



ENVIRONMENTAL DIVISION

**Per**  
**Eni S.p.A.**  
**Divisione Refining & Marketing**

**SEZIONE 2**  
**Area ex-AgipPetroli S.p.A.**  
**del Deposito PetroVen di P. Marghera (VE)**

**Progetto definitivo di bonifica delle acque di falda**  
**(ai sensi del DM 471/99)**

**Contratto FWIENV n° 1-BH-0217**

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
<b>2. INQUADRAMENTO DEL SITO .....</b>	<b>6</b>
2.1 LOCALIZZAZIONE DELL' AREA .....	6
2.2 ATTIVITÀ PRODUTTIVE SVOLTE IN PASSATO ED ATTUALMENTE IN ESSERE IN AREA EX-AGIPPETROLI .....	6
2.3 IL "PERCORSO AMBIENTALE" DEL DEPOSITO .....	7
2.3.1 <i>Verifica e risanamento del sistema fognario</i> .....	8
2.3.2 <i>Manutenzione del parco serbatoi</i> .....	8
2.4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	9
2.5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....	10
<b>3. ATTIVITA' DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE .....</b>	<b>12</b>
3.1 ATTIVITÀ AMBIENTALI PREGRESSE .....	13
3.1.1 <i>Attività di caratterizzazione (1999)</i> .....	13
3.1.2 <i>Monitoraggi delle acque di falda (1999 – 2004)</i> .....	13
3.2 INDAGINI INTEGRATIVE AL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE – OTTOBRE E NOVEMBRE 2004 .....	13
3.3 CAMPIONAMENTO DELLE ACQUE SOTTERRANEE .....	15
3.4 ESECUZIONE DEI RILIEVI FREATIMETRICI .....	15
3.4.1 <i>Rete di monitoraggio</i> .....	15
3.4.2 <i>Rilievi freatimetrici</i> .....	17
3.4.3 <i>Andamento piezometrico delle acque di falda</i> .....	18
<b>4. STATO QUALITATIVO DELLE ACQUE DI FALDA .....</b>	<b>20</b>
4.1.1 <i>Falda di riporto</i> .....	21
4.1.2 <i>Prima falda</i> .....	24

Marzo 2005

Rev. 0

2 di 49

ENI S.p.A. Divisione Refining &amp; Marketing

 Siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero  
dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti

Progetto Definitivo di Bonifica delle Acque di Falda

SEZIONE 2 – Area ex-Agipetroli del Deposito PetroVen di P. Marghera (VE)

Contratto FWIENV n° 1-BH-0217

<b>5.</b>	<b>MODELLO CONCETTUALE DEL SITO .....</b>	<b>27</b>
5.1.1	<i>Strato di riporto .....</i>	27
5.1.2	<i>Falda di riporto.....</i>	27
5.1.3	<i>Primo livello impermeabile.....</i>	28
5.1.4	<i>Primo livello sabbioso .....</i>	28
5.1.5	<i>Prima falda .....</i>	29
5.1.6	<i>Secondo livello impermeabile.....</i>	29
5.2	STATO QUALITATIVO DELLE ACQUE DI FALDA .....	29
<b>6.</b>	<b>SISTEMI DI MESSA IN SICUREZZA DELLE ACQUE SOTTERRANEE.....</b>	<b>31</b>
<b>7.</b>	<b>SISTEMI DI BONIFICA DELLA FALDA DEL RIPORTO .....</b>	<b>33</b>
7.1	TECNOLOGIA DI PUMP & TREAT .....	33
7.2	ATTENUAZIONE NATURALE .....	34
7.2.1	<i>Descrizione dei processi .....</i>	34
7.2.2	<i>Valutazione della capacità biodegradativa .....</i>	35
7.2.3	<i>Rete di monitoraggio dei fenomeni di attenuazione naturale.....</i>	37
<b>8.</b>	<b>SISTEMI DI BONIFICA DELLA PRIMA FALDA.....</b>	<b>38</b>
8.1	ATTENUAZIONE NATURALE .....	38
<b>9.</b>	<b>MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA .....</b>	<b>40</b>
9.1	MONITORAGGIO PERIODICO DELL'EVOLUZIONE QUALITATIVA DELLE ACQUE DELLA FALDA DEL RIPORTO E DELLA PRIMA FALDA.....	40
9.2	MONITORAGGIO SISTEMI DI BONIFICA DELLA FALDA DEL RIPORTO.....	41
9.2.1	<i>Pump &amp; Treat.....</i>	41
9.2.2	<i>Attenuazione naturale .....</i>	41
9.3	MONITORAGGIO SISTEMI DI BONIFICA DELLA PRIMA FALDA .....	42
9.4	MONITORAGGIO DEI SISTEMI DI MESSA IN SICUREZZA D'EMERGENZA .....	43

## INDICE DEGLI ALLEGATI

ALLEGATO 1: Risultati delle attività di caratterizzazione ambientale dell'area e ubicazione sistemi di messa in sicurezza di emergenza .....	46
ALLEGATO 2: Certificati analitici delle acque di falda .....	47
ALLEGATO 3: Interventi di messa in sicurezza delle acque di falda .....	48
ALLEGATO 4: Aree di applicazione delle tecnologie di bonifica delle acque di falda .....	49

---

Marzo 2005

Rev. 0

4 di 49

ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing  
Siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero  
dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti  
Progetto Definitivo di Bonifica delle Acque di Falda  
SEZIONE 2 – Area ex-Agipetroli del Deposito PetroVen di P. Marghera (VE)  
*Contratto FWIENV n° 1-BH-0217*

## 1. PREMESSA

La presente Sezione 2 del Progetto Definito di Bonifica delle Acque di Falda soggiacenti i siti per i quali, in data 15/02/05, è stato stipulato tra ENI S.p.A. - Divisione Refining & Marketing, il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e il Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, un accordo transattivo che vede la partecipazione finanziaria della Società alle opere di marginamento di competenza del Magistrato alle Acque di Venezia in corso di attivazione, riporta nel dettaglio quanto previsto per il risanamento ambientale delle acque di falda soggiacenti l'area ex-AgipPetroli del Deposito Petroven di Porto Marghera (VE).

A tale scopo, nella presente sezione, predisposta nel rispetto delle indicazioni fornite dall'Allegato 4 al D.M. 471/99, sono descritti principalmente:

- la sintesi delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e di contaminazione del sito, definite sulla base delle indagini ambientali concluse con le attività di caratterizzazioni integrative di Ottobre e Novembre 2004;
- il quadro del grado e distribuzione della contaminazione rilevata;
- il modello concettuale per l'area in esame;
- la descrizione delle attività di messa in sicurezza d'emergenza pregresse, attuali e future;
- la descrizione delle attività di bonifica e il dimensionamento delle specifiche opere previste;
- il piano di monitoraggio e controllo finalizzato a verificare la prestazione dei sistemi di bonifica di cui è prevista la messa in opera.

---

Marzo 2005

Rev. 0

5 di 49

ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing

Siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti

Progetto Definitivo di Bonifica delle Acque di Falda

SEZIONE 2 – Area ex-AgipPetroli del Deposito PetroVen di P. Marghera (VE)

Contratto FWIENV n° 1-BH-0217

## 2. INQUADRAMENTO DEL SITO

### 2.1 Localizzazione dell'area

L'area di proprietà Eni S.p.A. – Divisione Refining & Marketing del Deposito PetroVen (area ex-AgipPetroli), oggetto del presente documento, è situata nella zona industriale di Porto Marghera (VE), in Via dei Petroli 14/A, in un contesto fortemente industrializzato.

Come illustrato nell'Allegato 1 della parte generale del progetto di bonifica, il sito in esame confina a Nord con Via dei Petroli, ad Ovest con la Raffineria Eni S.p.A. – Divisione Refining & Marketing, a Sud con la Darsena petroli lungo il canale navigabile Vittorio Emanuele III e ad Est con i restanti settori del Deposito PetroVen.

L'area ex-AgipPetroli S.p.A., gestita dalla società PetroVen dal 1 Agosto 2001, è posta ad una quota di circa 2 metri s.l.m.m. ed ha un'estensione di 137.880 m<sup>2</sup>, dei quali 14.680 m<sup>2</sup> occupati da aree cantiere.

### 2.2 Attività produttive svolte in passato ed attualmente in essere in area ex-AgipPetroli

Il Deposito è stato costruito nel 1918 ed è situato in prevalenza su aree lagunari bonificate nel corso degli anni e riempite utilizzando i fanghi di dragaggio del fondo dei canali che solcavano l'area e i fanghi provenienti dalle lavorazioni degli impianti di Porto Marghera.

All'interno del Deposito si svolgono attività di stoccaggio, movimentazione e carico/scarico di prodotti petroliferi (benzina, gasolio ed olio combustibile), ricevuti via mare mediante navi cisterna e via tubo dalla confinante Raffineria.

