione sostanzialmente ai costi di monitoraggio. Inoltre la PRB è una tecnica passiva, ossia non introduce modificazioni significative al regime di flusso della falda. Sostanzialmente può migliorare e incrementare lo scorrimento nella direzione naturale (soprattutto nella conformazione “funnel&gate”) ma non crea un effetto di richiamo delle acque di falda di valle in senso idrogeologico, evitando in questo modo che acque esterne al sito (se non quelle di monte idrogeologico) entrino nel sito stesso.

Le barriere reattive possono essere installate sostanzialmente in qualunque tipologia di terreno, anche se la presenza di forti eterogeneità, di lenti o di permeabilità molto differenti tra il materiale reattivo impiegato ed il terreno naturale in posto possono comportare problemi nel dimensionamento della barriera, nel contatto tra l’acqua ed il materiale reagente e nella valutazione delle velocità di attraversamento della barriera, e quindi dei tempi di contatto. Pertanto è necessario un attento studio delle caratteristiche idrogeologiche dell’acquifero, delle velocità e dei flussi in condizioni statiche nonché un quadro approfondito dei composti chimici presenti in falda per evitare i problemi già evidenziati nei capitoli relativi all’Engineered Bioremediation e all’Ossidazione Chimica. Infatti, visto che per il sito in esame l’applicabilità della PRB più verosimile al momento è quella della configurazione con introduzione nel terreno di composti reattivi, il metodo può essere ricondotto ai due citati trattamenti sia per evidenziare i punti critici da approfondire nel processo decisionale sia per valutare l’efficacia della riduzione della contaminazione.

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	42 di 44	

8. CONCLUSIONI



Alla luce di quanto emerso dall'analisi dei dati fino ad oggi disponibili ed in ottemperanza delle richieste degli Enti competenti formulate in data 11 settembre 2006, verrà proposto un nuovo Piano di Caratterizzazione per l'intera area con la realizzazione di nuove indagini che integrano, ed in parte sostituiscono, quelle precedentemente proposte dalla Società Lombarda Petroli S.p.A.

Il nuovo Piano di Caratterizzazione, redatto in forma organica per tutta l'area di intervento e conformemente a quanto indicato dal D.Lgs. 152/06, prevederà delle modifiche alle precedenti proposte di indagini integrative in relazione alla variazione delle destinazioni d'uso previste nella proposta di variante al Piano Particolareggiato del Comune di Villasanta (MI).

In funzione alla complessità del sito è ragionevole prevedere l'applicazione di entrambi gli approcci (ubicazione "ragionata" e "sistematica") previsti nell'Allegato 2 del D.Lgs. 152/06 al fine di giungere ad una caratterizzazione completa e uniforme per l'intera area di progetto.

In relazione alle risultanze delle analisi chimiche sui terreni prelevati nelle indagini integrative proposte, il nuovo Piano di Caratterizzazione potrà essere implementato per meglio definire eventuali situazioni puntuali che risulteranno ancora critiche.

Le nuove indagini saranno mirate all'approfondimento delle conoscenze sulla contaminazione del terreno (suolo e sottosuolo) che attualmente, almeno per

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	43 di 44	

alcuni settori, non sono del tutto esaustive per la determinazione dei volumi di terreno da bonificare.



In particolare, numerosi pozzetti esplorativi realizzati evidenziano dei superamenti delle CSC previste dal D.Lgs. 152/06 in corrispondenza del campione di terreno prelevato a fondo foro (4 m di profondità dal p.c.). Tali situazioni necessitano, inevitabilmente, un approfondimento delle conoscenze con la realizzazione di indagini spinte a profondità maggiori.

Analoga situazione è stata inoltre riscontrata in corrispondenza di alcuni sondaggi a carotaggio continuo in prossimità dei quali si prevede un approfondimento di indagine.

Con gli Enti competenti verranno inoltre condivisi sia i protocolli di analisi, sia le profondità di campionamento dei terreni che prevederanno in tutti i casi il prelievo e l'analisi del top soil e del fondo foro, oltre ad un numero significativo di campioni a profondità intermedie.

Secondo la nuova procedura operativa prevista dal D.Lgs. 152/06 per le aree dove le indagini già realizzate, unitamente a quelle previste nel nuovo Piano di Caratterizzazione, evidenziano dei superamenti delle CSC di riferimento, verrà applicata la procedura di analisi di rischio sito specifica per la determinazione delle Concentrazioni Soglia di Rischio (SCR) come previsto dall'art. 242 (Procedure operative ed amministrative) del D.Lgs. 152/06.

In relazione agli esiti della procedura di analisi di rischio (rapporto tra le concentrazioni dei contaminanti presenti in sito e le concentrazioni soglia di rischio) il procedimento o si potrà ritenere concluso (concentrazione degli

	Relazione	Ident.:	CSE-RL-901/06	
		Pagina:	44 di 44	

inquinanti < CSR) oppure prevederà la redazione del progetto operativo degli interventi di bonifica o di messa in sicurezza, operativa o permanente e ove necessario, l'adozione di ulteriori misure di riparazione e di ripristino ambientale, al fine di minimizzare e ricondurre ad accettabilità il rischio derivante dallo stato di contaminazione presente in sito (D.Lgs. 152/06, Art. 242 – Comma 7).

Per quanto riguarda infine la scelta della tecnologia più adeguata per la bonifica della falda e la progettazione della stessa, questa sarà condotta alla luce dei risultati del monitoraggio e di quanto previsto nel documento “Relazione tecnico-descrittiva status interventi su area Lombarda Petroli e proposta di potenziamento della barriera idraulica esistente” redatto da Petroltecnica e consegnato congiuntamente al presente.