

Allegato 1

Relazione “Progetto di messa in  
sicurezza e bonifica di ISAB Impianti  
Sud”



Luglio 2011

**ISAB S.R.L. - RAFFINERIA ISAB IMP. SUD,  
PRIOLO (SR)**

## **Progetto di messa in sicurezza e bonifica**

**RELAZIONE**

**Numero Relazione.** 08508460180/8351



**A world of  
capabilities  
delivered locally**





## Indice

<b>1.0</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
1.1	Limitazioni dello studio	1
1.2	Documentazione di riferimento	1
<b>2.0</b>	<b>QUADRO AMBIENTALE DI SINTESI</b>	<b>5</b>
2.1	Sintesi del quadro geologico e idrogeologico	5
2.1.1	Assetto litologico	5
2.1.2	Modello strutturale del sottosuolo	5
2.1.3	Modello idrogeologico di dettaglio	7
2.2	Terreni	8
2.2.1	Sintesi ed unificazione delle diverse fasi di caratterizzazione eseguite (anni 2001-2006)	8
2.2.2	Approfondimento dei sondaggi ambientali PI360 - PI362 - PI552 (anno 2009)	9
2.2.3	Esiti indagini di approfondimento area nuova sala controllo (anni 2006-2009)	10
2.2.4	Area destinata al posizionamento di un filtro a sale (anno 2010)	11
2.2.5	Area destinata al nuovo impianto recupero condense (anno 2010)	11
2.2.6	Area destinata al revamping impianto 400	11
2.2.7	Mappatura qualità ambientale terreni	12
2.3	Acque sotterranee	12
2.3.1	Rilievo piezometrico	12
2.3.2	Aggiornamento sulla qualità ambientale delle acque sotterranee	13
2.3.3	Mappatura qualità ambientale acque sotterranee	14
2.3.4	Composti clorurati nell'area di Valle Impianti	15
2.3.5	Interventi integrativi di MISE nell'area prossima alle strade Ovest 10-11-12 e Nord 1-4	16
2.4	Piano di caratterizzazione aree di proprietà esterne al confine fiscale	16
<b>3.0</b>	<b>AGGIORNAMENTO DELL'ANALISI DI RISCHIO</b>	<b>17</b>
3.1	Considerazioni di sintesi in merito alle procedure dell'analisi di rischio	17
3.2	Considerazioni di sintesi in merito agli esiti dell'analisi di rischio	18
<b>4.0</b>	<b>DEFINIZIONE E DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA E BONIFICA</b>	<b>20</b>
4.1	Criteri di intervento ed obiettivi	20
4.2	Terreni	21
4.2.1	Interventi di bonifica previsti per le aree interessate da sversamenti accidentali	21



4.3	Acque sotterranee .....	24
4.3.1	Emungimento/recupero prodotto Valle Impianti .....	25
4.3.2	Emungimento/recupero prodotto Area Blending .....	26
4.3.2.1	Prove idrauliche e modellazione numerica .....	27
4.3.3	Potenziamento sistema di AS/BS-SVE lungo la strada Ovest 4 .....	28
4.3.4	Sistema di AS/BS-SVE Valle Impianti.....	28
4.3.5	Emungimenti localizzati: PM31, PIM5-PIM6-PM10, PM23-PM91, PM12, PM70, sala pompe 5.....	29
4.3.6	Emungimento in area “sovrappasso interno” e “sovrappasso esterno-pozzi PZ” .....	30
4.3.7	Gestione degli effluenti gassosi .....	30
4.3.8	Gestione degli effluenti liquidi .....	31
4.4	Programma di chiusura e ripristino ambientale della discarica di rifiuti inerti .....	33
<b>5.0</b>	<b>PROCEDURA DI INTERVENTO IN CASO DI EVENTUALI SVERSAMENTI ACCIDENTALI FUTURI.....</b>	<b>34</b>
<b>6.0</b>	<b>RIUTILIZZO E RESTITUZIONE AGLI USI LEGITTIMI DELLE AREE .....</b>	<b>35</b>
<b>7.0</b>	<b>PIANO DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>38</b>
7.1	Monitoraggio acque sotterranee .....	38
7.2	Monitoraggio vapori interstiziali del primo sottosuolo.....	39
7.3	Monitoraggio vapori interstiziali del primo sottosuolo zona PIM5.....	40
7.4	Monitoraggio composti clorurati in area valle impianti .....	41
7.5	Monitoraggio esposizione dei lavoratori.....	41
7.6	Monitoraggio e manutenzione impianti .....	41
<b>8.0</b>	<b>QUADRO AMBIENTALE DI SINTESI .....</b>	<b>44</b>
8.1	Sintesi del quadro geologico e idrogeologico .....	44
8.1.1	Inquadramento territoriale e geomorfologico .....	44
8.1.2	Assetto geologico dell'area di interesse.....	44
8.2	Terreni .....	44
8.2.1	Sintesi delle diverse fasi di caratterizzazione eseguite .....	44
8.2.2	Esiti indagini integrative top soil.....	45
8.2.3	Mappatura qualità ambientale terreni .....	46
8.3	Acque sotterranee .....	46
8.3.1	Rilievo piezometrico.....	46
8.3.2	Aggiornamento sulla qualità ambientale delle acque sotterranee.....	47
8.3.3	Mappatura qualità ambientale acque sotterranee.....	47
8.3.4	Ulteriori informazioni circa le Aree PMP e radice pontile .....	48



<b>9.0</b>	<b>AGGIORNAMENTO DELL'ANALISI DI RISCHIO</b>	<b>49</b>
9.1	Considerazioni di sintesi in merito alle procedure dell'analisi di rischio	49
9.2	Considerazioni di sintesi in merito agli esiti dell'analisi di rischio	50
<b>10.0</b>	<b>DEFINIZIONE E DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA E BONIFICA</b>	<b>51</b>
10.1	Criteri di intervento ed obiettivi	51
10.2	Terreni	51
10.2.1	Sistema di Soil Vapour Extraction (SVE) in Area PMP	51
10.2.2	Gestione degli effluenti gassosi	51
10.2.3	Rimozione amianto in zona PMOL17	52
10.3	Acque sotterranee	52
10.3.1	Proseguimento emungimento/recupero prodotto già in atto	52
10.3.2	Emungimento/recupero prodotto Area PMOL8	53
10.3.3	Sistemi di AS/BS-SVE	54
10.3.4	Sistema di monitoraggio delle perdite dagli oleodotti	54
10.3.5	Gestione degli effluenti liquidi	55
10.3.6	Gestione degli effluenti gassosi	55
<b>11.0</b>	<b>PROCEDURA DI INTERVENTO IN CASO DI EVENTUALI SVERSAMENTI ACCIDENTALI FUTURI</b>	<b>56</b>
<b>12.0</b>	<b>RIUTILIZZO E RESTITUZIONE AGLI USI LEGITTIMI DELLE AREE</b>	<b>57</b>
<b>13.0</b>	<b>PIANO DI MONITORAGGIO</b>	<b>59</b>
13.1	Monitoraggio acque sotterranee	59
13.2	Monitoraggio SVE Area PMP	60
13.3	Monitoraggio vapori interstiziali del primo sottosuolo	60
13.4	Monitoraggio esposizione dei lavoratori	61
13.5	Monitoraggio e manutenzione impianti	61
<b>14.0</b>	<b>STIMA DELLE TEMPISTICHE DI INTERVENTO</b>	<b>64</b>
<b>15.0</b>	<b>STIMA DI MASSIMA DEI COSTI DI INTERVENTO</b>	<b>64</b>

**TABELLE**

TABELLA 1	SINTESI CONTEGGIO PUNTI DI INDAGINE TERRENO (AREA STABILIMENTO)
TABELLA 2	ELENCO PUNTI DI INDAGINE TERRENO (AREA STABILIMENTO)
TABELLA 3	ESITI ANALISI ARIA INTERSTIZIALE DEL PRIMO SOTTOSUOLO
TABELLA 4	INFORMAZIONI DI SINTESI SULLE AREE DI SVERSAMENTO ACCIDENTALE



TABELLA 5	ELENCO PUNTI DI INDAGINE (AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE)
TABELLA 6	INFORMAZIONI SU ANALISI TERRENI INDAGINI APRILE 2005
TABELLA 7	GEOREFENZIAZIONE PUNTI DI INDAGINE (AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE)
TABELLA 8	SINTESI SISTEMI DI EMUNGIMENTO AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE (NEL CORPO DEL TESTO)
TABELLA 9	STIME DI MASSIMA DEI COSTI DI COSTRUZIONE
TABELLA 10	STIMA DI MASSIMA DEI COSTI ANNUI DI ESERCIZIO
TABELLA 11	ANALISI CHIMICHE ACQUA SOTTERRANEA POZZI P1-P4

#### **FIGURE**

FIGURA 1	COROGRAFIA GENERALE DEL SITO
FIGURA 2	PLANIMETRIA SCHEMATICA INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA E BONIFICA
FIGURA 3	SCHEMA PLANIMETRICO ZONA AREA SOVRAPPASSO – STATO ATTUALE E PROGETTO INTEGRAZIONE
FIGURA 4	SCHEMA PLANIMETRICO ZONA AREA CM16
FIGURA 5	SCHEMA PLANIMETRICO ZONA AREA PMP
FIGURA 6	SCHEMA PLANIMETRICO ZONA AREA RADICE PONTILE
FIGURA 7	UBICAZIONE INDICATIVA POZZI INTEGRATIVI ZONA PIM5-PIM6-PM10
FIGURA 8	STIMA DEI TEMPI DI COSTRUZIONE DELLE OPERE DI BONIFICA
FIGURA 9	UBICAZIONE INDICATIVA POZZI CLUSTER P1, P2, P3, P4

#### **TAVOLE**

TAVOLA 1	UBICAZIONE PUNTI DI INDAGINE TERRENO
TAVOLA 2	UBICAZIONE AREE ESTERNE A MONTE DEGLI IMPIANTI
TAVOLA 3A	MAPPATURA AREE NON CONFORMI ALLE CSC DEL D.LGS. 152/2006 (SITI AD USO COMMERCIALE ED INDUSTRIALE) – TERRENO – IDROCARBURI PESANTI C>12
TAVOLA 3B	MAPPATURA AREE NON CONFORMI ALLE CSC DEL D.LGS. 152/2006 (SITI AD USO COMMERCIALE ED INDUSTRIALE) – TERRENO – BENZENE
TAVOLA 3C	MAPPATURA AREE NON CONFORMI ALLE CSC DEL D.LGS. 152/2006 (SITI AD USO COMMERCIALE ED INDUSTRIALE) – TERRENO – IDROCARBURI LEGGERI C<12
TAVOLA 3D	MAPPATURA AREE NON CONFORMI ALLE CSC DEL D.LGS. 152/2006 (SITI AD USO COMMERCIALE ED INDUSTRIALE) – TERRENO – ALTRI COMPOSTI
TAVOLA 4	UBICAZIONE POZZI DI MONITORAGGIO ACQUA SOTTERRANEA
TAVOLA 5	LINEE ISOPIEZOMETRICHE
TAVOLA 6	MAPPATURA QUALITÀ AMBIENTALE ACQUE SOTTERRANEE – PRODOTTO SURNATANTE E IDROCARBURI TOTALI (ESPRESSI COME N-ESANO)
TAVOLA 6A	MAPPATURA QUALITÀ AMBIENTALE ACQUE SOTTERRANEE – PRODOTTO SURNATANTE E IDROCARBURI TOTALI (ESPRESSI COME N-ESANO) – ANNO 2010
TAVOLA 7	MAPPATURA QUALITÀ AMBIENTALE ACQUE SOTTERRANEE – BENZENE
TAVOLA 7A	MAPPATURA QUALITÀ AMBIENTALE ACQUE SOTTERRANEE – BENZENE – ANNO 2010