Attualmente nel Deposito sono presenti n° 38 serbatoi di stoccaggio di prodotti petroliferi per una capacità totale pari a 183.543 m<sup>3</sup>, n° 3 serbatoi destinati all'accumulo di acque reflue e n° 3 serbatoi utilizzati come riserva idrica (impianto antincendio).

In Allegato 1 – Figura 1, viene riportata una planimetria dell'area ex-AgipPetroli nella quale sono indicate le attrezzature e gli edifici presenti.

Il sito in oggetto comprende, oltre la proprietà AgipPetroli, un'altra area di proprietà del Demanio dello Stato ed in concessione ad Eni S.p.A. – Divisione Refining & Marketing (già AgipPetroli), indicata come Area Barenosa.

L'approvvigionamento idrico avviene, in parte, tramite acquedotto comunale (8.000 m<sup>3</sup>/anno) ed in parte tramite acquedotto industriale (20.000 m<sup>3</sup>/anno). Le acque reflue vengono raccolte in un serbatoio di accumulo dopo una separazione fisica, successiva aerazione e infine trasferite all'impianto di depurazione consortile.

### 2.3 Il “percorso ambientale” del Deposito

Il Deposito, nel corso degli anni, ha promosso numerosi interventi di adeguamento ed innovazione tecnologica, apportando miglioramenti agli impianti di produzione ed alle modalità di gestione e conduzione degli stessi, al fine di ottimizzare le proprie prestazioni nell'ottica del rispetto dell'ambiente, anticipando ed eccellendo sui limiti e le prescrizioni legislative.

PetroVen si è assunta l'incarico di gestire gli impianti secondo i più alti standard di sicurezza, tutela della salute, protezione ambientale, etica aziendale, efficienza e minimo costo, adottando le opportune Politiche Aziendali in merito.

I risultati di tale tipo di gestione saranno oggetto di revisioni periodiche e di confronti con indicatori di performance prestabiliti adottando opportune procedure di controllo interne atte ad assicurare l'accuratezza e la correttezza della gestione finanziaria e operativa, nonché la corretta applicazione delle politiche aziendali.

In considerazione di quanto già resosi operativo presso il sito con l'implementazione del Sistema di Gestione Ambientale (SGA), certificato ai sensi della norma UNI EN ISO 14001 in data 13/08/99 per l'area di competenza dell'ex deposito AgipPetroli, PetroVen si prefigge l'obiettivo estendere tale SGA alla nuova realtà operativa instauratasi in sito.

### **2.3.1 Verifica e risanamento del sistema fognario**

Nel periodo 2000-2001 PetroVen ha condotto una campagna di video ispezioni di tutta l'asta fognaria di sua competenza e la mappatura della rete mediante il rilievo topografico di tutti i pozzetti.

Laddove i risultati dell'ispezione, accompagnati dalle indicazioni fornite dalle campagne di monitoraggio delle acque di falda, hanno evidenziato aree critiche, si è provveduto al risanamento sia delle linee di fognatura che dei pozzetti di ispezione. Il programma di intervento ha consentito il completamento del risanamento delle aste principali del sistema fognario.

### **2.3.2 Manutenzione del parco serbatoi**

In relazione agli standard normativi di riferimento per l'implementazione dei sistemi di gestione ambientale nelle imprese (ISO 14000 e Regolamento EMAS), all'interno del Deposito PetroVen è prevista una procedura che regola la manutenzione delle installazioni, l'ispezione dei serbatoi di stoccaggio, etc.

Non è attualmente prevista in sito una funzione dedicata specificatamente alla manutenzione; per tutti gli interventi di manutenzione quindi il Deposito si avvale di ditte esterne, contattate attraverso accordo quadro o con specifica gara di appalto.

A livello operativo è possibile distinguere gli interventi di manutenzione in:

- manutenzione ordinaria: interventi programmati sulle strutture;
- manutenzione straordinaria: interventi di notevoli dimensioni su strutture od impianti, effettuati previo programmazione di ferma degli impianti interessati.

Gli interventi di manutenzione ordinaria riguardano in particolare il parco serbatoi e prevedono:

- la verifica non distruttiva degli spessori;

- la bonifica;
- eventuali interventi di sabbiatura e verniciatura interna.

La procedura ordinaria prevede ad esempio che tutti i serbatoi di categoria A (benzine) siano sotto posti a verifica del fondo ogni 7 anni, mentre i serbatoi di categoria C (gasoli e oli combustibili) prevedono un intervallo di 10 anni. Tutta la serie degli interventi quali Taratura, Ispezione, Pulizia del Fondo, Verniciatura Esterna, Verniciatura del Fondo è programmata e gestita dalle funzioni PetroVen.

Il programma di manutenzione straordinaria, con l'individuazione degli interventi da eseguire e/o eseguiti e gli eventuali verbali (verbale d'ispezione serbatoi, rapporti di lavoro parco pompe, etc.) e documentazione sono conservati negli uffici PetroVen.

## 2.4 Inquadramento geologico

L'area di Venezia è caratterizzata dalla presenza di serie quaternarie le cui caratteristiche litologiche sono state descritte in numerosi lavori istituzionali, eseguiti dal CNR e dal Ministero dei Lavori Pubblici.

L'area veneziana poggia su un materasso alluvionale quaternario, i cui litotipi costituiscono due differenti complessi sedimentari:

- il complesso quaternario inferiore, pleistocenico, caratterizzato principalmente da facies continentali;
- il complesso quaternario superiore, olocenico, costituito in prevalenza da facies lagunari.

Il complesso più antico, attribuibile al Pleistocene, è costituito da una sequenza di livelli sabbiosi alternati a livelli limoso-argillosi, con frequenti intercalazioni torbose.

La sommità del complesso è caratterizzata dalla presenza di uno strato di argilla fortemente sovraconsolidata, nota nella zona con il termine di "caranto", che testimonia un prolungato periodo di esposizione in epoca pre-olocenica.

L'ambiente deposizionale, come suggerito dalle strutture sedimentarie è prevalentemente di tipo fluviale, commisto ad eventi transizionali e/o marini.

Il complesso più recente, attribuibile all'Olocene, è costituito da una sequenza di livelli da sabbiosi ad argillosi, fortemente eterogenei, in cui è identificabile un megaciclo con trend a granulometria decrescente.

Le strutture sedimentarie e le litologie di questo complesso suggeriscono un ambiente deposizionale di tipo prevalentemente lagunare, con rare testimonianze di ambienti deposizionali di tipo fluviale distale.

Alla sommità di questo complesso si riconoscono sequenze tipiche di un ambiente deposizionale litoraneo, con litologie sabbiose fini e sabbioso limose.

La struttura del sottosuolo, fino alla profondità di 60÷70 m, risulta estremamente complessa: gli ambienti di deposizione ed i differenti regimi deposizionali portano a frequenti variazioni orizzontali e verticali piuttosto rapide della composizione granulometrica dei singoli litotipi. Oltre 70 m di profondità i singoli tipi litologici acquistano spessori maggiori e presentano anche notevole sviluppo di continuità.

E' importante sottolineare come in superficie l'area di Porto Marghera sia caratterizzata in numerose zone dalla presenza di materiali di colmata aventi spessori anche fino a 6 m.

## 2.5 Inquadramento idrogeologico

Da un punto di vista idrogeologico è possibile distinguere nel sottosuolo fino ad una profondità di circa 60 m dal piano campagna un primo intervallo costituito da acquiferi a geometria lenticolare, scarsamente continui alla scala regionale.

Questi acquiferi possono avere, a scala locale, un particolare significato per la comprensione delle direttrici preferenziali di deflusso. Inferiormente, fino alla profondità di circa 350 m da dal p.c., si distingue un secondo intervallo costituito da una serie di acquiferi confinati.

In ogni caso l'area in oggetto, data la sua posizione geografica, al limite tra il mare e la terraferma si presenta particolarmente complessa dal punto di vista idrogeologico, con presenza di cunei di ingressione marina e zone di mescolamento/equilibrio tra le acque dolci continentali e le acque salmastre marine.

---

Marzo 2005

Rev. 0

11 di 49

ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing  
Siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero  
dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti  
Progetto Definitivo di Bonifica delle Acque di Falda  
SEZIONE 2 – Area ex-Agippetroli del Deposito PetroVen di P. Marghera (VE)  
*Contratto FWIENV n° 1-BH-0217*

### 3. ATTIVITA' DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE

L'area oggetto del presente documento è stata interessata, a partire dal 1999, da una serie di attività di caratterizzazione mirate all'investigazione dello stato qualitativo dei suoli e delle acque sotterranee, i cui risultati sono riassunti nel documento "*Sintesi delle attività di caratterizzazione condotte e proposte di integrazione al Piano della Caratterizzazione e di azioni di Messa in Sicurezza*", redatto da FWIENV nel mese di Gennaio 2004.