TAVOLA 8	MAPPATURA QUALITÀ AMBIENTALE ACQUE SOTTERRANEE – TOLUENE, ETILBENZENE, XILENI
TAVOLA 8A	MAPPATURA QUALITÀ AMBIENTALE ACQUE SOTTERRANEE – TOLUENE, ETILBENZENE, XILENI – ANNO 2010
TAVOLA 9	MAPPATURA QUALITÀ AMBIENTALE ACQUE SOTTERRANEE – IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)
TAVOLA 9A	MAPPATURA QUALITÀ AMBIENTALE ACQUE SOTTERRANEE – IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA) – ANNO 2010
TAVOLA 10	MAPPATURA QUALITÀ AMBIENTALE ACQUE SOTTERRANEE – METALLI
TAVOLA 10A	MAPPATURA QUALITÀ AMBIENTALE ACQUE SOTTERRANEE – METALLI – ANNO 2010
TAVOLA 11	MAPPATURA QUALITÀ AMBIENTALE ACQUE SOTTERRANEE – ALIFATICI CLORURATI (PCE, 1,2-DCE, TCE, TRICLOROMETANO)
TAVOLA 11A	MAPPATURA QUALITÀ AMBIENTALE ACQUE SOTTERRANEE – ALIFATICI CLORURATI (PCE, 1,2-DCE, TCE, TRICLOROMETANO) – ANNO 2010
TAVOLA 12	MAPPATURA QUALITÀ AMBIENTALE ACQUE SOTTERRANEE – ALIFATICI CLORURATI (1,1-DCE, 1,2 DICLOROPROPANO, CV)
TAVOLA 12A	MAPPATURA QUALITÀ AMBIENTALE ACQUE SOTTERRANEE – ALIFATICI CLORURATI (ESACLOROBUTADIENE, 1,2 DICLOROPROPANO, CV) – ANNO 2010
TAVOLA 13	RIUTILIZZO DELLE AREE PER NUOVI INVESTIMENTI: AREE CONFORMI NEL TERRENO INSATURO
TAVOLA 14	RIUTILIZZO DELLE AREE PER NUOVI INVESTIMENTI: AREE CONFORMI NELLE ACQUE SOTTERRANEE
TAVOLA 15	UBICAZIONE AREE INTERESSATE DA SVERSAMENTI ACCIDENTALI
TAVOLA 16	PLANIMETRIA PERCORSI LINEE DI CONVOGLIAMENTO ACQUE
TAVOLA 17	AREE RESTITUIBILI AGLI USI LEGITTIMI ED AREE RIUTILIZZABILI DELLO STABILIMENTO
TAVOLA 18	MAPPATURA SUPERAMENTI DELLE CSC NEL TERRENO INSATURO ( <i>AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE</i> )
TAVOLA 19	LINEE ISOPIEZOMETRICHE ( <i>AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE</i> )
TAVOLA 20	MAPPATURA AREE CONTAMINATE: PRODOTTO SURNATANTE E IDROCARBURI TOTALI NELLE ACQUE SOTTERRANEE ( <i>AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE</i> )
TAVOLA 20A	MAPPATURA AREE CONTAMINATE: PRODOTTO SURNATANTE E IDROCARBURI TOTALI NELLE ACQUE SOTTERRANEE ( <i>AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE</i> ) – ANNO 2010
TAVOLA 21	MAPPATURA AREE CONTAMINATE: COMPOSTI ORGANICI AROMATICI NELLE ACQUE SOTTERRANEE ( <i>AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE</i> )
TAVOLA 21A	MAPPATURA AREE CONTAMINATE: COMPOSTI ORGANICI AROMATICI NELLE ACQUE SOTTERRANEE ( <i>AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE</i> ) – ANNO 2010
TAVOLA 22	MAPPATURA AREE CONTAMINATE: METALLI NELLE ACQUE SOTTERRANEE ( <i>AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE</i> )
TAVOLA 22A	MAPPATURA AREE CONTAMINATE: METALLI NELLE ACQUE SOTTERRANEE ( <i>AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE</i> ) – ANNO 2010
TAVOLA 23	MAPPATURA AREE CONTAMINATE: COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI, NON CANCEROGENI E ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI NELLE ACQUE SOTTERRANEE ( <i>AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE</i> )
TAVOLA 23A	MAPPATURA AREE CONTAMINATE: COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI, NON CANCEROGENI E ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI NELLE ACQUE SOTTERRANEE ( <i>AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE</i> ) – ANNO 2010



TAVOLA 24	RIUTILIZZO DELLE AREE PER NUOVI INVESTIMENTI: AREE CONFORMI NEL TERRENO INSATURO (AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE)
TAVOLA 25	RIUTILIZZO DELLE AREE PER NUOVI INVESTIMENTI: AREE CONFORMI NELLE ACQUE SOTTERRANEE (AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE)
TAVOLA 26	AREE RESTITUIBILI AGLI USI LEGITTIMI ED AREE RIUTILIZZABILI DEL FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE

## **APPENDICI**

APPENDICE 1	ANALISI CHIMICHE CAMPIONI DI TERRENO
APPENDICE 2	DICHIARAZIONE DEL LABORATORIO ANALITICO SU METODI ANALITICI PCDD/F PER I CAMPIONI DI TOP SOIL INDAGINI A MAGLIA 50MX50M
APPENDICE 3	INDAGINI DI APPROFONDIMENTO SONDAGGI PI360, PI362, PI552
APPENDICE 4	FATTORI DI TOSSICITÀ EQUIVALENTE ANALISI TOP SOIL AREA NUOVA SALA CONTROLLO
APPENDICE 5	INDAGINI DI APPROFONDIMENTO NUOVA SALA CONTROLLO
APPENDICE 6	RILIEVI PIEZOMETRICI DICEMBRE 2009 E GENNAIO 2010
APPENDICE 7	ANALISI PRODOTTO SURNATANTE
APPENDICE 8	ESITI MONITORAGGIO ACQUE SOTTERRANEE MAGGIO-DICEMBRE 2009
APPENDICE 8BIS	ESITI MONITORAGGIO ACQUE SOTTERRANEE ANNO 2010
APPENDICE 9	CERTIFICATI ANALITICI DI LABORATORIO CAMPIONI DI ACQUA SOTTERRANEA MAGGIO-DICEMBRE 2009
APPENDICE 9BIS	CERTIFICATI ANALITICI DI LABORATORIO CAMPIONI DI ACQUA SOTTERRANEA ANNO 2010
APPENDICE 10	CHIARIMENTI SUI COMPOSTI CLORURATI
APPENDICE 11	ANALISI DI RISCHIO (AREA STABILIMENTO)
APPENDICE 12	DESCRIZIONE SISTEMI DI MESSA IN SICUREZZA E BONIFICA
APPENDICE 13	PROGRAMMA DI CHIUSURA E RIPRISTINO AMBIENTALE DISCARICA RIFIUTI SPECIALI INERTI
APPENDICE 14	STRATIGRAFIE SONDAGGI/POZZI DI MONITORAGGIO AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE
APPENDICE 15	CERTIFICATI ANALITICI DI LABORATORIO CAMPIONI DI TERRENO AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE
APPENDICE 16	DICHIARAZIONE DEL LABORATORIO ANALITICO SU METODI ANALITICI TERRENI INDAGINI APRILE 2005 AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE
APPENDICE 17	ESITI INDAGINI SUI CAMPIONI DI TOP SOIL AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE
APPENDICE 18	RILIEVO PIEZOMETRICO GENNAIO 2010 AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE
APPENDICE 19	ESITI MONITORAGGIO ACQUE SOTTERRANEE LUGLIO-SETTEMBRE 2009 AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE
APPENDICE 19BIS	ESITI MONITORAGGIO ACQUE SOTTERRANEE ANNO 2010 AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE
APPENDICE 20	CERTIFICATI ANALITICI DI LABORATORIO CAMPIONI DI ACQUA SOTTERRANEA LUGLIO-SETTEMBRE 2009 AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE
APPENDICE 20BIS	CERTIFICATI ANALITICI DI LABORATORIO CAMPIONI DI ACQUA SOTTERRANEA ANNO 2010 AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE





- APPENDICE 21 ESITI ANALITICI CAMPIONI DI TERRENO SONDAGGI PMP1-PMP4 E POZZETTI ESPLORATIVI PZA-PZD
- APPENDICE 22 DESCRIZIONE LAVORI DI IMPERMEABILIZZAZIONE TRATTO TERMINALE VASCA ISPEZIONE OLEODOTTI IN AREA RADICE PONTILE
- APPENDICE 23 ANALISI DI RISCHIO (AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE)
- APPENDICE 24 PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AREE DI PROPRIETÀ ESTERNE AL CONFINE FISCALE DI RAFFINERIA
- APPENDICE 25 COMUNICAZIONI INERENTI LA VALIDAZIONE DELLE INDAGINI AMBIENTALI
- APPENDICE 26 MONITORAGGIO ACQUA SOTTERRANEA (ARSENICO E VANADIO) POZZI PM4, PM8, PM9



## 1.0 INTRODUZIONE

Golder Associates S.r.l. (Golder) è stata incaricata di redigere il presente progetto di messa in sicurezza e bonifica dei suoli e delle acque sotterranee del Sito ISAB S.r.l. – Raffineria ISAB Impianti Sud di Priolo (SR) (Raffineria) (Figura 1). In relazione a quanto indicato nell'Accordo di Programma (<sup>1</sup>), articolo 10 comma 7 lettera b), il presente documento costituisce il progetto di messa in sicurezza e bonifica del sito della Raffineria ed è stato predisposto, in riferimento alla stipula dell'atto di transazione, sulla base di quanto indicato dall'Accordo di Programma all'articolo 11.

Il presente documento unifica le valutazioni e le proposte di intervento per le aree della Raffineria nel loro complesso (Stabilimento con impianti produttivi, area fascio oleodotti-radice pontile, area "sovrappasso"); per maggiore chiarezza, il presente documento è stato suddiviso in tre sezioni, riguardanti aree con diverso utilizzo industriale e diverse condizioni geologico-ambientali (Figura 1):

- **sezione 1:** area di Stabilimento, nella quale sono ubicati gli impianti di trasformazione/stoccaggio dei prodotti petroliferi, area sovrappasso interno ed esterno-pozzi PZ;
- **sezione 2:** area del fascio oleodotti (che collegano l'area di Stabilimento al pontile di attracco delle navi), area radice pontile, area sovrappasso esterno-pozzi PMOL/SVR;
- **sezione 3:** valutazioni dei tempi e costi di intervento.

Gli interventi descritti nel presente documento sono basati sull'aggiornamento dello stato ambientale del sito e sulla rielaborazione dell'analisi di rischio sito specifica ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. (eseguita in conformità ai "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati" revisione 2, marzo 2008, redatti da APAT, ora ISPRA).

### 1.1 Limitazioni dello studio

Il presente documento si basa in parte sulle indagini eseguite sul sito dalla Golder ed in parte su una serie di informazioni ambientali, geologiche ed idrogeologiche direttamente raccolte da terzi ed analizzate dalla Golder. Nell'ambito del presente documento sono chiaramente esplicitati i diversi soggetti incaricati della raccolta, analisi e valutazione delle informazioni qui contenute.

La progettazione è stata eseguita sulla base dei documenti tecnici approvati dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e sulla base degli ulteriori approfondimenti eseguiti.

I risultati, i giudizi e le conclusioni presenti in questo documento rappresentano il nostro giudizio professionale basato sulle attuali conoscenze scientifiche d'uso corrente concernenti la caratterizzazione ambientale di siti potenzialmente inquinati e assumendo che i dati acquisiti da terzi siano corretti ed affidabili.

### 1.2 Documentazione di riferimento

I principali documenti tecnici inerenti la Raffineria e finora presentati alle Pubbliche Autorità (PP.AA.) competenti, a cui si rimanda per eventuali approfondimenti, sono di seguito specificati:

- Relazione Golder 992290/3754 "Programma di Caratterizzazione ambientale" (settembre 1999), approvato in sede di Conferenza dei Servizi presso il Ministero dell'Ambiente il 13 novembre 2000;

---

(<sup>1</sup>) Accordo di Programma – Interventi di riqualificazione ambientali funzionali alla reindustrializzazione e infrastrutturazione delle aree comprese nel Sito di Interesse Nazionale di "Priolo" – Novembre 2008



- Relazione Golder T10015/4522 “Piano di Caratterizzazione del sito” (maggio 2002), ritenuto approvabile in sede di Conferenza dei Servizi presso il Ministero dell’Ambiente, il giorno 10 gennaio 2003 (Piano di Caratterizzazione);
- Relazione Golder T20033/5117 “Programma di caratterizzazione area pontile e fascio oleodotti” (luglio 2003), ritenuto approvabile con prescrizioni in sede di Conferenza di Servizi del 6 novembre 2003;
- Relazione Golder T20033/5101 “Progetto Preliminare di bonifica” (novembre 2003), approvato in sede di Conferenza dei Servizi presso il Ministero dell’Ambiente, il giorno 31 marzo 2004 (Progetto Preliminare);
- Relazione Golder T20033/5326 “Integrazione al Progetto Preliminare di bonifica – Progettazione di base della barriera di contenimento della falda acquifera (Risultati delle prove pilota di Air Sparging e Soil Vapour Extraction)” (giugno 2004), discussa in sede di Conferenza dei Servizi presso il Ministero dell’Ambiente, in data 28 febbraio 2005 (Integrazione al Progetto Preliminare);
- Relazione Golder T20033/5453 “Piano di caratterizzazione ambientale area pontile e fascio oleodotti” (novembre 2004), discusso in sede di Conferenza di Servizi del 28 febbraio 2005;
- Relazione Golder T20033/5729 “Programma di Caratterizzazione integrativa a maglia 50mx50m” (aprile 2005), approvato in sede di Conferenza dei Servizi presso il Ministero dell’Ambiente in data 15 dicembre 2005;
- Relazione Golder T20033/5968 “Progetto Definitivo di bonifica” (gennaio 2006), discusso in sede di Conferenza di Servizi istruttoria del 16 maggio 2006 e decisoria del 16 febbraio 2007 (Progetto Definitivo);
- Lettera ERG Raffinerie Mediterranee S.p.A. “Area pontile-fascio oleodotti: sintesi delle attività di indagine e di messa in sicurezza d'emergenza eseguite” del 13/01/2006;
- Comunicazione della Raffineria riportante l'integrazione al progetto definitivo di bonifica delle acque sotterranee (marzo 2006);
- Relazione Golder T60021/6046 “Risultati indagini ambientali per la restituzione agli usi legittimi dell’area destinata alla nuova sala controllo” (marzo 2006), discussa in sede di Conferenza di Servizi decisoria del 16 febbraio 2007;
- Relazione Golder T60021/7044 “Aggiornamento attività di MSE in corso presso l’area impianti produttivi” (maggio 2006);
- Relazione SET Subsoil Environment Technologies S.r.l. “Risultati indagini di caratterizzazione integrativa maglia 50mx50m” (cod. lavoro: 0601.5/1) del 20/10/2006;
- Relazione Golder T60021/7178 “Rimodulazione degli obiettivi di bonifica mediante analisi di rischio e progetto di messa in sicurezza operativa” (ottobre 2006);
- Relazione Golder T60021/7468 “Risultati indagini ambientali integrative per la restituzione agli usi legittimi dell’area destinata alla nuova sala controllo” (settembre 2007).

Per quanto concerne l’area denominata “sovrappasso”, sono stati inviati dalla Raffineria i seguenti documenti principali:

- “Studio idrogeologico e geofisico del sottosuolo della raffineria ISAB e di alcune aree contermini” a cura di EURECOS S.a.s., aprile 1994;



- "Stima della frazione mobile e immobile di prodotto presente nel sottosuolo" a cura di EURECOS S.a.s., dicembre 1997;
- "Raffineria ISAB di Priolo: analisi di rischio e ottimizzazione del piano di bonifica per l'area oleodotti" a cura di Dames & Moore, giugno 1998;
- "Analisi e Grafici della simulazione dell'attività di degradazione batterica" a cura di EUREKOS s.r.l. maggio 2000;
- "Grafici prove di pompaggio" a cura di EUREKOS s.r.l. maggio 2000;
- "Sondaggi, campionamento ed analisi chimiche per i test di Bioremediation" a cura di EUREKOS s.r.l. maggio 2000;
- "Valutazione della quantità residua di prodotto nel sottosuolo in un'area all'interno della Raffineria ISAB di Priolo Gargallo" a cura di EUREKOS s.r.l., luglio 2000;
- "Valutazione dello spessore residuo di prodotto presente nel sottosuolo della Raffineria ISAB di Priolo Gargallo" a cura di EUREKOS s.r.l., maggio 2001;
- Piano di caratterizzazione ai sensi del D.M. 471/1999 della porzione sud dell'area ex I.M.S. Industrie Meccaniche Siciliane Marina di Melilli (SR)" a cura di EUREKOS s.r.l. febbraio 2005;
- Progetto di bonifica dell'area denominata "Sovrappasso" all'interno del ex raffineria Isab ora Erg Med Impianti Sud e dell'area I.M.S Priolo Gargallo . Nuova presentazione secondo le osservazioni del servizio RI.BO (Prot. RI.BO nr. 7197 del 16-07-03) trasmesso il 30-01-06 PB-17-AMB.



**SEZIONE 1**  
**AREE DI STABILIMENTO E SOVRAPPASSO**



## 2.0 QUADRO AMBIENTALE DI SINTESI

### 2.1 Sintesi del quadro geologico e idrogeologico

L'inquadramento geologico-strutturale ed idrogeologico dell'area di Stabilimento, riportato nei paragrafi seguenti, è stato desunto da quanto più dettagliatamente presentato ed analizzato nel Piano di Caratterizzazione.

#### 2.1.1 Assetto litologico

Per ciò che concerne l'assetto litologico dell'area dello Stabilimento, le formazioni presenti sono costituite, dall'alto verso il basso, da:

##### a) Depositi marini pleistocenici-Formazione di Taggia ("Panchina")

I depositi marini del Pleistocene, noti in letteratura con il termine "Panchina", sono associati a fenomeni di ingressione marina e costituiscono il materiale di riempimento di "sacche" o placche di spessore metrico. Hanno origine nella sedimentazione entro zone strutturalmente depresse del substrato roccioso sottostante.

Si tratta di orizzonti di sabbie, da debolmente cementate a cementate, con abbondanti fossili e calcareniti grossolane organogene. Alla base dei livelli calcarenitici sono presenti livelli ghiaiosi e conglomeratici di spessore decimetrico. In sito sono riconoscibili per il loro colore generalmente grigio-bruno, giallastro o giallo-bruno. La Panchina si è depositata in prevalenza nella porzione centrale dello Stabilimento, in cui il substrato calcareo risulta essere tettonicamente ribassato.

##### b) Successione carbonatica miocenica-Formazione dei Monti Climiti

La successione carbonatica comprende in generale due facies:

- una facies calcarenitica con livelli di calciruditi (calcareniti bioclastiche), con lenti di conglomerati, di colore bianco-giallastro-bruno; si presentano in strati da pochi decimetri a metrici;
- una facies più massiva, costituita da calcari bianchi, calcari organogeni, biolititi algali friabili e biocalcareni di colore da bianco a grigiastro all'alterazione superficiale, mentre presentano una colorazione colore crema al taglio fresca; si presentano in strati da pochi decimetri ad oltre una decina di metri. Si segnalano fasce cataclasate e brecce calcaree.

Nell'area in esame la limitata estensione degli affioramenti e l'assetto strutturale della successione carbonatica non ha consentito la distinzione delle due facies.

##### c) Vulcanoclastiti e lave a pillows (Cretaceo superiore)

Si tratta di potenti espansioni lavici submarini di vulcanoclastiti bruno-rossastre e giallastre a grana fine, di brecce a frammenti di pillows, di lave a pillows di colore bruno e di filoni basaltici massivi nerastri.

Il contatto con la sovrastante successione carbonatica è di tipo stratigrafico.

#### 2.1.2 Modello strutturale del sottosuolo

Per ciò che concerne la definizione di un modello strutturale del sottosuolo dello Stabilimento, si è constatato che tutte le discontinuità presenti sull'area possono essere raggruppate in tre distinte famiglie (k1, k2, k3) indicate con la lettera k seguita da un numero, che ne identifica l'ordine cronologico relativo.



Ad eccezione della stratificazione (discontinuità primaria) tutti e tre i sistemi sono rappresentati indifferentemente da giunti (fratture senza spostamento relativo tra i due lembi a contatto), da "shear joints" (fratture di cui si osserva uno spostamento relativo) e faglie (piani o zone di faglia, sottolineate da cataclasi, brecce e miloniti con evidente spostamento relativo delle due superfici di faglia).

L'analisi strutturale (mesostrutturale e fotointerpretativa) ha permesso di individuare i lineamenti tettonici orientati secondo le seguenti direzioni principali:

- piano di stratificazione con immersione 20 – 50° ed inclinazione 8 – 20°;
- sistema di discontinuità tettoniche orientate in direzione WNW-ESE – k1 con immersione 190 – 230° ed inclinazione 60 – 80° associate a movimenti trascorrenti a scala regionale;
- sistema di discontinuità tettoniche orientate in direzione NE-SW - k2, denominate "linee di impluvio", con immersione 130 – 160° / 300- 340° ed inclinazione 75 – 90°, associate a movimenti di tipo distensivo, ove si è impostato il reticolo di drenaggio superficiale attuale;
- sistema di discontinuità tettoniche orientate in direzione NNW-SSE - k3, denominate "linee di costa", con immersione 60 – 80° / 240 - 260° ed inclinazione 75 – 90°, associate a movimenti di tipo distensivo, ove si è impostata la "linea di costa".

Per definire l'importanza delle discontinuità rilevate in superficie e valutarne la persistenza e la connessione in profondità, è stata eseguita l'analisi congiunta dei dati strutturali (giunti e faglie a diverse scale, confrontando le discontinuità riconosciute sul terreno), dei dati derivanti dallo studio fotointerpretativo e dal confronto tra i risultati dei rilievi geofisici e le indagini geognostiche effettuate sull'area dello Stabilimento.

I lineamenti morfo-strutturali (collegati a zone di più elevata erodibilità e a zone di intensa fratturazione) operano verosimilmente un controllo sulla direzione di flusso delle acque superficiali e sotterranee. In particolare i lineamenti k2 controllano il reticolo idrografico superficiale, riconoscibile a scala regionale.

Da un punto di vista di definizione di un modello strutturale di dettaglio dell'area dello Stabilimento e sulla base di quanto evidenziato, sembra verosimile che l'area in esame può essere suddivisa schematicamente in tre porzioni, omogenee fra loro sia dal punto di vista litostratigrafico sia dal punto di vista geologico-strutturale, definite da lineazioni appartenenti al sistema k2 degli impluvi. Esse sono state così individuate (Tavola 2 dell'Appendice 2 del Piano di Caratterizzazione):

- porzione denominata nord-occidentale, delimitata verso W dall'impluvio dove affiorano le vulcanoclastiti; il limite meridionale di tale zona si colloca approssimativamente in corrispondenza delle strade Nord 15 e la Nord 16;
- porzione denominata centrale, delimitata da lineazioni delle "linee di impluvio" passanti pressoché in corrispondenza delle strade Nord 15 e Nord 16 (limite tra le porzioni centrale e nord-occidentale) e delle strade Nord 5, Nord 6, Nord 7;
- porzione denominata sudorientale, compresa tra sistemi appartenenti alle "linee di impluvio" passanti pressoché in corrispondenza delle strade Nord 5, Nord 6, Nord 7 (limite tra le porzioni centrale e sudorientale) e passanti lungo il confine meridionale (circa parallela alla Nord 1).

Le tre porzioni sono delimitate da lineazioni tettoniche k2. La porzione centrale dello Stabilimento è ribassata rispetto ai "blocchi" limitrofi. Questo particolare assetto morfologico strutturale ha fatto sì che i depositi marini pleistocenici ("Panchina") abbiano riempito questa depressione durante i diversi eventi trasgressivi del mare.

Tale assetto morfologico-strutturale, inoltre, ha determinato un contatto laterale tettonico tra ammassi rocciosi aventi un grado di fratturazione differente: la successione carbonatica è maggiormente fratturata ed è a contatto laterale con ammassi rocciosi carbonatici maggiormente massivi (rocce) che costituiscono la porzione nord-occidentale; tale situazione si riscontra anche per la porzione sudorientale.



La porzione centrale dislocata e ribassata risulta più interessata dalle lineazioni tettoniche k2 dislocate ed interconnesse con il sistema k3, rispetto alle altre porzioni. Fasce fratturate, brecce e zone cataclasate si rilevano sia alla scala degli affioramenti sia a scala regionale (secondo quanto desumibile dai documenti riportati nella bibliografia citata in Appendice 2 del Piano di Caratterizzazione).

L'interpretazione dei dati strutturali, dei valori di RQD misurati durante le perforazioni dei sondaggi geognostici e dei risultati dei rilievi geofisici confermano che la porzione centrale dello Stabilimento presenta un maggiore grado di fratturazione, determinato ed associato ad entrambe le lineazioni tettoniche k2 e k3.

Le indagini geofisiche mediante tomografia elettrica, già eseguite in analogia ai criteri di indagine adottati nell'ambito della caratterizzazione del sito eseguita negli anni 2000-2001, saranno estese anche ad aree di proprietà lungo il confine sud della Raffineria.

### **2.1.3 Modello idrogeologico di dettaglio**

Il modello idrogeologico di dettaglio dell'area dello Stabilimento è stato elaborato sulla base dei rilievi di sito e sulla base del modello geologico-strutturale del sottosuolo.