Successivamente, al fine di ricostruire in maggior dettaglio le caratteristiche litostratigrafiche del sito e determinare la qualità dei suoli e delle acque sotterranee, nei mesi di Ottobre e Novembre 2004, è stata effettuata un'integrazione al Piano di Caratterizzazione, che ha previsto le seguenti attività:

- caratterizzazione del sottosuolo mediante la terebrazione di sondaggi e piezometri con una maglia integrativa 50 m x 50 m;
- individuazione dell'eventuale presenza di sostanze inquinanti nel suolo e nelle acque di falda.

L'area ex-AgipPetroli del Deposito PetroVen, sita nell'ambito dell'area industriale di Porto Marghera, rientra nelle aree soggette ad indagini ambientali, nell'ambito dell'applicazione dell'Accordo di Programma sulla Chimica a Porto Marghera.

La normativa di riferimento per il controllo della qualità delle acque di falda, come specificato nel "*Piano di indagine e di monitoraggio dei suoli e delle falde dell'area di Porto Marghera*", è l'Art. 17 del D. Lgs. 22/97 e relativo decreto ministeriale D.M. n° 471/99 pubblicato sulla gazzetta ufficiale il 15.12.99.

Per tutte le campagne d'indagine condotte è stato inoltre preso come riferimento sia normativo che operativo il "*Protocollo operativo per la caratterizzazione dei siti ai sensi del D.M. 471/99 e dell'accordo di programma per la chimica di Porto Marghera*" la cui

versione definitiva è stata approvata nell'ambito della segreteria tecnica dell'11 giugno 2001.

Tutte le attività di caratterizzazione ambientale effettuate da FWIENV nel sito in esame sono illustrate nel dettaglio nel documento *“Relazione Tecnica Descrittiva delle attività integrative di Caratterizzazione Ambientale”*; nei paragrafi seguenti se ne riporta una sintesi.

### **3.1 Attività ambientali pregresse**

#### **3.1.1 Attività di caratterizzazione (1999)**

Nel mese di Novembre 1999 è stata eseguita un'indagine ambientale sull'intera area mediante esecuzione di sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti fino ad una profondità compresa tra 4,5 e 15 m da p.c., successivamente attrezzati a piezometro da 4". A valle delle perforazioni, è stata ricostruita la successione stratigrafica sino alla profondità investigata e sono stati prelevati campioni di suolo e di acqua di falda da sottoporre ad analisi chimica di laboratorio, per la determinazione di tutti i parametri previsti dalla normativa di riferimento.

#### **3.1.2 Monitoraggi delle acque di falda (1999 – 2004)**

A valle delle campagne di indagine, e nel mese di Settembre 2003, FWIENV ha condotto un campionamento delle acque sotterranee prelevate dai piezometri realizzati internamente al Deposito, al fine di definirne con precisione l'evoluzione dello stato qualitativo. Il campionamento è stato preceduto dalla misurazione del livello di falda in ogni piezometro.

### **3.2 Indagini integrative al Piano di Caratterizzazione Ambientale – Ottobre e Novembre 2004**

Le attività condotte nell'area di proprietà ENI S.p.A – Div. R&M del Deposito Petroven possono essere riassunte in:

---

Marzo 2005

Rev. 0

13 di 49

ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing

Siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti

Progetto Definitivo di Bonifica delle Acque di Falda

SEZIONE 2 – Area ex-Agipetroli del Deposito PetroVen di P. Marghera (VE)

Contratto FWIENV n° 1-BH-0217

- realizzazione di n° 39 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, di cui n° 39 ubicati in area ex-AgipPetroli;
- realizzazione di n° 1 piezometro integrativo nel riporto (PZ16);
- realizzazione di n° 4 piezometri integrativi profondi, allo scopo di investigare la qualità della prima falda (PZA-PZD);
- prelievo ed analisi, presso il laboratorio CHELAB di Resana (TV), certificato ai sensi delle norme UNI CEI 45001 ed accreditato SINAL, di campioni di suolo;
- campagna di monitoraggio delle acque della falda superficiale e della falda profonda (Ottobre e Novembre 2004) con campionamento ed analisi, presso il laboratorio CHELAB di Resana (TV), certificato ai sensi delle norme UNI CEI 45001 ed accreditato SINAL, di tutti i piezometri esistenti e di nuova realizzazione con modalità "low-flow (cfr. paragrafo 3.4);
- Rilievo piezometrico di tutti i piezometri esistenti e di nuova realizzazione;
- Rilievo topografico di tutti i piezometri, nuovi ed esistenti, e dei nuovi sondaggi.

L'ubicazione dei punti di indagine realizzati è stata individuata seguendo una griglia predefinita a maglie quadre 50 m × 50 m e tenendo conto dei principali centri di pericolo (serbatoi di stoccaggio prodotti petroliferi, area di movimentazione prodotto, etc.), in funzione delle potenziali fonti di contaminazione e dell'eventuale presenza di infrastrutture e/o ostacoli che rendevano il punto stesso di difficile accesso.

In particolare, come illustrato nella Figura 1, in Allegato 1, i piezometri integrativi sono stati ubicati, sulla base della posizione di quelli preesistenti, in modo da disporre di dati significativi, rappresentativi e dettagliati riguardanti il livello della falda, le sue oscillazioni, l'andamento della superficie piezometrica, la direzione del flusso idrico sotterraneo e lo stato qualitativo delle acque di falda.

Per le modalità operative di esecuzione dei piezometri, si rimanda al documento *“Relazione Tecnica Descrittiva delle Attività Integrative di Caratterizzazione Ambientale”* del Dicembre 2004.

### 3.3 Campionamento delle acque sotterranee

Nel corso delle attività di caratterizzazione integrative, al fine di delineare il quadro idrochimico delle falde, sono stati prelevati campioni d'acqua dai piezometri preesistenti e da quelli di nuova realizzazione.

Per il campionamento delle acque sotterranee è stata seguita la seguente procedura:

- ✓ misurazione del livello statico della falda ed individuazione dell'eventuale presenza di prodotto surnatante tramite sonda ad interfaccia;
- ✓ misurazione della profondità del piezometro tramite rotella metrica con piombo sul fondo;
- ✓ spurgo del piezometro e misurazione in continuo, mediante sonda multiparametrica, dei parametri chimico- fisico (potenziale redox, ossigeno disciolto pH, temperatura, conducibilità);
- ✓ raggiunta la stabilizzazione dei parametri chimico-fisici (variabilità  $\pm 10\%$ ) e svuotato un volume d'acqua pari a 3/5 volte il volume d'acqua nel piezometro, è stata eseguita la misurazione della torbidità (espressa in FTU) e, in seguito, è stato eseguito il campionamento dinamico dell'acqua, in modalità basso flusso.

### 3.4 Esecuzione dei rilievi freaticometrici

#### 3.4.1 Rete di monitoraggio

Al termine delle attività integrative, la rete di monitoraggio delle acque è costituita da n°14 e da n°6 piezometri in prima falda.

Nella seguente Tabella 3.1 vengono elencati i piezometri che costituiscono la rete di monitoraggio complessiva, suddivisi per corpo idrico intercettato, mentre in Figura 1 - Allegato 1 è illustrata l'ubicazione di tutti i piezometri presenti in sito.

---

Marzo 2005

Rev. 0

16 di 49

ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing  
Siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero  
dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti  
Progetto Definitivo di Bonifica delle Acque di Falda  
SEZIONE 2 – Area ex-Agipetroli del Deposito PetroVen di P. Marghera (VE)  
*Contratto FWIENV n° 1-BH-0217*

**Tabella 3.1: Rete di monitoraggio delle acque di falda – area ex-AgipPetroli**

Punto di campionamento	Profondità piezometro [m]	Corpo idrico intercettato
PZ1	5,00	riporto
PZ2	3,00	
PZ3	3,00	
PZ4	3,00	
PZ6	4,00	
PZ8	3,00	
PZ9	3,00	
PZ10	5,00	
PZ11	5,00	
PZ12	5,00	
PZ13	5,00	
PZ14	5,00	
PZ15	5,00	
PZ16	5,00	
PZ5	14,00	prima falda
PZ7	15,00	
PZA	12,00	
PZB	13,00	
PZC	11,00	
PZD	14,00	

### 3.4.2 Rilievi freaticometrici

Nel mese di Novembre 2004 è stato eseguito un rilievo freaticometrico di tutta la rete di monitoraggio, sia della falda di riporto sia della prima falda sottostanti l'area ex-AgipPetroli. Nella seguente Tabella 3.2 vengono riportati i livelli piezometrici misurati.

**Tabella 3.2: Livelli piezometrici (Novembre 2004)**

Piezometro	Soggiacenza da bp [m]	Note	Quota assoluta falda [m slmm]
PZ01	0,220	Pz riporto	1,330
PZ02	0,820	Pz riporto	1,173
PZ03	0,510	Pz riporto	1,358
PZ04	0,830	Pz riporto	0,740
PZ05	1,730	pz in prima falda	0,371
PZ06	1,080	Pz riporto	1,063
PZ07	1,400	pz in prima falda	0,327
PZ08	0,830	Pz riporto	1,238
PZ09	0,820	Pz riporto	0,768
PZ10	0,730	Pz riporto	1,156
PZ11	0,960	Pz riporto	0,511
PZ12	1,340	Pz riporto	1,144
PZ13	1,960	Pz riporto	0,199
PZ14	1,400	Pz riporto	0,541
PZ15	0,660	Pz riporto	0,552
PZ16	0,850	Pz riporto	0,535
PZA	1,870	pz in prima falda	0,090
PZB	1,540	pz in prima falda	0,440
PZC	1,710	pz in prima falda	0,348
PZD	2,090	pz in prima falda	0,296

### 3.4.3 Andamento piezometrico delle acque di falda

La falda di riporto e la falda profonda (prima falda) si attestano, rispettivamente, ad una quota media di 0,9 m e 1,7 m sul livello medio del mare. La determinazione di una direzione principale di deflusso delle acque della falda di riporto e della prima falda appare difficoltosa; la falda di riporto risulta alquanto esiguo e discontinuo a causa delle numerose lenti limose che caratterizzano alcuni strati del riporto, mentre la prima falda risulta alquanto statica. E' tuttavia possibile individuare, per la falda di riporto, direzioni preferenziali che a partire dall'interno dell'area si dirigono verso la laguna.

---

Marzo 2005

Rev. 0

19 di 49

ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing  
Siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero  
dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti  
Progetto Definitivo di Bonifica delle Acque di Falda  
SEZIONE 2 – Area ex-Agippetroli del Deposito PetroVen di P. Marghera (VE)  
*Contratto FWIENV n° 1-BH-0217*

#### 4. STATO QUALITATIVO DELLE ACQUE DI FALDA

Nei mesi di Ottobre e Novembre 2004 si è proceduto alla caratterizzazione analitica delle acque di falda di pertinenza dell'area di proprietà Eni S.p.A. – Divisione Refining & Marketing interna al Deposito PetroVen. A tale scopo, sono stati prelevati ed analizzati, secondo le procedure previste dal Protocollo Operativo, i campioni relativi ai n°14 piezometri che captano l'acquifero nel riporto e ai n°6 piezometri di prima falda.

I risultati completi delle analisi condotte sui campioni di acqua sotterranea prelevati nell'ambito della campagna di indagine integrativa (Ottobre e Novembre 2004) sono allegati alla *Relazione Tecnica Descrittiva delle attività integrative di Caratterizzazione Ambientale* del Dicembre 2004 (Allegato 2), che riportano i risultati analitici e, per confronto, i relativi limiti previsti dalla normativa vigente. I certificati delle analisi condotte sui campioni di acqua prelevati e sottoposti ad investigazione analitica, invece, sono riportati nell'Allegato 2 del presente documento.

Si osserva che i superamenti dei limiti della normativa di riferimento sono imputabili sia a sostanze organiche che inorganiche. In particolare la contaminazione è da attribuire ai seguenti parametri:

- Metalli pesanti;
- Idrocarburi aromatici;
- IPA;
- Composti alifatici clorurati ed alogenati;
- MTBE.

#### 4.1.1 Falda di riporto

La rappresentazione delle eccedenze relative alle analisi condotte sui campioni di acqua prelevati dai 14 piezometri di riporto campionati in area ex-AgipPetroli è riportata in Figura 2 - Allegato 1.

Tra i composti inorganici, le eccedenze riscontrate riguardano i metalli (Ferro, Manganese, Arsenico, Antimonio, Alluminio, Piombo) e i Fluoruri.

Per quanto concerne le sostanze organiche, l'unica non conformità al limite normativo per i Composti Organici Aromatici riguarda il parametro Benzene, che eccede il limite normativo nel solo piezometro PZ01.

Nello stesso piezometro PZ01, che al momento del campionamento aveva mostrato presenza di prodotto emulsionato, sono state rinvenute eccedenze rilevanti anche per i seguenti IPA: Benzo(a)pirene, Benzo(a)antracene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Dibenzo(a,h)antracene, Indeno(1,2,3-c,d)pirene, Benzo(g,h,i)perilene e Crisene. Valori di concentrazione leggermente superiori al limite normativo sono stati rilevati anche in altri n°7 dei 14 piezometri costituenti la rete di monitoraggio della falda di riporto sottostante l'area ex-AgipPetroli.

Per i Clorobenzeni, invece, l'unica non conformità al limite normativo riguarda il parametro Esaclorobenzene, che eccede leggermente il limite normativo in un solo piezometro (PZ01).

L'MTBE, infine, eccede il limite di riferimento (10 µg/l), in n°7 piezometri di riporto campionati, con valore massimo in corrispondenza del piezometro PZ16.

Di seguito è riportata la tabella completa delle eccedenze rilevate.

**Tabella 4.1: Tabella delle eccedenze in area ex AgipPetroli - Acque falda di riporto**

Parametro	Nome piezometro	Concentrazione [mg/l]	Limite D.M. 471/99
<b>Antimonio</b>	PZ03	27	5
	PZ01	410	
	PZ02	240	
<b>Alluminio</b> 6 eccedenze	PZ04	210	200
	PZ08	340	
	PZ11	540	
	PZ16	330	
<b>Arsenico</b> 9 eccedenze	PZ02	17	
	PZ03	97	
	PZ04	112	
	PZ10	23	
	PZ11	35	10
	PZ13	22	
	PZ14	175	
	PZ15	19	
	PZ16	29	
<b>Ferro</b> 10 eccedenze	PZ02	810	
	PZ04	5500	
	PZ06	1200	
	PZ08	580	
	PZ10	350	
	PZ11	900	200
	PZ13	15000	
<b>Manganese</b> 14 eccedenze	PZ14	9800	
	PZ15	2000	
	PZ16	850	
	PZ01	850	
	PZ02	160	
	PZ03	120	50
	PZ04	630	
	PZ06	340	
	PZ08	90	

Parametro	Nome piezometro	Concentrazione [mg/l]	Limite D.M. 471/99
	PZ09	93	
	PZ10	270	
<b>Manganese</b> (continuazione)	PZ11	750	
	PZ12	170	
	PZ13	1110	
	PZ14	3200	
	PZ15	550	
	PZ16	220	
	PZ01	18	
	PZ02	20	
<b>Piombo</b> 6 eccedenze	PZ04	17	10
	PZ08	23	
	PZ11	19	
	PZ16	20	
<b>Fluoruri</b> 2 eccedenze	PZ11	1600	1500
	PZ13	2100	
<b>Benzene</b>	PZ01	3	1
<b>Benzo(a)antracene</b> 3 eccedenze	PZ01	22	0,1
	PZ02	0,25	
	PZ08	0,26	
	PZ01	4,1	
	PZ02	0,36	
	PZ03	0,021	
<b>Benzo(a)pirene</b> 8 eccedenze	PZ08	0,32	0,01
	PZ11	0,022	
	PZ13	0,028	
	PZ15	0,013	
	PZ16	0,028	
<b>Benzo(b)fluorantene</b> 3 eccedenze	PZ01	10,2	0,1
	PZ02	0,74	
	PZ08	0,54	
<b>Benzo(k)fluorantene</b> 3 eccedenze	PZ01	0,7	0,05
	PZ02	0,14	
	PZ08	0,12	

Marzo 2005

Rev. 0

23 di 49

ENI S.p.A. Divisione Refining &amp; Marketing

Siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti

Progetto Definitivo di Bonifica delle Acque di Falda

SEZIONE 2 – Area ex-Agippetroli del Deposito PetroVen di P. Marghera (VE)

Contratto FWIENV n° 1-BH-0217

Parametro	Nome piezometro	Concentrazione [mg/l]	Limite D.M. 471/99
	PZ01	1,57	
	PZ02	0,34	
	PZ03	0,021	
<b>Benzo(g,h,i)perilene</b>	PZ08	0,28	0,01
7 eccedenze	PZ11	0,027	
	PZ13	0,036	
	PZ16	0,018	
<b>Crisene</b>	PZ01	26	5
<b>Dibenzo(a,h)antracene</b>	PZ01	1,08	0,01
3 eccedenze	PZ02	0,08	
	PZ08	0,043	
<b>Indeno(1,2,3-c,d)pirene</b>	PZ01	1,69	0,1
3 eccedenze	PZ02	0,31	
	PZ08	0,23	
<b>Esaclorobenzene</b>	PZ01	0,012	0,01
	PZ01	16	
	PZ09	20	
<b>MTBE</b>	PZ10	60	10*
7 eccedenze	PZ12	33	
	PZ14	35	
	PZ15	150	
	PZ16*	210	

#### 4.1.2 Prima falda

I risultati analitici relativi allo stato qualitativo rilevato nelle acque dei n°6 piezometri di prima falda, ubicati in area ex-AgipPetroli, sono riportati nella *Relazione Tecnica Descrittiva delle attività integrative di Caratterizzazione Ambientale* del Dicembre 2004.