L'esame delle formazioni geologiche affioranti nell'area in oggetto ha permesso di identificare una serie di complessi con termini litologici simili e uno stesso grado e tipo di permeabilità:

- complesso sabbioso-calcarenitico, rappresentato dai depositi di "Panchina". Permeabile per porosità (orizzonti sabbiosi) e per fratturazione (orizzonti calcarenitici), il complesso è caratterizzato da un coefficiente di permeabilità idraulica dell'ordine di  $10^{-4}$ - $10^{-5}$  m/s, ed è sede di un acquifero in connessione idraulica con quello carbonatico;
- complesso carbonatico, comprendente le formazioni carbonatiche. Altamente permeabile per fratturazione, il complesso è sede di un acquifero libero, rappresentante la risorsa idrica principale della zona. All'interno di questo complesso il valore del coefficiente di conducibilità idraulica può variare fra  $10^{-4}$  e  $10^{-8}$  m/s;
- complesso vulcanoclastico, identificato nelle rocce vulcaniche. Dotato di permeabilità da nulla a scarsa per fratturazione, il complesso è interessato da limitati fenomeni di circolazione idrica nelle zone più fratturate. Dal punto di vista ambientale, tale complesso assume una rilevanza apprezzabile nella sola zona sud-occidentale dello Stabilimento (pozzi PM1, PM2, PM3, PM4, PM8, PM9), dove è individuabile la presenza di acqua di filtrazione entro profondità limitate (alcuni metri/decine di metri): la zona sud-occidentale è perlopiù non industrializzata ed i monitoraggi finora eseguiti in tale area hanno sostanzialmente individuato, per i parametri analizzati, la conformità dell'acqua sotterranea alle rispettive CSC (con la sola eccezione di alcuni sporadici metalli). Nelle restanti aree dello Stabilimento, il complesso vulcanoclastico riveste una importanza secondaria, in quanto si trova a profondità elevate (dell'ordine di 40-150 m da piano campagna) ed è sormontato dai complessi carbonatico/sabbioso-calcarenitico (con i quali è peraltro in condizioni di continuità idraulica).

La struttura idrogeologica dell'area risulta individuata dalla giustapposizione dei suddetti complessi.

L'acquifero principale è impostato nel complesso carbonatico ed è di tipo libero, con permeabilità da moderata ad elevata, in relazione al grado di fratturazione. Viene alimentato principalmente dall'infiltrazione meteorica, anche se non possono essere esclusi fenomeni di travasi dagli acquiferi adiacenti attraverso discontinuità persistenti a scala del versante.

L'acquifero impostato nel complesso carbonatico è in connessione idraulica con quello impostato nel complesso sabbioso-calcarenitico (ed anche con le acque di circolazione del complesso vulcanoclastico): ne deriva che vi è continuità di flusso dell'acqua di falda tra i due complessi e non esistono sostanziali differenze o "salti" di livello piezometrico tra l'acqua sotterranea presente nel complesso carbonatico e quella presente nel complesso sabbioso-calcarenitico. Inoltre, diversamente dal contesto idrogeologico presente in





altre aree della zona Priolo, nel sito della Raffineria non sono presenti livelli a minore permeabilità (es. argille), in grado di separare un acquifero superficiale da un acquifero profondo. Pertanto, ai fini dello studio della qualità ambientale dell'acqua sotterranea, nonché della definizione degli interventi di bonifica, le acque presenti nei due complessi (carbonatico e sabbioso-calcarenitico) vengono considerate in modo congiunto.

Si ricorda che nel sito della Raffineria non sono stati individuati livelli geologici che possano essere considerati quali base dell'acquifero. In particolare, questo è stato verificato con alcuni sondaggi lungo il confine lato mare della Raffineria, che hanno individuato la presenza di fratture anche nei livelli, profondi circa 70-150 m dal p.c., del complesso vulcanoclastico.

La profondità dei pozzi di monitoraggio è comunque tale da permettere una ricostruzione rappresentativa della qualità delle acque sotterranee del sito, in quanto:

- i pozzi di monitoraggio interessano il terreno saturo per spessori significativi, generalmente compresi tra 12m e 20m (sono presenti alcuni pozzi che interessano il terreno saturo per spessori inferiori, ma questi sono ubicati in prossimità di altri pozzi di monitoraggio più profondi);
- le sostanze contaminanti presenti nel ciclo produttivo di Raffineria sono essenzialmente di tipo idrocarburico; in caso di rilascio accidentale nel sottosuolo, a causa del loro peso specifico, tendono ad interessare i soli livelli più superficiali di acquifero.

## 2.2 Terreni

### 2.2.1 Sintesi ed unificazione delle diverse fasi di caratterizzazione eseguite (anni 2001-2006)

L'area di Stabilimento, per quanto concerne le aree interne alla recinzione fiscale, è stata suddivisa in aree industrializzate e non industrializzate secondo quanto rappresentato in Tavola 1, sulla base della presenza di impianti industriali di trasformazione/stoccaggio.

Sulla base di tale suddivisione, le aree industrializzate sono estese circa 187.98 ettari, le aree non industrializzate sono estese circa 81.98 ettari.

Il conteggio del numero di punti di indagine della matrice terreno, per le aree industrializzate e per quelle non industrializzate, è riportato nelle Tabelle 1 e 2 ed è così riassumibile:

- **aree industrializzate:** per la caratterizzazione con maglia 50mx50m è necessario un numero minimo di punti di indagine pari a 751.9; i punti di indagine eseguiti nelle diverse fasi di caratterizzazione sono complessivamente pari a 755;
- **aree non industrializzate:** per la caratterizzazione con maglia 100x100m è necessario un numero minimo di punti di indagine pari a 81.98; i punti di indagine eseguiti nelle diverse fasi di caratterizzazione sono complessivamente pari a 96.

In merito ad alcune aree di Stabilimento si precisa quanto segue:

- è stata inclusa nel conteggio delle aree e dei punti di indagine l'area esterna alla recinzione fiscale occupata dal parcheggio, non industrializzata, nella quale ricadono i punti di indagine PI686, PI679, PI691, PI692, PI693, PI694, PI695, PI696, PI681;
- l'area industrializzata di proprietà ISAB S.r.l., al confine con lo Stabilimento ISAB Energy, è stata esclusa dai conteggi delle aree, perché caratterizzata nell'ambito della caratterizzazione a maglia 50mx50m eseguita da ISAB Energy S.r.l. (punti di indagine SIE62, SIE63, SIE64, SIE73, SIE74).



Nella Tavola 1 è riportata l'ubicazione dei punti di indagine del terreno, eseguiti nel corso delle diverse fasi di caratterizzazione condotte.

In Appendice 1 sono riportate le tabelle dei risultati delle analisi chimiche di laboratorio eseguite sui campioni di terreno, nel corso delle diverse campagne di indagine. Le analisi dei campioni di terreno dei sondaggi e/o sondaggi/pozzi (da P.I.1 a P.I.711 e da P.I.M.1 a P.I.M.10) e dei campioni di top soil (da T.S.8 a T.S.705) sono state eseguite dalla società SET Subsoil Environment Technologies S.r.l. per conto della Raffineria, e sono state ricavate dal documento redatto da SET Subsoil Environment Technologies S.r.l. "Risultati indagini di caratterizzazione integrativa maglia 50mx50m" cod. lavoro: 0601.5/1 del 20/10/2006: con riferimento alle tabelle estratte dal citato documento SET, inerenti gli esiti delle indagini di caratterizzazione maglia 50mx50m, si precisa quanto segue:

- le sigle "n.d." e "n.n." sono state utilizzate dal laboratorio analitico per indicare che il valore è inferiore al limite analitico;
- con riferimento alla tabella "TOP SOIL INDAGINI A MAGLIA 50Mx50M", inerente l'analisi dei campioni di top soil (da T.S.8 a T.S.705) eseguite nel corso delle indagini di caratterizzazione maglia 50mx50m, si allega in Appendice 2 una lettera del laboratorio analitico che conferma che il metodo utilizzato per l'analisi delle diossine/furani è in alta risoluzione.

Le indagini della prima fase di caratterizzazione del sito ("maglia 100mx100m"), effettuate nel periodo luglio 2000-ottobre 2001, sono state validate da ARPA Sicilia-DAP Siracusa con lettera prot. n. 7578/CH del 29/11/2004 (Appendice 25).

Le indagini di caratterizzazione integrativa a maglia 50mx50m, eseguite nel periodo compreso tra settembre 2005 e agosto 2006, sono state validate da ARPA Sicilia-DAP Siracusa, per la sola matrice suolo, con lettera prot. n. 12837/SR del 14/12/2009 (Appendice 25). In tale lettera, il DAP Siracusa evidenzia alcuni campioni di terreno nei quali le analisi di validazione hanno rilevato superamenti delle CSC per alcuni parametri, non individuati nelle analisi eseguite dalla Raffineria. Le non conformità rilevate dal DAP Siracusa sono state considerate nella rielaborazione dell'analisi di rischio contenuta nel presente documento.

## **2.2.2 Approfondimento dei sondaggi ambientali PI360 - PI362 - PI552 (anno 2009)**

Nel corso delle indagini di caratterizzazione integrativa a maglia 50mx50m, presso i sondaggi PI360, PI362, PI552, PI359 sono stati individuati superamenti delle CSC, per alcuni parametri, nei campioni di terreno prelevati dal fondo foro. Per una più completa conoscenza dello stato ambientale del sottosuolo in corrispondenza di tali punti, la Raffineria ha eseguito nel luglio 2009 l'approfondimento dei sondaggi PI360, PI362, PI552, spingendoli ad una profondità tale da interessare tutto il terreno insaturo; durante l'approfondimento dei sondaggi sono stati prelevati ulteriori campioni di terreno, sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio.

Le analisi eseguite sugli ulteriori campioni di terreno hanno ricercato anche il parametro MtBE, nonostante per tale composto il D.Lgs. 152/06 non indichi concentrazioni soglia di contaminazione (CSC). In tutti i n. 31 campioni di terreno prelevati, sono state rilevate concentrazioni di MtBE inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale.

In corrispondenza del sondaggio PI359, l'approfondimento è stato eseguito durante le indagini a maglia 50mx50m, mediante la perforazione del sondaggio PIM2 (successivamente attrezzato a pozzo di monitoraggio).

Nel luglio 2009 sono stati perforati i sondaggi di approfondimento presso i punti PI360 e PI362 (ubicati lungo la Strada Ovest 12, nel tratto compreso tra la Strada Nord 32 e la Strada Nord 33bis) (Tavola 1) fino alla profondità di circa 37 m dal piano campagna (p.c.). In corrispondenza del sondaggio PI552 (ubicato nel piazzale adiacente l'ingresso autobotti) la perforazione è stata spinta fino ad una profondità di circa 9 m da piano campagna. Da ciascun sondaggio sono stati prelevati campioni di terreno ogni 2 m di profondità dal p.c., a partire dalla profondità già indagata fino al raggiungimento del livello di frangia capillare.



Le indagini di approfondimento costituite dai tre citati sondaggi sono state eseguite dalla ATI Paradivi Servizi S.r.l. - TESECO S.p.A., per conto della Raffineria: in Appendice 3 si riportano le informazioni estratte dal documento redatto dalla ATI Paradivi Servizi S.r.l. - TESECO S.p.A., 09\_718/27 "Risultati delle indagini di caratterizzazione ambientale integrativa relativa all'approfondimento dei sondaggi PI360 - PI362 - PI552 eseguiti durante la caratterizzazione generale di stabilimento a maglia 50x50 m.", del 31 agosto 2009 e dalla Tabella 1 della Rel. 09\_717/25-Luglio 2009, ed in particolare le stratigrafie dei sondaggi eseguiti (Commessa 09\_717) e gli esiti delle analisi chimiche di laboratorio dei campioni di terreno.

Le indagini sono state supervisionate dal DAP Siracusa, anche ai fini della validazione dei dati.

L'esame degli esiti delle analisi chimiche di laboratorio permette di osservare che nel campione PI552 (7,0 – 7,8 m) sono state rilevate concentrazioni di idrocarburi C>12 (1061,3 mg/Kg) e xileni (52,6 mg/Kg) non conformi alle rispettive Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) indicate nel D.Lgs. 152/06 per siti ad uso commerciale ed industriale. Per i restanti campioni di terreno prelevati, per tutti i parametri analizzati, le concentrazioni rilevate sono conformi alle rispettive CSC. I superamenti delle CSC riscontrati nel campione PI552 (7,0 – 7,8 m) sono stati considerati nell'ambito della rielaborazione dell'analisi di rischio sito specifica riportata nel presente documento.

### **2.2.3 Esiti indagini di approfondimento area nuova sala controllo (anni 2006-2009)**

L'area in esame, nel febbraio 2006, è stata oggetto di una caratterizzazione ambientale che ha previsto la realizzazione di n. 5 sondaggi ambientali (SC1-SC5), ubicati secondo una maglia di indagine 25 m x 25 m equivalente, finalizzati alla valutazione della qualità del sottosuolo nell'area da destinare alla costruzione di una nuova sala controllo. E' stato inoltre prelevato n. 1 campione di top soil (si riporta in Appendice 4 una lettera del laboratorio che ha condotto le analisi del campione di top soil, nel quale sono specificati, per il parametro PCDD/PCDF, i fattori di tossicità equivalente adottati per la trasformazione in TEQ).

Nel giugno 2007, sono state eseguite ulteriori indagini di caratterizzazione integrativa richieste dalla Conferenza dei Servizi del 16 febbraio 2007 (punto 29 dell'ordine del giorno, lettera g) che ha richiesto la "realizzazione di un sondaggio a profondità tale da attraversare tutto l'insaturo". Pertanto, tali indagini hanno previsto la realizzazione di n. 1 sondaggio ambientale (SC6) ubicato, in accordo con il DAP di Siracusa, in prossimità del sondaggio SC2 realizzato nel febbraio 2006.