Dal confronto tra i valori rilevati ed i limiti previsti dal D.M. 471/99, si evidenzia il superamento delle concentrazioni massime ammissibili relativamente ai seguenti Composti inorganici: Arsenico, Ferro e Manganese, agli Idrocarburi Policiclici Aromatici (parametri Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Dibenzo(a,h)antracene e Indeno(1,2,3-c,d)pirene), eccedenti nei piezometri PZA e PZB, e ai Clorobenzeni, per i quali l'unica non conformità riguarda il parametro Esaclorobenzene, limitatamente al piezometro PZB.

L'MTBE, infine, supera leggermente il limite di riferimento prescritto dal MinAmb in un unico piezometro (PZC). Non ci sono invece evidenze di superamento dei limiti previsti per Composti Organici Aromatici, gli Idrocarburi, i Composti Organo-alogenati e i PCB.

Di seguito è riportata la tabella completa delle eccedenze rilevate, mentre la relativa rappresentazione grafica è illustrata nella Figura 3, in Allegato 1.

**Tabella 4.2: Tabella delle eccedenze in area ex-AgipPetroli – Acque prima falda**

Parametro	Nome piezometro	Concentrazione [mg/l]	Limite D.M. 471/99
<b>Arsenico</b> 3 eccedenze	PZA	25	10
	PZB	50	
	PZC	20	
<b>Ferro</b> 4 eccedenze	PZA	6100	
	PZB	6600	200
	PZC	3400	
	PZD	1600	
<b>Manganese</b> 5 eccedenze	PZ05	190	
	PZA	240	50
	PZB	320	
	PZC	220	
	PZD	800	
<b>Benzo(a)antracene</b>	PZB	2,9	0,1
<b>Benzo(a)pirene</b> 2 eccedenze	PZA	0,015	0,01
	PZB	1,8	
<b>Benzo(b)fluorantene</b>	PZB	2,3	0,1
<b>Benzo(k)fluorantene</b>	PZB	0,37	0,05
<b>Benzo(g,h,i)perilene</b>	PZB	1,2	0,01
<b>Dibenzo(a,h)antracene</b>	PZB	0,24	0,01
<b>Indeno(1,2,3-c,d)pirene</b>	PZB	1,5	0,1
<b>Esaclorobenzene</b>	PZB	0,023	0,01
<b>MTBE</b>	PZC	42	10

## 5. MODELLO CONCETTUALE DEL SITO

L'area ex-AgipPetroli del Deposito PetroVen è situata nella zona industriale di Porto Marghera (VE), in Via dei Petroli, in un contesto fortemente industrializzato.

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

- strato di riporto, sede di una falda di modesto spessore (falda di riporto);
- primo strato impermeabile, base della falda di riporto;
- strato costituito da sabbie medio-fini spesso limose, sede della prima falda;
- secondo strato impermeabile costituito da limi argillosi, base della prima falda;

### 5.1.1 Strato di riporto

Lo strato di riporto è costituito da un primo spessore di materiale eterogeneo di pezzatura variabile (da piano campagna fino a circa 0,5-0,8 m di profondità); si va dalle sabbie medie miste a limi presenti nella zona del terzo argine, alle ghiaie miste a ciottoli utilizzate per i sottofondi stradali. Si tratta di materiale a permeabilità medio-alta con valori di conducibilità idraulica compresi tra  $10^{-6} \div 10^{-8}$  m/s. Al di sotto si trova uno spessore di terreno di riporto più omogeneo costituito da limi e sabbie fini.

### 5.1.2 Falda di riporto

Al di sotto dello strato di riporto s'incontra terreno autoctono costituito da un primo livello di sabbie limose e limi sabbiosi per uno spessore di circa 1,5 m, che ospita, con il suddetto materiale di riporto, la "falda di riporto". Si tratta di un acquifero di natura periodica, influenzato pressoché unicamente dagli eventi meteorici. Il livello di falda si attesta ad una profondità media di 1 m da piano campagna (0,9 m m.s.l.m.).

Il primo orizzonte impermeabile si attesta mediamente a 2,5 m di profondità da piano campagna. Si evidenzia una tendenza delle acque della falda di riporto a defluire dall'interno del Deposito verso la laguna.

### **5.1.3 Primo livello impermeabile**

Il primo livello impermeabile è costituito da una sequenza barena-caranto e/o da altri sedimenti a granulometria fine (argille e limi) non sovraconsolidati; tali materiali costituiscono il letto della falda di riporto.

#### Barena

Tale livello è rappresentato da limi argillosi e argille limose di colore scuro con frequenti inclusioni vegetali o livelli di torba (o comunque sedimenti lagunari) o, in alternativa, limi argillosi grigi, sabbie grigie o gialle. La barena non ha una distribuzione continua e si trova mediamente a 2,5 m di profondità da piano campagna (-0,26 m s.l.m.m.), con spessore variabile tra 1 m e 1,5 m.

#### Caranto

È costituito da argilla limosa grigio-azzurra molto compatta (sovraconsolidata), con inclusioni di noduli calcarei e screziature oracee. Costituisce uno strato non sempre presente che si attesta a una quota media di -2 m s.l.m.m. ed ha uno spessore variabile tra 1 e 3 m.

Nonostante la successione barena-caranto non sia stata sempre riscontrata, anche in tali casi, la continuità di un orizzonte a bassa permeabilità è garantita dalla presenza di uno strato dello spessore mediamente di circa 2 m costituito da argille limose o limi argillosi.

### **5.1.4 Primo livello sabbioso**

Si tratta di uno strato costituito da sabbie medio-fini, sabbie limose fini e limi sabbiosi. Si trova al di sotto del primo strato impermeabile (sia esso costituito dalla successione

barena-caranto che dal solo strato impermeabile argilloso o limoso) ed ha uno spessore mediamente variabile tra 1 e 4 m.

### **5.1.5 Prima falda**

In tale livello sabbioso è ospitata la cosiddetta prima falda. Si tratta infatti di una falda leggermente in pressione (il tetto impermeabile si trova a una quota media di - 4 m s.l.m.m.) e dalla scarsa mobilità. Il livello di falda si trova a una quota media di 1,7 m s.l.m.m., mentre la base della stessa (secondo livello impermeabile) si attesta a una quota media di - 10 m s.l.m.m..

Per la prima falda, a causa del confinamento perimetrale della stessa ad opera dei canali che circondano la Macroisola dei Petroli all'interno della quale si colloca il Deposito, non si riscontra una direzione prevalente di deflusso.

### **5.1.6 Secondo livello impermeabile**

Rappresenta la base della prima falda e si trova a una quota media di -10 m s.l.m.m.. È prevalentemente costituito da argille limose o limi argillosi. Nessun sondaggio effettuato ha attraversato questo orizzonte impermeabile e non è stato pertanto possibile indagarne lo spessore.

## **5.2 Stato qualitativo delle acque di falda**

Dall'elaborazione dei risultati delle analisi chimiche condotte sui campioni di acqua relativamente alla campagna di monitoraggio del novembre 2004 si evince la presenza di non conformità, relative sia a composti inorganici sia a sostanze organiche. In sintesi, la valutazione delle informazioni sullo stato qualitativo delle acque di falda conduce alla definizione del seguente quadro dello status ambientale:

- Falda del riporto (campagna di monitoraggio di Ottobre e Novembre 2004): distribuzione diffusa della contaminazione sia da composti inorganici (risultano non conformi tutti i n° 14 campioni d'acqua investigati), sia da sostanze organiche (circa

l'86% dei campioni); la contaminazione da inorganici è imputabile principalmente a Ferro, Manganese, Arsenico e Alluminio, mentre i composti organici presenti in concentrazione superiore al limite normativo sono gli IPA, il Benzene e l'MTBE;

- Prima falda (campagna di monitoraggio di ottobre – novembre 2004): distribuzione diffusa della contaminazione per i composti inorganici (risultano non conformi n°5 dei 6 piezometri campionati), mentre i composti organici superano i limiti di legge nel 50% dei campioni investigati. Tra i composti inorganici le non conformità riguardano Arsenico, Ferro e Manganese, mentre le eccedenze da organici sono relative agli IPA, l'Esaclorobenzene e l'MTBE.