Gli esiti delle analisi chimiche di laboratorio eseguite sui campioni di terreno prelevati dai sondaggi da SC1 a SC6, e del campione di top soil prelevati, sono riportati in Appendice 1.

A seguito della nota trasmessa da ARPA Sicilia al Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare (acquisita al Prot. N.12179/QdVDi del 10/05/2007 <sup>(2)</sup>), la Raffineria ha condotto ulteriori indagini finalizzate alla verifica della conformità del terreno in corrispondenza del sondaggio denominato SC3. A tal fine è stato eseguito un ulteriore sondaggio integrativo (denominato SC7) nelle immediate vicinanze del sondaggio SC3, in accordo a quanto definito con il DAP Siracusa, che ha anche supervisionato le attività di indagine ai fini della validazione dei dati. Il sondaggio SC7 è stato spinto fino a profondità tale (17.5 m dal p.c.) da interessare tutto il terreno insaturo.

Nel corso della perforazione sono stati prelevati campioni di terreno, che sono stati sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio.

Le indagini ambientali che hanno comportato la perforazione del sondaggio SC7 sono state eseguite dalla ATI Paradivi Servizi S.r.l. - TESECO S.p.A., per conto della Raffineria: in Appendice 5 si riportano le informazioni estratte dal documento redatto dalla ATI Paradivi Servizi S.r.l. - TESECO S.p.A., 09\_717/25 "Risultati delle indagini di caratterizzazione integrativa dell'area destinata alla costruzione della nuova sala

<sup>(2)</sup> In tale nota si evidenzia una discordanza analitica tra il campione SC3/3 analizzato dal DAP Siracusa e quello analizzato dalla Raffineria relativamente al parametro idrocarburi leggeri.



controllo – Fase 3” del 30 luglio 2009, ed in particolare gli esiti delle analisi chimiche di laboratorio dei campioni di terreno.

Dall'esame degli esiti delle analisi chimiche eseguite, si osserva che in tutti i campioni di terreno prelevati dal sondaggio SC7, per tutti i parametri analizzati, le concentrazioni rilevate sono conformi alle rispettive CSC indicate nel D.Lgs. 152/06 per siti ad uso commerciale ed industriale.

Nel corso delle diverse campagne di indagine eseguite (n. 7 sondaggi, da SC1 a SC7, e n. 1 campione di top soil), in tutti i campioni di terreno prelevati ed analizzati dalla Raffineria, sono state rilevate concentrazioni conformi, per i parametri analizzati, alle rispettive CSC.

Le attività di caratterizzazione integrativa ed i relativi dati analitici sono stati validati da ARPA Sicilia – DAP Siracusa con lettera Prot. 1340/SR del 17/02/2010 (Appendice 25).

## **2.2.4 Area destinata al posizionamento di un filtro a sale (anno 2010)**

In Tavola 1 è rappresentata l'ubicazione del sondaggio ambientale FS1, eseguito per caratterizzare il terreno insaturo in corrispondenza dell'area dove la Raffineria intende posizionare un filtro a sale. Le indagini ambientali che hanno comportato la perforazione del sondaggio FS1 sono state eseguite dalla ATI Paradivi Servizi S.r.l. - TESECO S.p.A., per conto della Raffineria.

In Appendice 1 si riportano le informazioni estratte dal documento redatto dalla ATI Paradivi Servizi S.r.l. - TESECO S.p.A., 09\_727/36 “RISULTATI DELLE INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE INTEGRATIVA DELL'AREA DESTINATA AL POSIZIONAMENTO DI UN FILTRO A SALE” del 31/01/2010, ed in particolare gli esiti delle analisi chimiche di laboratorio dei campioni di terreno, dall'esame delle quali si osserva che in tutti i campioni di terreno prelevati, per tutti i parametri analizzati, le concentrazioni rilevate sono conformi alle rispettive CSC indicate nel D.Lgs. 152/06 per siti ad uso commerciale ed industriale.

## **2.2.5 Area destinata al nuovo impianto recupero condense (anno 2010)**

In Tavola 1 è rappresentata l'ubicazione dei sondaggi ambientali RC1 e RC2, eseguiti per caratterizzare il terreno insaturo in corrispondenza dell'area dove la Raffineria intende costruire un nuovo impianto recupero condense. Le indagini ambientali, che hanno comportato la perforazione dei sondaggi ambientali RC1 e RC2, sono state eseguite dalla ATI Paradivi Servizi S.r.l. - TESECO S.p.A., per conto della Raffineria.

In Appendice 1 si riportano le informazioni estratte dal documento redatto dalla ATI Paradivi Servizi S.r.l. - TESECO S.p.A. Rel. 10\_702/40 del marzo 2010, ed in particolare gli esiti delle analisi chimiche di laboratorio dei campioni di terreno, dall'esame delle quali si osserva che in tutti i campioni di terreno prelevati, per tutti i parametri analizzati, le concentrazioni rilevate sono conformi alle rispettive CSC indicate nel D.Lgs. 152/06 per siti ad uso commerciale ed industriale.

## **2.2.6 Area destinata al revamping impianto 400**

Per la restituzione agli usi legittimi delle aree destinate all'ammodernamento Impianto unità 400, la Raffineria ha condotto nel febbraio 2008 una campagna di indagini ambientali, mediante la perforazione di n. 7 sondaggi, la cui ubicazione indicativa è riportata in Tavola 1 (i sondaggi sono denominati da S1REV a S7REV).

Le indagini sono state preventivamente concordate con gli incaricati di ARPA Sicilia – Dipartimento ARPA Provinciale di Siracusa (DAP Siracusa), che hanno supervisionato le attività in sito. L'ubicazione dei sondaggi S1, S2 e S3 è stata concordata con il DAP Siracusa; inoltre, la Raffineria ha ritenuto opportuno approfondire ulteriormente le indagini, mediante la perforazione di altri quattro sondaggi (da S4 a S7), in merito ai quali si è informato il DAP Siracusa nel corso del sopralluogo del 08/02/2008.



I sondaggi sono stati spinti fino a profondità tali da interessare tutto il terreno insaturo.

Nel corso delle operazioni di perforazione dei sondaggi sono state registrate le colonne stratigrafiche: al di sotto di terreni di riporto, il sottosuolo è costituito da calcareniti con grado di cementazione variabile alternate a livelli di sabbia localmente limosa sino a profondità media di circa 12 m - 14 m, poggianti su calcareniti debolmente cementate e calcari di colore biancastro.

Ogni campione di terreno, da ogni sondaggio, è stato prelevato in n. 3 aliquote, di cui una per l'esecuzione delle analisi chimiche da parte della Raffineria, una per eventuali analisi da parte delle PP.AA. preposte ed una per l'esecuzione di ulteriori eventuali analisi. Il DAP Siracusa ha prelevato campioni di terreno ai fini della validazione dei dati.

I campioni di terreno prelevati dai sondaggi sono stati sottoposti all'esecuzione delle analisi chimiche di laboratorio, ai sensi del D.Lgs. 152/2006, per la determinazione degli stessi parametri di analisi previsti dalla caratterizzazione ambientale a maglia 50 m x 50 m, il cui set analitico è stato approvato in sede di Conferenza dei Servizi del 15/12/2005. I risultati delle analisi chimiche di laboratorio eseguite sono riportati in Appendice 1.

Dall'area oggetto d'indagine sono stati inoltre prelevati n. 3 campioni di top soil (primi 10 cm di suolo), sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio per la determinazione dei seguenti parametri: PCDD/PCDF, PCB e amianto.

In tutti i campioni prelevati e per tutti i parametri analizzati, le concentrazioni rilevate sono conformi alle rispettive Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) indicate nel D.Lgs. 152/2006 per siti ad uso commerciale ed industriale, con valori che risultano spesso inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale.

## **2.2.7 Mappatura qualità ambientale terreni**

Sulla base dei risultati delle analisi chimiche dei campioni prelevati nel corso delle diverse indagini ambientali svolte nel tempo, è stata effettuata la mappatura dei punti in cui il terreno insaturo/di frangia capillare presenta anomalie di concentrazione. Sono stati indicati i punti di indagine in cui sono state rilevate, nei campioni di terreno analizzati, concentrazioni dei parametri non conformi alle rispettive CSC del D.Lgs. 152/2006 (siti ad uso commerciale ed industriale) (Tavole 3a, 3b, 3c, 3d).

## **2.3 Acque sotterranee**

Nella Tavola 4 è riportata l'ubicazione dei pozzi di monitoraggio delle acque sotterranee presenti nel sito.

### **2.3.1 Rilievo piezometrico**

In Appendice 6 si riportano gli esiti dei rilievi piezometrici eseguiti dall'ATI Paradivi Servizi S.r.l. - TESECO S.p.A. per conto della Raffineria, nel dicembre 2009 e nel gennaio 2010.

Sulla base del rilievo del dicembre 2009 sono state elaborate le linee isopiezometriche rappresentate in Tavola 5.

Rispetto alle condizioni rilevate nel corso degli anni precedenti, si osservano oscillazioni di livello piezometrico ascrivibili alle variazioni stagionali ed alle caratteristiche, in termini soprattutto di distribuzione temporale ed intensità, dei fenomeni meteorici. Non si registrano significative variazioni nelle condizioni di flusso delle acque sotterranee, sia in termini di direzione generale, sia di gradiente idraulico.



### **2.3.2 Aggiornamento sulla qualità ambientale delle acque sotterranee**

#### **Presenza di prodotto surnatante**

Sulla base dei rilievi piezometrici eseguiti nel dicembre 2009 e nel gennaio 2010 (Appendice 6), sono state rappresentate nella Tavola 6 le aree interessate dalla presenza di prodotto surnatante <sup>(3)</sup>: in merito si può osservare quanto segue:

- nell'area di Valle Impianti (identificabile come la zona sottesa dai pozzi di monitoraggio PM84, PM7, PM90 e PM69), storicamente interessata dalla presenza di prodotto surnatante (costituito prevalentemente da idrocarburi C5-C6), si registra una progressiva attenuazione del fenomeno, desumibile dalla riduzione dell'estensione areale e dal decremento generale degli spessori apparenti rilevati nei pozzi. Tale decremento è legato alle attività di recupero del prodotto (associato all'emungimento di acqua sotterranea), che sono state attivate nell'anno 2002 e sono state progressivamente potenziate nel corso degli anni;
- nell'Area Blending (identificabile come la zona sottesa dai pozzi di monitoraggio PM80, PM79, PM70, PM81 e PM82), storicamente interessata dalla presenza di prodotto surnatante (costituito da KEP/KEL e gasolio) grazie alle operazioni di recupero prodotto attivate nel 2002 e potenziate nel corso degli anni, si assiste ad una progressiva riduzione generale degli spessori apparenti rilevati nei pozzi; l'estensione areale risulta costante;
- si rileva la presenza di prodotto surnatante nei seguenti pozzi di monitoraggio: PM10, PM12, PM31, PIM5, PIM6, PIM7;
- nell'area sovrappasso diversi pozzi sono interessati dalla presenza di prodotto surnatante, con spessori apparenti nei pozzi compresi tra 1 e 43 cm;
- le analisi condotte dalla Raffineria (Appendice 7) hanno permesso di classificare il prodotto surnatante rinvenuto nei pozzi come segue:
  - PM10: assimilabile a benzina semilavorata;
  - PM12: assimilabile a benzina semilavorata;
  - PIM5: assimilabile a benzina.

#### **Analisi chimiche acque sotterranee**

In Appendice 8 sono riportati gli esiti dei monitoraggi delle acque sotterranee, eseguiti nel periodo compreso tra maggio e dicembre 2009 dall'ATI Paradivi Servizi S.r.l. - TESECO S.p.A., per conto della Raffineria (le tabelle sono state estratte dai documenti redatti dall'ATI Paradivi Servizi S.r.l. - TESECO S.p.A., Rel. 09\_719/ Agosto 2009, Rel. 09\_713/32 Ottobre 2009, esiti del monitoraggio del 30/11/09-01/12/09). I certificati analitici di laboratorio sono riportati in Appendice 9. Un commento agli esiti delle analisi chimiche è riportato nel paragrafo successivo relativo alle mappature di contaminazione.