Si ritiene che le non conformità riscontrate nelle acque di falda relativamente alle sostanze inorganiche non siano attribuibili alle attività di movimentazione e stoccaggio di prodotti petroliferi condotte nel sito in esame, ma possano derivare da:

- fenomeni di mobilizzazione/solubilizzazione di tali sostanze presenti nella matrice solida del riporto, costituente l'acquifero superficiale, a causa delle attività di imbonimento praticate in passato in diverse zone della laguna di Venezia (materiali di scarto di lavorazioni industriali), ed in particolare nelle aree demaniali;
- fenomeni naturali di mobilizzazione in fase disciolta di tali sostanze (grazie alle condizioni fortemente riducenti presenti nell'acquifero), naturalmente presenti nella matrice solida costituente l'acquifero della prima falda (depositi sabbioso/limosi di origine lagunare).

## 6. SISTEMI DI MESSA IN SICUREZZA DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Secondo quanto illustrato nei documenti FWIENV “*Relazione Tecnica descrittiva delle attività integrative di Caratterizzazione Ambientale*” del Dicembre 2004 e “*Messa in Sicurezza dei suoli e delle acque sotterranee – STUDIO DI ANALISI DI RISCHIO*” del Marzo 2005, a seguito dei risultati emersi nel corso delle attività di campionamento di Ottobre e Novembre 2004, nel mese di Febbraio 2005, i piezometri PZ15 (superficiale, in Darsena) e PZA (profondo, nell’area cosiddetta “Barenosa”) sono stati dotati di sistemi di messa in sicurezza di emergenza mediante tecnologia Pump & Treat. L’ubicazione degli interventi di messa in sicurezza realizzati è illustrata nella planimetria riportata in Figura 1 - Allegato 3.

I piezometri dotati di sistema di emungimento delle acque contaminate (PZA e PZ15) sono attrezzati con pompa pneumatica a diaframma esterna; l’emungimento, operando un’azione continua di richiamo delle acque di falda del riporto, impedisce la propagazione degli inquinanti in essa disciolti. Per tali piezometri è stato eseguito un campionamento preliminare al momento dell’avviamento dei sistemi (baseline), a seguito del quale sono attualmente previsti prelievi finalizzati all’analisi di laboratorio ogni 15 giorni.

A valle dei sistemi di emungimento, sono stati predisposti adeguati sistemi di stoccaggio temporaneo delle acque da inviare successivamente a trattamento in idonei impianti autorizzati ai sensi degli artt. 27 e 28 del D. Lgs. 22/97, in conformità alla vigente normativa sui rifiuti. La documentazione attestante l’avvenuto smaltimento è disponibile presso il sito.

Per le acque emunte nell’ambito delle attività di messa in sicurezza d’emergenza, così come per le acque captate dai futuri sistemi di bonifica di cui ai capitoli successivi (Pump & Treat) si prevede l’invio a riutilizzo interno alla adiacente Raffineria ENI S.p.A. Div. R&M (come acque di processo per la produzione di vapore) previo idoneo trattamento in apposito impianto (vedi parte generale). Nelle more di realizzazione di tale impianto, si prevede di poter inviare le acque di cui sopra, all’impianto di trattamento delle acque reflue della Raffineria (TAE), che continuerà a scaricare nel rispetto dei limiti della

Tabella A Sezioni 1, 2 e 3 del Decreto 30 luglio 1999, in ottemperanza all'autorizzazione vigente.

Come già ricordato, è stato recentemente siglato un accordo transattivo tra ENI S.p.A. Div. Refining & Marketing, Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti che vede la partecipazione finanziaria della Società agli interventi di marginamento dei tratti spondali previsti dal Magistrato delle Acque di Venezia, in funzione della quota parte di superficie delle Isole di Raffineria e dei Serbatoi di proprietà. In particolare, sono di pertinenza ENI S.p.A. Div. R&M i tratti spondali della Raffineria, dello STAP, del Deposito AgipGas e della porzione di proprietà ENI del Deposito Petroven. Le opere garantiranno, oltre alla protezione spondale, la completa intercettazione delle acque della falda del riporto e della prima falda scolanti verso la Laguna, costituendo misure di messa in sicurezza d'emergenza sostitutive di quelle finora adottate.

I sistemi di messa in sicurezza di emergenza mediante pump & treat in funzione lungo il tratto di sponda del Canale Industriale Vittorio Emanuele III nell'area di pertinenza Eni S.p.A. – Div. R&M (installati in corrispondenza dei piezometri PZ15 e PZA), verranno dismessi qualora i monitoraggi periodici evidenziassero la conformità al D.M. 471/99 delle acque emunte. Resta intesa l'immediata riattivazione delle misure di messa in sicurezza nel caso in cui i successivi campionamenti ponessero in evidenza nuovi superamenti dei limiti di legge. Lo spegnimento definitivo dei sistemi di messa in sicurezza di emergenza installati avverrà comunque al momento del completamento delle opere di marginamento del MAV di cui sopra.

---

Marzo 2005

Rev. 0

32 di 49

ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing

Siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti

Progetto Definitivo di Bonifica delle Acque di Falda

SEZIONE 2 – Area ex-Agipetroli del Deposito PetroVen di P. Marghera (VE)

Contratto FWIENV n° 1-BH-0217

## 7. SISTEMI DI BONIFICA DELLA FALDA DEL RIPORTO

Oltre agli interventi di cui alla parte generale del progetto, FWIENV propone per la bonifica della falda del riporto la tecnologia di Pump & Treat ed il monitoraggio dei fenomeni di attenuazione naturale.

Nella Figura 1 e nella Figura 2, riportate in Allegato 4, sono riportate le planimetrie relative all'ubicazione delle aree su cui sono previsti gli interventi proposti.

### 7.1 Tecnologia di Pump & Treat

Si prevede l'applicazione della tecnologia di Pump & Treat nelle aree di proprietà ENI S.p.A. – Div. R&M del Deposito PetroVen, caratterizzate dalla presenza di composti organici piuttosto recalcitranti alla degradazione biologica e/o cancerogene, molto tossiche, persistenti (Esaclorobenzene, Benzene, IPA), in concentrazioni significative. Data la natura puntuale e circostanziata delle problematiche connesse con la presenza delle suddette sostanze, sarà implementato un unico sistema di emungimento localizzato, ponendo in pompaggio il piezometro PZ01, ubicato nell'area cosiddetta Barenosa. Tale piezometro presenta non conformità al limite relativamente ai seguenti parametri analitici: Piombo, Alluminio, Manganese, IPA, Benzene, Esaclorobenzene ed MTBE.

L'impianto di Pump & Treat sarà costituito dai seguenti elementi:

- Pozzo di emungimento (PZ01);
- Sistema di aspirazione acqua (pompa pneumatica esterna a doppia membrana, con materiale a contatto del liquido in alluminio, completa di dispositivo contro la marcia a secco) e collettamento acque emunte;
- Sistema di regolazione e misurazione (valvole, manometri, totalizzatori di portata).

L'aria compressa necessaria al funzionamento della pompa (minimo 4 barg) sarà alimentata dalla relativa rete di distribuzione del Deposito; la pompa garantirà l'emungimento di una portata pari a circa 3÷4 l/min.

Le acque provenienti dal sistema di Pump & Treat verranno periodicamente analizzate e convogliate all'impianto di trattamento (TAF) dell'adiacente Raffineria ENI, finalizzato a garantire la compatibilità con i limiti previsti dalla Raffineria (vedi parte generale del documento) per il successivo riutilizzo interno come acqua di processo.

## 7.2 Attenuazione Naturale

### 7.2.1 Descrizione dei processi

I processi di attenuazione naturale includono una varietà di processi fisici (advezione, dispersione, diffusione, adsorbimento) e chimico-biologici (biodegradazione) che, sotto condizioni favorevoli, agiscono senza l'intervento antropico per ridurre la massa, la tossicità, il volume, o le concentrazioni di contaminanti nei suoli e nelle acque sotterranee.

Il processo di biodegradazione degli idrocarburi può seguire sia un processo metabolico aerobico sia anaerobico. Quando una quantità sufficiente di idrocarburi ed ossigeno è presente in fase disciolta, i microorganismi aerobi sono in grado di ossidare gli idrocarburi producendo anidride carbonica e acqua. Le velocità di degradazione in condizioni aerobiche sono più elevate e le reazioni aerobiche producono una maggior quantità di energia.

Quando la concentrazione di ossigeno nell'acqua di falda diminuisce in modo tale da limitare il processo di biodegradazione, l'acqua di falda diventa riducente, favorendo quegli organismi che sono in grado di utilizzare, nella respirazione cellulare, altri accettori di elettroni oltre all'ossigeno. Accettori di elettroni alternativi includono, in ordine di produzione di energia, nitrati, biossido di manganese, idrossido di ferro e solfati. Ogni volta che viene utilizzato un successivo accettore di elettroni, la falda diventa più riducente, ed il Potenziale Redox dell'acqua diminuisce. Il Potenziale Redox può essere

quindi utilizzato come indicatore dello stato di avanzamento del processo biodegradativo in atto.