In Appendice 8bis si riportano gli esiti dei monitoraggi delle acque sotterranee, eseguiti nel periodo giugno-agosto 2010 dall'ATI Paradivi Servizi S.r.l. - TESECO S.p.A., per conto della Raffineria (le tabelle sono state estratte dai documenti redatti dall'ATI Paradivi Servizi S.r.l. - TESECO S.p.A., Commessa 10\_707 del luglio 2010). Tale campagna è stata condotta su un numero ristretto di pozzi rappresentativi, ed è stata supervisionata dal DAP Siracusa anche ai fini della validazione dei dati. I certificati analitici di laboratorio

<sup>(3)</sup> Si segnala che la mappatura delle aree interessate dalla presenza di prodotto surnatante è stata ottenuta per interpolazione dei dati (puntuali) rilevati nei pozzi di monitoraggio; sulla base della natura del sottosuolo deve essere ritenuta indicativa.



sono riportati in Appendice 9bis. Un commento agli esiti delle analisi chimiche è riportato nel paragrafo successivo relativo alle mappature di contaminazione.

### **2.3.3 Mappatura qualità ambientale acque sotterranee**

Sulla base degli esiti della campagna generale di monitoraggio eseguita nel periodo maggio-settembre 2009 (Appendice 8), sono state elaborate le Tavole 6-12, che riportano la mappatura delle sostanze per le quali sono stati rilevati superamenti delle CSC (indicate nel D.Lgs. 152/06). Si segnala che tali mappature sono state ottenute per interpolazione dei dati (puntuali) rilevati nei pozzi di monitoraggio e sulla base della natura del sottosuolo; devono essere ritenute indicative.

L'esame degli esiti delle analisi chimiche di laboratorio e delle Tavole 6-12 permette di osservare quanto segue:

- la distribuzione delle aree interessate da superamenti delle CSC per parametri associabili agli idrocarburi (idrocarburi totali espressi come n-esano, BTEX, IPA), è in linea di massima analoga a quella rilevata nel corso di precedenti campagne, a meno di alcune aree che nell'ultima campagna sono risultate più impattate (zona pozzi PM10-PIM5, PM91, PIM6, PIM7) (Tavole 6, 7, 8, 9);
- nei pozzi ubicati lungo la strada Ovest 4, interessati dall'esercizio del sistema di Air Sparging/Biosparging e Soil Vapour Extraction (AS/BS-SVE), si assiste ad un decremento generale delle concentrazioni dei parametri idrocarburi totali (espressi come n-esano) e BTEX, rispetto alle condizioni precedenti l'attivazione del sistema di AS/BS-SVE; permane un tratto esteso circa 250 m (compreso tra i pozzi BM2 e PM45) nel quale si riscontrano superamenti delle CSC, sebbene anche in tale tratto le concentrazioni siano inferiori rispetto a quelle registrate in passato (per esempio, nel tratto in esame, le concentrazioni massime di benzene ed idrocarburi totali (espressi come n-esano) rilevate nel periodo fine 2004-2005-2006 erano rispettivamente dell'ordine di 30.000 µg/l e 37.000 µg/l; nel corso della campagna del maggio-settembre 2009, le concentrazioni massime si sono ridotte rispettivamente a valori dell'ordine di 200 µg/l e 5500 µg/l);
- per quanto riguarda gli IPA (Tavola 9), le aree interessate dai superamenti sono situate nei pressi dell'Area Blending (tratto compreso tra i pozzi PM74 e PI137). Superamenti puntuali sono stati rinvenuti in PM12, PM10, PZ33 e PZ56;
- per quanto riguarda i metalli (Tavola 10), le aree interessate da superamenti della CSC per l'arsenico sono correlate alle zone maggiormente interessate dalla presenza di idrocarburi. Questo tipo di distribuzione è conseguenza dei fenomeni, comuni nei siti contaminati da idrocarburi, di biodegradazione dei composti organici, che generano una alterazione delle condizioni chimico-fisiche naturali del sottosuolo, favorendo la conseguente dissoluzione dell'arsenico (e di altri metalli) presenti nel sottosuolo;
- selenio, piombo, alluminio e cromo VI hanno registrato sporadici superamenti puntuali delle CSC: selenio in PIM5, piombo in PIM6, alluminio e cromo VI in PM1;
- è stata individuata in alcuni pozzi di monitoraggio la presenza di composti alifatici clorurati cancerogeni e/o non cancerogeni (Tavole 11 e 12). In alcuni pozzi (PM83, PM21, PM60, PM124 e PZ10) si rilevano lievi superamenti delle CSC per alcuni limitati parametri; si resta pertanto in attesa di ulteriori campionamenti di verifica prima di individuare eventuali azioni correttive. Si individua inoltre, a valle degli impianti produttivi, un'area interessata dalla presenza diffusa di diversi composti: ulteriori informazioni in merito sono riportate nel paragrafo successivo.

Sulla base degli esiti della campagna di monitoraggio eseguita nel periodo giugno-agosto 2010, sono state elaborate le Tavole 6A, 7A, 8A, 9A, 10A, 11A, 12A, che riportano la mappatura delle sostanze per le quali sono stati rilevati superamenti delle CSC (indicate nel D.Lgs. 152/06). Seppure tale campagna sia stata



eseguita su un numero ristretto di pozzi rappresentativi, se ne deduce un quadro ambientale delle acque sotterranee in linea generale analogo a quello rilevato nel corso della campagna di campionamento eseguita, sulla quasi totalità dei pozzi, nell'anno 2009.

### **2.3.4 Composti clorurati nell'area di Valle Impianti**

In alcuni pozzi di monitoraggio dell'area Valle Impianti (Tavole 11-12), è stata individuata la presenza di alcuni composti appartenenti alle categorie degli alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni: le principali sostanze individuate sono cloruro di vinile, triclorometano, tricloroetilene, tetracloroetilene, 1,1-dicloroetilene, 1,2-dicloropropano, 1,2-dicloroetilene.

In relazione a tali rinvenimenti, sono state attivate dalla Raffineria alcune indagini che hanno individuato, come unica possibile sorgente di contaminazione, la presenza accidentale, all'interno del bacino di contenimento del serbatoio 1000-D123, di composti clorurati che migravano verso il sistema fognario oleoso, verosimilmente non a perfetta tenuta (Appendice 10). Tale sorgente di contaminazione è stata interrotta, in seguito ad interventi di manutenzione, che hanno previsto quanto segue:

- isolamento del bacino di contenimento del serbatoio 1000-D123;
- relining della fogna oleosa.

Sulla base delle informazioni ad oggi disponibili, è possibile evidenziare quanto segue:

- la presenza diffusa nelle acque sotterranee di cloruro di vinile, 1,2-DCE e 1,1-DCE, fa presupporre l'esistenza di fenomeni di biodegradazione lungo il percorso di dispersione compreso tra la sorgente ed i pozzi oggetto di monitoraggio, compatibili con la presenza nelle acque sotterranee di un ambiente riducente, causato dalla presenza di idrocarburi nelle acque sotterranee della zona di Valle Impianti;
- sulla base di quanto segnalato nel documento riportato in Appendice 10, è possibile ipotizzare che i quantitativi accidentalmente sversati siano stati limitati e discontinui. Sulla base del tempo di percolazione nel sottosuolo insaturo, è verosimile ritenere che il rilascio accidentale del contaminante, rinvenuto nelle acque sotterranee come contaminazione disciolta, sia ascrivibile ad eventi occorsi in passato;
- il fronte interessato dalla presenza di composti clorurati è esteso circa 200 m; le concentrazioni rilevate nei livelli più superficiali dell'acquifero sono in linea generale dell'ordine di alcune unità o decine di microgrammi/litro, a meno di alcuni sporadici picchi dell'ordine delle centinaia di microgrammi/litro. Nell'area in esame sono previsti interventi di messa in sicurezza e bonifica delle acque sotterranee mediante emungimento, che esercitano il loro effetto anche su tali composti; le concentrazioni rilevate non sono comunque da considerarsi elevate, in quanto in siti impattati da composti clorurati le concentrazioni disciolte in acqua sono dell'ordine delle decine di migliaia di microgrammi/litro.

Per verificare la distribuzione verticale della contaminazione, sono stati perforati n. 4 pozzi cluster, denominati P1, P2, P3, P4, ubicati indicativamente come rappresentato in Figura 9 e fenestrati in modo tale da permettere il prelievo di campioni di acqua sotterranea rappresentativi di tratti verticali di acquifero circoscritti.

I pozzi P1, P2, P3 sono stati perforati fino ad una profondità di 50 m da p.c., e sono fenestrati nel tratto compreso tra 44-46 m e 50 m di profondità.

Il pozzo P4 è stato perforato fino ad una profondità di 100 m da p.c., ed è fenestrato nel tratto compreso tra 90 m e 100 m di profondità.

Dai citati pozzi sono stati prelevati campioni di acqua sotterranea, sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio i cui esiti sono riportati nella Tabella 11.





In relazione agli interventi eseguiti per interrompere le sorgenti primarie, agli esiti dei monitoraggi dell'acqua sotterranea e nell'ambito della transazione all'accordo di programma, si continuerà a monitorare il fenomeno in esame. In particolare sono previste specifiche campagne di campionamento dell'acqua sotterranea e dell'aria interstiziale del primo sottosuolo, secondo le modalità indicate al Paragrafo 7.4.

Sulla base degli esiti dei monitoraggi che saranno condotti, saranno definiti in accordo con le PP.AA. eventuali ulteriori interventi correttivi.

### **2.3.5 Interventi integrativi di MISE nell'area prossima alle strade Ovest 10-11-12 e Nord 1-4**

Come anticipato dalla Raffineria con lettera Prot. ISAB/2011/U/000055 del 19 gennaio 2011, nell'area in esame (Figura 7) sono stati potenziati i sistemi di messa in sicurezza di emergenza delle acque sotterranee, mediante l'installazione di ulteriori pozzi di monitoraggio e la posa di sistemi di emungimento di acqua sotterranea e contestuale recupero del prodotto surnatante, laddove presente.

In particolare, sono state installate pompe pneumatiche (top inlet) in n. 25 pozzi di monitoraggio complessivi (<sup>4</sup>), e sono state realizzate le strutture impiantistiche atte sia ad alimentare con aria compressa le pompe pneumatiche, sia a collettare le miscele acqua/prodotto emunte all'esistente impianto TAS.

La portata complessiva di miscela emunta in tale area, ipotizzata in circa 400-600 m<sup>3</sup>/giorno, sarà inviata, nella configurazione impiantistica finale, al nuovo impianto TAF (o ai sistemi alternativi di trattamento in corso di valutazione), mentre nel periodo transitorio (ovvero fino alla effettiva attivazione della configurazione impiantistica finale) sarà inviata all'esistente impianto TAS di Raffineria.

## **2.4 Piano di caratterizzazione aree di proprietà esterne al confine fiscale**

Si riporta in Appendice 24 il Piano di caratterizzazione delle aree di proprietà esterne alla recinzione fiscale di Raffineria (Tavola 2), da eseguirsi sotto la supervisione di ARPA Sicilia ai fini della validazione dei dati.

Sulla base degli esiti delle indagini, saranno valutate se necessario ulteriori fasi di intervento nel rispetto della normativa vigente.

(<sup>4</sup>) PIM5, PIM6, PM10, PI209, PI212, PI227, PI229, PI230, PI230bis, PI236, da PM129 a PM143.



### **3.0 AGGIORNAMENTO DELL'ANALISI DI RISCHIO**

Per quanto concerne i superamenti delle CSC individuati, è stata elaborata l'analisi di rischio sito specifica ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., in conformità ai "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati" revisione 2, marzo 2008, redatti da APAT, ora ISPRA.

L'analisi di rischio condotta, riportata in dettaglio in Appendice 11, costituisce una rielaborazione dell'analisi di rischio già presentata alle PP.AA. (Rel. Golder T60021/7178 – ottobre 2006), alla luce dell'aggiornamento delle linee guida.

#### **3.1 Considerazioni di sintesi in merito alle procedure dell'analisi di rischio**

In relazione alla stipula da parte di ISAB S.r.l. dell'atto di transazione, nonché agli interventi di messa in sicurezza e bonifica previsti nel presente documento, l'analisi di rischio è stata focalizzata sulla matrice terreno.

Sulla base delle diverse fasi di indagine ambientale eseguite, sono state individuate le aree sorgenti interessate da superamenti delle CSC e sono state definite le rispettive CSR in relazione alle vie e modalità di esposizione attive. La definizione delle sorgenti di contaminazione del terreno insaturo ha tenuto in considerazione anche i campioni di terreno, prelevati nel corso delle indagini a maglia 50m x 50m, nei quali il DAP Siracusa ha rilevato alcuni superamenti delle CSC, non individuati nelle analisi eseguite dalla Raffineria (si faccia riferimento alla lettera del DAP Siracusa prot. n. 2837/SR del 14/12/2009).

Sono state considerate per il terreno superficiale (profondità 0-1 m dal p.c.) le vie e modalità di esposizione connesse con l'ingestione/contatto dermico e l'inalazione di polveri.

La via/modalità di esposizione legata all'inalazione di vapori organici dal terreno è stata verificata sia in modalità diretta (mediante simulazioni basate sui modelli matematici tipici della procedura di analisi di rischio), sia con specifici rilievi di sito, mediante il prelievo di campioni di aria interstiziale del primo sottosuolo (presso ciascuna area sorgente) e l'analisi chimica di laboratorio.