La degradazione degli idrocarburi, utilizzando i nitrati come accettori finali di elettroni, è effettuata da organismi eterotrofi anaerobi facoltativi che si trovano nel sottosuolo (autoctoni). Proprio come gli eterotrofi che, per selezione naturale, diventano dominanti nella microflora del sottosuolo in seguito all'introduzione degli idrocarburi, così gli eterotrofi anaerobi raggiungono la dominanza in seguito alla carenza di ossigeno. Durante la biodegradazione anaerobica, la degradazione aerobica può ancora sussistere ai margini del plume di contaminazione.

Dopo che le concentrazioni di ossigeno e nitrati nell'acqua di falda sono divenute limitanti, il manganese ed il ferro possono essere considerati come successivi accettori di elettroni. I prodotti ultimi delle reazioni chimiche coinvolte in tali processi, sono cationi di ferro e manganese ( $Fe^{++}$  e  $Mn^{++}$ ), disciolti nell'acqua di falda.

La biodegradazione degli idrocarburi, utilizzando solfato come accettore terminale di elettroni, avviene anch'essa ad opera degli eterotrofi anaerobi indigeni.

La fase terminale del processo intrinseco di biodegradazione è caratterizzata solitamente da processi di metanogenesi, con la conseguente produzione di metano. L'accettore di elettroni dominante può tuttavia variare nello spazio e nel tempo in un acquifero, in funzione delle ricariche stagionali di ossigeno disciolto in falda, della differente tipologia della contaminazione e dei meccanismi competitivi tra le diverse specie batteriche.

### **7.2.2 Valutazione della capacità biodegradativa**

Tenuto conto delle correlazioni esistenti tra l'attività batterica di biodegradazione e la distribuzione areale della contaminazione, si procederà alla valutazione dei processi di attenuazione naturale dal punto di vista quantitativo, mediante il monitoraggio dei piezometri di cui al successivo paragrafo.

L'obiettivo di tale analisi è di stimare la potenzialità biodegradativa specifica del sito e definire un programma di monitoraggio dell'attività batterica nel lungo periodo, che consenta di controllare l'efficacia di tale attività in termini di raggiungimento degli obiettivi minimi di bonifica.

Tale valutazione quantitativa comprenderà la misura di una serie di parametri chimici e fisici, in particolare:

- Accettori di elettroni: Ossigeno disciolto (OD), Nitrati ( $\text{NO}_3$ ), Solfati ( $\text{SO}_4$ );
- Prodotti: Ferro disciolto ( $\text{Fe}^{2+}$ ), Manganese disciolto ( $\text{Mn}^{2+}$ ), Metano ( $\text{CH}_4$ );
- Contaminanti: IPA, BTEX, Idrocarburi totali, Metalli;
- Indicatori della richiesta di ossigeno: BOD, COD
- Potenziale Redox (ORP);
- pH;
- Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ );
- Conducibilità elettrica.

A tal proposito, si possono fare le seguenti considerazioni:

- ◆ concentrazioni di Ossigeno inferiori a 0,5 mg/l indicano la presenza di condizioni anossiche nell'acquifero;
- ◆ la presenza di Nitrati e Solfati nell'acquifero è indice di respirazione microbica anossica;
- ◆ la presenza di Ferro disciolto ( $\text{Fe}^{2+}$ ) e Manganese disciolto ( $\text{Mn}^{2+}$ ) può indicare un processo di degradazione anossico dopo la scomparsa di Ossigeno e Nitrati;
- ◆ la presenza di Metano suggerisce fenomeni di biodegradazione per metanogenesi;

- ◆ la misura del potenziale Redox della falda riflette la natura riduttiva ed ossidativa del sistema acquoso. L'ORP è influenzato dalla natura della degradazione dei contaminanti e potrebbe variare da 800 mV (acqua ossigenata) a -400 mV (ambiente fortemente riducente);
- ◆ la misura di pH e Temperatura riflette il fatto che le cinetiche dei processi sia aerobici che anaerobici sono sensibili ad entrambi i parametri.

### **7.2.3 Rete di monitoraggio dei fenomeni di attenuazione naturale**

In corrispondenza dei piezometri interni all'area ex-AgipPetroli PZ02, PZ03, PZ08, PZ09, PZ10, PZ11, PZ12, PZ13, PZ14, PZ16, caratterizzati dalla presenza di composti organici, sarà implementato un protocollo di monitoraggio dei fenomeni di attenuazione naturale che vedrà la verifica periodica di tutti gli indicatori di cui al paragrafo 7.2.2.

I piezometri PZ04 e PZ06, caratterizzati da eccedenze dei soli composti inorganici, saranno invece sottoposti a monitoraggio periodico dei parametri chimico fisici di seguito elencati:

- Temperatura;
- pH;
- Ossigeno disciolto;
- Potenziale Redox;
- Conducibilità elettrica.

## 8. SISTEMI DI BONIFICA DELLA PRIMA FALDA

FWIENV propone per la bonifica della prima falda il monitoraggio dei fenomeni di attenuazione naturale. Nella Figura 3, riportata in Allegato 4, è illustrata la planimetria con l'ubicazione delle aree di intervento.

### 8.1 Attenuazione Naturale

Risultando poco significativa la presenza di composti organici, si ritiene che la presenza sostanzialmente ubiquitaria di Ferro, Manganese e Arsenico (unici elementi inorganici eccedenti i limiti normativi) sia da attribuire, come già evidenziato in precedenza, alle condizioni fortemente riducenti del corpo idrico sotterraneo (influenzate dall'interscambio con le acque della laguna, come dimostrano i valori di conducibilità elettrica misurati nei piezometri profondi). Tali condizioni favoriscono la solubilizzazione della frazione presente nella matrice solida costituente l'acquifero della prima falda (depositi sabbioso/limosi di origine lagunare). Gli interventi già programmati di conterminazione delle macroisole di Raffineria e dei Serbatoi, arrivando ad intercettare completamente l'acquifero ospitante la prima falda, permetteranno di arrestare i fenomeni di interazione tra le acque di laguna e la stessa falda. Potrà pertanto essere attuato un monitoraggio sistematico dei parametri chimico-fisici del corpo idrico sotterraneo, finalizzati a monitorare l'evoluzione del fenomeno. In particolare, si prevede, oltre al campionamento periodico finalizzato alla valutazione dello stato qualitativo delle acque di prima falda mediante analisi di laboratorio, la verifica sui piezometri PZA, PZB, PZC, PZD e PZ05 dei seguenti indicatori fisico-chimici mediante sonda multiparametrica:

- Temperatura;
- pH;
- Ossigeno disciolto;
- Potenziale Redox;

- Conducibilità elettrica.

In corrispondenza dei piezometri PZA e PZC, nei quali gli IPA e l'MTBE, rispettivamente, superano i limiti di riferimento previsti (limiti del DM 471/99 per gli IPA e valore suggerito dall'ISS, pari a 10 µg/l, per l'MTBE) e per il piezometro PZB, nel quale, oltre agli IPA, è stato rilevato pure Esaclorobenzene, le analisi di laboratorio saranno finalizzate, inoltre, alla determinazione dei seguenti parametri:

- Ferro (Fe<sup>2+</sup> e Fe<sup>3+</sup>);
- Manganese (Mn<sup>2+</sup> e Mn<sup>4+</sup>);
- Nitrati;
- Solfati;
- Metano;
- BOD;
- COD.

## 9. MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

Per verificare rispettivamente l'evoluzione delle caratteristiche qualitative delle acque di falda e le performances dei sistemi di bonifica installati, sono previste due differenti tipologie di monitoraggio.

Il piano di monitoraggio permetterà di verificare eventuali fluttuazioni stagionali dei livelli piezometrici e delle concentrazioni delle sostanze disciolte e di valutare l'efficacia dei sistemi di bonifica implementati sul sito, ottimizzandone le modalità operative e gestionali.

Le attività di prelievo, identificazione, conservazione ed analisi dei campioni di acqua di falda saranno condotte secondo le modalità concordate e descritte nel documento *“Protocollo operativo per la caratterizzazione dei siti ai sensi del D.M. 471/99 e dell'accordo di programma per la chimica di Porto Marghera”*, del giugno 2001.

### 9.1 Monitoraggio periodico dell'evoluzione qualitativa delle acque della falda del riporto e della prima falda

Per tutti i piezometri superficiali e profondi dell'area di proprietà Eni S.p.A. – Divisione Refining & Marketing interna al Deposito PetroVen, al fine di registrare l'evoluzione del quadro idrochimico dell'area, si prevede l'implementazione di un piano di monitoraggio periodico delle acque di falda con l'esecuzione di rilievi freaticometrici trimestrali ed il prelievo di campioni da sottoporre ad analisi chimica di laboratorio con cadenza semestrale.

Su tutti i campioni di acqua di falda prelevati, saranno eseguite le analisi previste dal Protocollo Operativo di cui sopra.