I recettori della contaminazione che sono stati assunti, in considerazione dell'uso industriale dello Stabilimento, sono i lavoratori in sito.

L'analisi di rischio per la matrice terreno non ha preso in considerazione le aree interessate, in passato, da sversamenti accidentali, in quanto per tali aree sono previsti specifici interventi di rimozione della sorgente secondaria di contaminazione (scavo e smaltimento) e/o di interruzione delle vie/modalità di esposizione.

L'analisi di rischio ha inoltre considerato il percorso di lisciviazione, nei seguenti termini:

- sono state eseguite, in modalità diretta, le simulazioni del percorso di lisciviazione dai terreni insaturi superficiali e profondi;
- le simulazioni sono state eseguite per i parametri per i quali, nei terreni delle aree sorgenti, sono stati individuati superamenti delle CSC (siti ad uso commerciale ed industriale); sono state simulate le concentrazioni in falda ai punti di conformità, ubicati al confine di proprietà;
- le simulazioni sono state eseguite con i due software RISC e RBCA;
- i due software hanno restituito esiti sensibilmente differenti: il software RISC ha restituito in linea di massima scenari compatibili con il rispetto delle CSC (per acque sotterranee) al confine, mentre il software RBCA ha restituito concentrazioni più elevate, in genere non conformi alle CSC;
- laddove possibile è stato verificato, dall'esame della effettiva qualità dell'acqua sotterranea, che a valle di diverse aree sorgenti non si rilevano concentrazioni significative di sostanze contaminanti. Escludendo infatti le aree sorgenti SP3, SP4 e SP6 (nella quali l'acqua sotterranea è stata interessata dalla



presenza di prodotto surnatante, quindi l'apporto derivante dalla lisciviazione non è direttamente valutabile), si rileva che nei pozzi di monitoraggio circostanti ed a valle delle restanti aree sorgenti (SS1, SS2, SS3, SP1, SP2, SP5), la qualità delle acque sotterranee è conforme alle CSC, per i composti che potrebbero derivare da possibili fenomeni di lisciviazione; è peraltro lecito assumere che i fenomeni di lisciviazione siano da considerarsi ad oggi in condizioni stazionarie. Più precisamente:

- nell'acqua sotterranea dei pozzi PM22, PI387, PM15, PIM2, PM106, PM107, PM108, PM32, PM33, PM34, prossimi/a valle delle sorgenti SS1, SP1, SP2, si rilevano concentrazioni di idrocarburi totali (espressi come n-esano) ed aromatici conformi alle CSC;
- nell'acqua sotterranea dei pozzi presenti in area sovrappasso, prossimi/a valle della sorgente SS3, si rilevano concentrazioni di selenio conformi alle CSC;
- nell'acqua sotterranea dei pozzi PM3, PM5, PM60, prossimi/a valle della sorgente SS2, si rilevano concentrazioni di idrocarburi totali (espressi come n-esano) ed aromatici conformi alle CSC;
- nell'acqua sotterranea dei pozzi PM8, PM9, PM4, prossimi/a valle della sorgente SP5, si rilevano concentrazioni di arsenico e vanadio conformi alle CSC (si vedano anche i dati riportati in Appendice 26, rilevati ed elaborati dall'ATI Paradivi-Teseco per conto della Raffineria).

I fenomeni di lisciviazione sono stati pertanto valutati in modalità diretta ai fini della completezza dell'analisi di rischio, ma non sono stati considerati ai fini del calcolo delle CSR per i terreni insaturi, anche in considerazione delle attività di bonifica previste nell'ambito della transazione.

Alla luce delle seguenti considerazioni, ovvero che:

- l'Accordo di Programma, in relazione alla stipula dell'atto di transazione, prevede specifici interventi di messa in sicurezza e bonifica delle acque sotterranee, che saranno progettati, realizzati e gestiti dalla parte pubblica;
- si considerano come obiettivi di bonifica per le acque sotterranee le CSC al confine del sito;
- ISAB S.r.l. adotterà ulteriori interventi di messa in sicurezza e bonifica delle acque sotterranee, mediante le opere descritte nel presente documento,

l'analisi di rischio dei terreni ha considerato le vie e modalità di esposizione connesse con l'ingestione/contatto dermico, l'inalazione di polveri e l'inalazione di vapori organici dal sottosuolo.

In accordo a quanto indicato nei citati criteri metodologici circa l'individuazione delle sorgenti secondarie di contaminazione, assumendo che gli interventi sul terreno saturo e di frangia capillare siano contestuali agli interventi di messa in sicurezza e bonifica sull'acqua sotterranea, l'analisi di rischio non ha considerato le non conformità alle CSC rilevate nei campioni prelevati dai livelli di terreno saturo o dalla zona di oscillazione del livello piezometrico.

Come sarà meglio descritto nel seguito, per la sola verifica delle condizioni di sicurezza compatibili con il riutilizzo delle aree, sono state effettuate alcune valutazioni sui rischi connessi alla presenza di alcune sostanze contaminanti nell'acqua sotterranea. In particolare, è stata considerata la via/modalità di esposizione legata all'inalazione di vapori organici dall'acqua sotterranea, da parte degli operatori di Stabilimento. Tali valutazioni sono state basate sugli esiti della campagna di monitoraggio delle acque sotterranee eseguita nel maggio-settembre 2009, e sono state eseguite in parte mediante simulazioni basate sui modelli analitici, in parte su dati sito specifici derivanti da rilievi dei gas interstiziali eseguiti in sito.

### **3.2 Considerazioni di sintesi in merito agli esiti dell'analisi di rischio**

Per quanto concerne la matrice **terreno insaturo**, nelle diverse sorgenti di contaminazione individuate con le indagini eseguite, le concentrazioni presenti in sito sono conformi alle CSR individuate. Non sono pertanto necessari specifici interventi di bonifica per la matrice terreno insaturo.



Per quanto concerne il percorso di inalazione vapori organici dal terreno insaturo, le simulazioni eseguite in modalità diretta hanno evidenziato, in alcune aree sorgenti, la presenza di potenziali rischi non accettabili per gli operatori di Stabilimento. Tuttavia è noto che tali simulazioni si basano su modelli che spesso restituiscono risultati estremamente conservativi. Si è pertanto proceduto a verificare tale percorso mediante il rilievo di dati maggiormente sito-specifici, ovvero mediante il prelievo di campioni di aria interstiziale del primo sottosuolo <sup>(5)</sup> e la successiva analisi chimica di laboratorio. Gli esiti analitici, riportati in Tabella 3, hanno evidenziato che, per tutte le sostanze analizzate, le concentrazioni delle sostanze contaminanti nell'aria del primo sottosuolo sono in larga parte inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale ed inferiori ai valori di TLV-TWA (per le sostanze per le quali tali valori sono disponibili e sono state misurate concentrazioni non inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale). Il percorso di inalazione vapori organici dal terreno insaturo non è quindi stato considerato come attivo.

Nel seguito è proposta una attività di monitoraggio dei vapori interstiziali, da eseguirsi in accordo e sotto la supervisione degli Enti di Controllo, atte a verificare ulteriormente la qualità dell'aria interstiziale del primo sottosuolo (Paragrafo 7.2).

Per quanto concerne la matrice **acqua sotterranea**, le valutazioni eseguite (ai soli fini del riutilizzo delle aree) hanno evidenziato quanto segue:

- in diverse aree (Tavola 14, poligoni di Thiessen circostanti i punti PM49, PIM7-PIM8, PZ11-sovrappasso interno, PM40, PMD, PM13, PM31, PM12, PM89-PM90, PI100, S1REV, S4REV, S3REV, FS1, RC1) sono state condotte specifiche attività di campionamento in sito ed analisi chimica di laboratorio dell'aria interstiziale del primo sottosuolo. Gli esiti analitici, riportati in Tabella 3, hanno evidenziato che, per tutte le sostanze analizzate, le concentrazioni delle sostanze contaminanti nell'aria del primo sottosuolo sono in larga parte inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale ed inferiori ai valori di TLV-TWA (per le sostanze per le quali tali valori sono disponibili e sono state misurate concentrazioni non inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale). Si segnala che concentrazioni conformi ai valori di TLV-TWA sono state rilevate anche presso aree interessate dalla presenza di prodotto surnatante (es. PM49, PIM7-PIM8 e PM40 <sup>(6)</sup>, PZ11-sovrappasso interno, PM31, PM12, PI100, S1REV, S4REV, S3REV). L'unica concentrazione rilevata nell'aria interstiziale non conforme ai TLV-TWA è quella del benzene nel punto PIM5 (verosimilmente a causa della presenza di prodotto surnatante in tale punto). Tuttavia, tale concentrazione è rappresentativa dell'aria interstiziale del primo sottosuolo: è lecito assumere che la corrispondente concentrazione di benzene in atmosfera derivante dal sottosuolo, alla quale sono effettivamente esposti gli operatori, sia di alcuni ordini di grandezza inferiore, quindi conforme ai valori di TLV-TWA. Si procederà comunque, in tale punto, ad eseguire ulteriori monitoraggi dell'aria interstiziale, anche per verificare l'evoluzione della qualità dell'aria interstiziale a seguito delle attività di MSE (mediante emungimento/recupero del prodotto) attivate nell'area del PIM5;
- nelle restanti aree indicate in Tavola 14 (poligoni di Thiessen circostanti i pozzi PM21, PM124) è stato verificato con modelli analitici che la presenza di alcune sostanze volatili disciolte nelle acque sotterranee, che determinano una potenziale inalazione di vapori organici, comportano per gli operatori di Stabilimento un rischio di inalazione (sia indoor sia outdoor) accettabile;

sulla base di quanto esposto, la via/modalità di esposizione connessa con l'inalazione di vapori organici dalla falda può essere trascurata.

<sup>(5)</sup> I campioni sono stati prelevati ad una profondità di circa 0.5-1 m dal piano campagna, in prossimità dei pozzi di monitoraggio citati nella denominazione del campione di aria interstiziale. Laddove possibile, a vantaggio della cautelatività, i campioni sono stati presi al disotto di aree pavimentate (dove è molto ridotta la naturale miscelazione dell'aria interstiziale del primo sottosuolo con l'aria atmosferica). Le attività di campionamento sono state eseguite dal laboratorio Chelab di Resana (TV), mediante strumentazione idonea all'ottenimento di limiti di rilevabilità strumentale, indicati in Tabella 3, molto accurati.

<sup>(6)</sup> Nei pozzi PIM8 e PM40 il rilievo eseguito nel dicembre 2009 non ha individuato la presenza di prodotto surnatante; il prodotto surnatante è stato individuato nei limitrofi pozzi PIM7 e PM53.



## **4.0 DEFINIZIONE E DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA E BONIFICA**

### **4.1 Criteri di intervento ed obiettivi**

La progettazione degli interventi di bonifica è basata sui seguenti criteri:

- gli interventi sono stati definiti sulla base delle attuali conoscenze dello stato ambientale del sito, anche in funzione della compatibilità delle opere di bonifica con l'esercizio, attuale e futuro, delle attività produttive;
- il progetto è prevalentemente mirato all'individuazione degli interventi di bonifica necessari per la matrice terreno insaturo, quindi:
  - rielabora l'analisi di rischio per la matrice terreno, alla luce dei criteri metodologici redatti da ISPRA nel marzo 2008;
  - definisce, laddove necessario, gli interventi di bonifica dei terreni insaturi;
  - definisce i criteri di intervento che saranno applicati sulle aree interessate da sversamenti accidentali (sia pregressi, sia eventuali sversamenti futuri);
  - conferma, per l'area adibita a discarica inerti, l'intenzione di procedere secondo le modalità di intervento individuate nel progetto già presentato alle PP.AA. competenti;
- per la matrice acqua sotterranea, il progetto tiene in considerazione i benefici indicati nell'Accordo di Programma in caso di transazione, prevedendo interventi specifici nelle aree con elevati livelli di contaminazione (per esempio nelle aree interessate dalla presenza di prodotto surnatante);
- sono inoltre previsti interventi specifici per le acque sotterranee in alcune aree, prossime al confine di proprietà lato mare, non interessate dalla presenza di prodotto surnatante. Tali interventi intendono promuovere, nel medio-lungo termine, un abbattimento delle concentrazioni delle sostanze contaminanti disciolte, al fine di supportare gli interventi di bonifica della falda che realizzerà la parte pubblica.