## 9.2 Monitoraggio sistemi di bonifica della falda del riporto

Al fine di verificare le performances dei sistemi di bonifica (Pump & Treat e attenuazione naturale) e di messa in sicurezza d'emergenza della falda del riporto si propone che il programma periodico e sistematico di campionamento avvenga con la seguente frequenza e le seguenti modalità:

### 9.2.1 Pump & Treat

Sul piezometro di bonifica PZ01, al fine di verificare le performances del sistema di Pump & Treat, saranno realizzate delle attività di monitoraggio periodico, che prevedono, con cadenza trimestrale, il prelievo di campioni di acqua di falda direttamente dalla presa campione di cui il sistema di emungimento è dotato, da avviare a successive analisi chimiche di laboratorio per la determinazione dei parametri previsti dall'“Accordo di Programma della Chimica a Porto Marghera” e del “Protocollo operativo per la caratterizzazione dei siti ai sensi del D.M. 471/99 e dell'accordo di programma per la chimica di Porto Marghera”.

### 9.2.2 Attenuazione naturale

Sulla base di quanto indicato nel paragrafo 7.1, si prevede l'implementazione di un piano di monitoraggio dei parametri chimico-fisici delle acque della falda del riporto. In particolare, sui piezometri PZ02, PZ03, PZ04, PZ06, PZ08, PZ09, PZ10, PZ11, PZ12, PZ13, PZ14 e PZ16, si prevede, mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica, la verifica semestrale dei seguenti parametri fisico-chimici:

- Temperatura;
- pH;
- Ossigeno disciolto;
- Potenziale Redox;

- Conducibilità elettrica.

Sui piezometri caratterizzati dalla presenza di sostanze organiche in concentrazioni non conformi ai limiti di legge (PZ02, PZ03, PZ08, PZ09, PZ10, PZ11, PZ12, PZ13, PZ14 e PZ16), si procederà, inoltre, con medesima frequenza e contestualmente alla verifica periodica (vedi paragrafo 9.1) degli analiti previsti dal “Protocollo operativo per la caratterizzazione dei siti ai sensi del D.M. 471/99 e dell’accordo di programma per la chimica di Porto Marghera”, del giugno 2001, al prelievo di campioni di acqua di falda da avviare a successive analisi chimiche di laboratorio, per la determinazione dei seguenti parametri per la verifica dei fenomeni di attenuazione naturale:

- Ferro ( $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Fe}^{3+}$ );
- Manganese ( $\text{Mn}^{2+}$  e  $\text{Mn}^{4+}$ );
- Nitrati;
- Solfati;
- Metano;
- BOD;
- COD.

### 9.3 Monitoraggio sistemi di bonifica della prima falda

Sulla base di quanto indicato nel paragrafo 8.1, si prevede l’implementazione di un piano di monitoraggio dei parametri chimico-fisici delle acque di prima falda, a seguito del completamento delle opere di marginamento previste dal Magistrato delle Acque di Venezia. In particolare, sui piezometri di prima falda PZA, PZB, PZC, PZD e PZ05.

---

Marzo 2005

Rev. 0

42 di 49

ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing

Siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti

Progetto Definitivo di Bonifica delle Acque di Falda

SEZIONE 2 – Area ex-Agipetroli del Deposito PetroVen di P. Marghera (VE)

Contratto FWIENV n° 1-BH-0217

Per ciascun piezometro si prevede la verifica semestrale dei seguenti parametri fisico-chimici:

- Temperatura;
- pH;
- Ossigeno disciolto;
- Potenziale Redox;
- Conducibilità elettrica.

In corrispondenza dei soli piezometri PZA, PZB e PZC, caratterizzati da contaminazione organica (IPA, Esaclorobenzene ed MTBE), si procederà, inoltre, con medesima frequenza e contestualmente alla verifica periodica (vedi paragrafo 9.1) degli analiti previsti dal "Protocollo operativo per la caratterizzazione dei siti ai sensi del D.M. 471/99 e dell'accordo di programma per la chimica di Porto Marghera", del Giugno 2001, al prelievo di campioni di acqua di falda da avviare a successive analisi chimiche di laboratorio, per la determinazione dei seguenti parametri:

- Ferro ( $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Fe}^{3+}$ );
- Manganese ( $\text{Mn}^{2+}$  e  $\text{Mn}^{4+}$ );
- Nitrati;
- Solfati;
- Metano;
- BOD;
- COD.

#### 9.4 Monitoraggio dei sistemi di messa in sicurezza d'emergenza

Relativamente ai n° 2 piezometri dell'area ex-AgipPetroli sottoposti a misure di messa in sicurezza d'emergenza (cfr. capitolo 6), si prevede il monitoraggio periodico delle acque

emunte per valutare l'efficacia dei sistemi di pompaggio, consentendo l'ottimizzazione della gestione degli impianti installati.

In particolare, in corrispondenza dei piezometri PZA e PZ15 saranno effettuate le seguenti attività:

- registrazione dei volumi di acqua estratti;
- campionamento mensile per i primi 3 mesi, trimestrale successivamente, delle acque emunte, mediante prelievo condotto direttamente dalla presa campione di cui ogni sistema di emungimento è dotato, al fine di verificare la variabilità qualitativa della falda in funzione del tempo e del volume complessivamente emunto.

Tutti i campioni di acqua prelevati sono analizzati presso laboratorio accreditato SINAL e certificato ai sensi delle norme UNI ISO 45001, per la determinazione, nel rispetto dell' "Accordo di Programma della Chimica a Porto Marghera" e del "Protocollo operativo per la caratterizzazione dei siti ai sensi del D.M. 471/99 e dell'accordo di programma per la chimica di Porto Marghera", dei seguenti parametri:

- Metalli: Al, Sb, Ag, As, Be, Cd, Co, Cr tot, Cr VI, Fe, Mn, Hg, Ni, Pb, Cu, Se, Ti, V, Zn;
- Cianuri liberi;
- Fluoruri;
- n-esano
- Idrocarburi totali (n-alcani n-C10 – n-C40);
- Idrocarburi aromatici: Benzene, Toluene, Etilbenzene, Xileni, Stirene;
- IPA;
- Organoalogenati;
- Fenoli;
- MTBE;
- PCB.

Qualora i suddetti campionamenti evidenziassero il rispetto degli obiettivi di qualità

previsti dal D.M. 471/99 per le acque sotterranee, il sistema di pompaggio relativo al piezometro in oggetto potrà essere interrotto. Resta intesa l'immediata riattivazione delle misure di messa in sicurezza, qualora i monitoraggi periodici dovessero porre in evidenza nuovi superamenti dei limiti di legge. L'arresto definitivo dei sistemi di emungimento installati in corrispondenza dei piezometri PZ15 e PZA avverrà, comunque, al momento del completamento delle opere di marginamento del MAV.

---

Marzo 2005

Rev. 0

45 di 49

ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing  
Siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero  
dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti  
Progetto Definitivo di Bonifica delle Acque di Falda  
SEZIONE 2 – Area ex-Agipetroli del Deposito PetroVen di P. Marghera (VE)  
*Contratto FWIENV n° 1-BH-0217*

## **ALLEGATO 1: Risultati delle attività di caratterizzazione ambientale dell'area e ubicazione sistemi di messa in sicurezza di emergenza**

- Figura 1: Planimetria dell'area con ubicazione della rete di monitoraggio delle acque di falda
- Figura 2: Planimetria dell'area con ubicazione delle eccedenze rinvenute nella falda di riporto (monitoraggio ottobre-novembre 2004)
- Figura 3: Planimetria dell'area con ubicazione delle eccedenze rinvenute nella prima falda (monitoraggio ottobre-novembre 2004)

## ALLEGATO 2: Certificati analitici delle acque di falda

---

Marzo 2005

Rev. 0

47 di 49

ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing  
Siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero  
dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti  
Progetto Definitivo di Bonifica delle Acque di Falda  
SEZIONE 2 – Area ex-Agippetroli del Deposito PetroVen di P. Marghera (VE)  
*Contratto FWIENV n° 1-BH-0217*

### ALLEGATO 3: Interventi di messa in sicurezza delle acque di falda

Figura 1: Planimetria dell'area con ubicazione dei sistemi di messa in sicurezza d'emergenza delle acque di falda

---

Marzo 2005

Rev. 0

48 di 49

ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing  
Siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero  
dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti  
Progetto Definitivo di Bonifica delle Acque di Falda  
SEZIONE 2 – Area ex-Agippetroli del Deposito PetroVen di P. Marghera (VE)  
*Contratto FWIENV n° 1-BH-0217*

**ALLEGATO 4: Aree di applicazione delle tecnologie di bonifica delle acque di falda**

- Figura 1: Area di intervento mediante applicazione localizzata della tecnologia di pump & treat - Falda del riporto
- Figura 2: Aree di riduzione del carico inquinante mediante attenuazione naturale - Falda del riporto
- Figura 3: Aree di riduzione del carico inquinante mediante attenuazione naturale – Prima falda