Gli interventi previsti per le acque sotterranee perseguono i seguenti obiettivi:

- rimozione del prodotto surnatante nelle aree in cui questo sia presente, che dovrà essere verificata secondo le seguenti modalità:
  - in tutti i pozzi dell'area di interesse, dovranno essere misurati spessori di prodotto surnatante nulli;
  - la misurazione dovrà essere eseguita in condizioni sia dinamiche (con i sistemi di emungimento in esercizio) sia statiche (circa 24 ore a seguito dello spegnimento temporaneo dei sistemi di emungimento);
  - la verifica dovrà essere eseguita con cadenza almeno mensile, e dovrà essere protratta per almeno un anno (in modo tale da verificare la rimozione del prodotto in relazione alle escursioni naturali del livello di falda);



- prosecuzione nel tempo, lungo il confine ubicato idrogeologicamente a valle, degli interventi fino al raggiungimento di concentrazioni conformi alle CSC (per i parametri di indagine della caratterizzazione a maglia 50x50m).

Nelle aree in cui saranno raggiunti gli obiettivi sopra specificati, sarà interrotto l'esercizio dei relativi impianti.

Nel corso delle attività, sulla base degli esiti dei monitoraggi che saranno condotti, si potranno modificare la configurazione dei pozzi in emungimento ed i parametri di processo, in modo tale da focalizzare gli interventi nei pozzi con presenza di prodotto surnatante.

## 4.2 Terreni

Sulla base degli esiti dell'aggiornamento dell'analisi di rischio, nelle diverse sorgenti secondarie di contaminazione individuate con le indagini eseguite, le concentrazioni presenti in sito sono conformi alle CSR individuate. Non sono pertanto necessari specifici interventi di bonifica per la matrice terreno insaturo.

Nelle aree in cui si sono verificati in passato sversamenti accidentali, saranno eseguiti gli interventi indicati al paragrafo seguente.

### 4.2.1 Interventi di bonifica previsti per le aree interessate da sversamenti accidentali

Nell'area di Stabilimento si sono verificati alcuni eventi di sversamento accidentale che sono stati notificati, ai sensi della normativa vigente, alle PP.AA. competenti.

La Tabella 4 riporta alcune informazioni di sintesi sugli eventi accidentali in esame, mentre nella Tavola 15 sono rappresentate indicativamente le aree interessate dagli eventi.

Sulla base delle informazioni ad oggi disponibili ed in relazione alle tempestive attività di Messa in Sicurezza di Emergenza (MSE) eseguite dopo ogni evento, gli sversamenti accidentali hanno interessato perlopiù i livelli superficiali del terreno insaturo. Gli sversamenti accidentali sono peraltro avvenuti in aree (es. trincee tubazioni, bacini di contenimento dei serbatoi ecc.) nelle quali, per le loro peculiarità, non vengono svolte attività lavorative continuative.

Per tali aree, il presente documento propone una serie di interventi atti a rimuovere il terreno superficiale contaminato e, dove questo non sia possibile per ragioni di accessibilità e/o sicurezza, adottare specifici interventi di mitigazione del rischio per i lavoratori di Stabilimento, atti ad interrompere le vie/modalità di esposizione connesse con la presenza residua di terreno contaminato.

A livello generale, gli interventi previsti sono i seguenti:

#### a) aree accessibili agli scavi:

##### a.1) in caso di **assenza di roccia entro il primo metro di profondità:**

- scavo del terreno fino alla profondità massima di 1 m dal p.c. originario. Lo scavo sarà eseguito compatibilmente con le condizioni di sicurezza degli operatori e di stabilità delle strutture industriali presenti nell'area (es. tubazioni, serbatoi, muri ecc.). Il terreno derivante dallo scavo sarà inviato a smaltimento o recupero in conformità alla normativa vigente (si vedano nel seguito ulteriori dettagli);
- prelievo di campioni di terreno dalle pareti dello scavo (1 campione ogni 50 m<sup>2</sup> di parete), ed esecuzione di analisi chimiche di laboratorio ai sensi del D.Lgs. 152/06 (saranno analizzati i seguenti parametri, in relazione alle sostanze idrocarburiche accidentalmente sversate: idrocarburi leggeri C<sub>≤</sub>12, idrocarburi pesanti C<sub>></sub>12, aromatici, IPA). Lo scavo di cui al punto precedente



dovrà essere allargato fino all'ottenimento di campioni di parete conformi alle CSC, per i parametri oggetto di analisi: l'allargamento dello scavo sarà comunque arrestato in presenza di limiti fisici (es. serbatoi, fondazioni, opere fuori terra ecc.);

- prelievo di campioni di terreno dal fondo dello scavo (1 campione ogni 100 m<sup>2</sup> di fondo scavo), ed esecuzione di analisi chimiche di laboratorio ai sensi del D.Lgs. 152/06 (saranno analizzati i seguenti parametri, in relazione alle sostanze idrocarburiche accidentalmente sversate: idrocarburi leggeri C<sub><=</sub>12, idrocarburi pesanti C<sub>></sub>12, aromatici, IPA);
- successivo riporto di 1 m di terreno vergine di cava, per interrompere le vie/modalità di esposizione connesse al contatto dermico/ingestione/inalazione polveri;
- qualora i campioni di fondo scavo siano conformi alle CSC (per siti ad uso commerciale ed industriale), non si procederà con ulteriori attività. Qualora invece siano rilevati superamenti delle CSC nei campioni di fondo scavo, si procederà con il monitoraggio dei vapori interstiziali nel primo sottosuolo, mediante prelievo dei gas interstiziali (profondità di prelievo 0.5-1 m dal p.c. ripristinato) ed analisi chimica di laboratorio, atto a verificare se sussistono potenziali rischi per gli operatori di Stabilimento connessi con l'inalazione di vapori organici. I parametri oggetto di analisi chimica saranno i seguenti: idrocarburi alifatici (C<sub>5</sub>-C<sub>8</sub>, C<sub>9</sub>-C<sub>12</sub>, C<sub>13</sub>-C<sub>18</sub>, C<sub>19</sub>-C<sub>36</sub>), idrocarburi aromatici (C<sub>9</sub>-C<sub>10</sub>, C<sub>11</sub>-C<sub>22</sub>), BTEXS, IPA; qualora gli esiti delle analisi chimiche indichino la conformità ai rispettivi valori di TLV-TWA non saranno condotte ulteriori attività: in caso di superamento dei valori di TLV-TWA, gli esiti delle analisi chimiche sui campioni di aria interstiziale saranno riportati alle concentrazioni in aria atmosferica mediante fattori di conversione o modelli matematici, e saranno confrontati con i valori di TLV-TWA. In caso di superamento dei valori di TLV-TWA, saranno eseguiti per un anno monitoraggi trimestrali dell'aria **atmosferica** in corrispondenza dell'area di riporto (i campioni saranno prelevati ad un'altezza di circa 1.5 m dal p.c.; i parametri oggetto di analisi saranno i seguenti: idrocarburi alifatici (C<sub>5</sub>-C<sub>8</sub>, C<sub>9</sub>-C<sub>12</sub>, C<sub>13</sub>-C<sub>18</sub>, C<sub>19</sub>-C<sub>36</sub>), idrocarburi aromatici (C<sub>9</sub>-C<sub>10</sub>, C<sub>11</sub>-C<sub>22</sub>), BTEXS, IPA); qualora i monitoraggi dell'aria atmosferica indichino l'esistenza di rischi accettabili, non saranno condotte ulteriori attività; qualora tali monitoraggi indichino la presenza di rischi non accettabili, sarà interrotto il percorso di inalazione vapori organici mediante un capping sull'area (si vedano nel seguito le modalità tecniche di esecuzione del capping);

**a.2) in caso di presenza di roccia entro il primo metro di profondità:**

- scavo del terreno sciolto sovrastante la roccia. Lo scavo sarà arrestato al raggiungimento della roccia sottostante e sarà eseguito compatibilmente con le condizioni di sicurezza degli operatori e di stabilità delle strutture industriali presenti nell'area (es. tubazioni, serbatoi, muri ecc.). Il terreno derivante dallo scavo sarà inviato a smaltimento o recupero in conformità alla normativa vigente (si vedano nel seguito ulteriori dettagli);
- prelievo di campioni di terreno esclusivamente dalle pareti dello scavo (1 campione ogni 50 m<sup>2</sup> di parete), ed esecuzione di analisi chimiche di laboratorio ai sensi del D.Lgs. 152/06 (saranno analizzati i seguenti parametri, in relazione alle sostanze idrocarburiche accidentalmente sversate: idrocarburi leggeri C<sub><=</sub>12, idrocarburi pesanti C<sub>></sub>12, aromatici, IPA). Lo scavo di cui al punto precedente dovrà essere allargato fino all'ottenimento di campioni di parete conformi alle CSC, per i parametri oggetto di analisi; l'allargamento dello scavo sarà comunque arrestato in presenza di limiti fisici (es. serbatoi, fondazioni, opere fuori terra ecc.);
- per interrompere le vie/modalità di esposizione connesse al contatto dermico/ingestione/inalazione polveri ed all'inalazione di vapori organici, sull'area di scavo sarà eseguito un manufatto di capping (si vedano nel seguito le modalità tecniche di esecuzione). Dove necessario per esigenze di operatività dell'area, prima della posa del capping potrà essere eventualmente riportato del terreno vergine di cava;

**b) aree non accessibili ad ulteriori attività di scavo:**

diverse aree oggetto di sversamento non sono accessibili ad ulteriori attività di scavo, rispetto a quanto già eseguito nel corso delle attività di MSE, a causa della presenza di strutture industriali/fasci tubieri. In



tali aree, la rimozione di ulteriore terreno contaminato comporterebbe forti interferenze con le strutture impiantistiche esistenti e con le esigenze di produzione: pertanto, con l'obiettivo di proteggere l'ambiente e la salute dei lavoratori mediante l'adozione delle tecnologie disponibili a costi sopportabili, in tali aree saranno eseguiti interventi di capping, atti ad interrompere le vie/modalità di esposizione connesse con la presenza residua di terreno contaminato (contatto dermico/ingestione/inalazione polveri, inalazione di vapori organici, lisciviazione in falda).

Gli interventi previsti sono i seguenti:

- sopralluoghi in sito ed indagini di caratterizzazione atte a perimetrare nel dettaglio l'area interessata dallo sversamento, così costituite: all'esterno di ciascuna area, saranno individuati almeno da 2 a 4 punti accessibili, nei quali prelevare campioni di terreno: dove possibile, i campioni di terreno dovranno essere prelevati dalle pareti di pozzetti esplorativi scavati fino alla profondità di 1 m dal p.c.; in alternativa, i campioni saranno prelevati a profondità di circa 0-20 cm dal p.c.. I campioni saranno sottoposti ad analisi chimica di laboratorio, ai sensi del D.Lgs. 152/06, per i seguenti parametri, in relazione alle sostanze idrocarburiche accidentalmente sversate: idrocarburi leggeri  $C \leq 12$ , idrocarburi pesanti  $C > 12$ , aromatici, IPA. In prossimità dei campioni di terreno nei quali si riscontrino alcune non conformità alle CSC si procederà, laddove possibile, al prelievo di ulteriori campioni di terreno esterni all'area interessata dallo sversamento, con l'obiettivo di perimetrare l'area interessata dai superamenti delle CSC;
- in corrispondenza dell'area perimetrata con le indagini di cui al punto precedente, si procederà con la creazione di un manufatto di **capping**, secondo le seguenti modalità:
  - o getto di un primo **strato di base di calcestruzzo** magro (magrone), avente la funzione di regolarizzare il piano di posa;
  - o posa in opera di telo in HDPE, atto ad impedire la migrazione verticale dei vapori organici e dell'acqua meteorica. Il telo di HDPE dovrà essere liscio su almeno una delle due facce, avere uno spessore di almeno 2 mm ( $\pm 5\%$ ), essere stato prodotto con polimeri vergini, non rigenerati o riciclati, di prima qualità in quantità non inferiore al 97% e addizionata con nerofumo in percentuale minima del 2%. Il telo di HDPE dovrà preferibilmente essere costituito da un unico elemento. Qualora si rendesse necessaria la sovrapposizione di più elementi di HDPE, questi dovranno essere opportunamente saldati, con la tecnica della termofusione. La massa volumica del telo dovrà essere pari ad almeno  $0.94 \text{ g/cm}^3$ . Il telo di HDPE dovrà inoltre soddisfare i seguenti requisiti: carico di snervamento non inferiore a  $16 \text{ N/mm}^2$  (UNI EN 12311, ASTM D638); allungamento a snervamento non inferiore al 9% (UNI EN 12311, ASTM D638); carico di rottura non inferiore a  $26 \text{ N/mm}^2$  (UNI EN 12311, ASTM D638); allungamento a rottura non inferiore al 700% (UNI EN 12311, ASTM D638); resistenza al punzonamento (FTMS 101C) non inferiore a 500 N; resistenza all'urto classe PD4 (UNI EN 12691); resistenza a lacerazione non inferiore a 130 N/mm (ASTM D751, UNI EN 12310); stabilità dimensionale non superiore a 2 % (UNI EN 1107); stress cracking non inferiore a 2000 h (ASTM D1693);
  - o getto di uno strato di calcestruzzo, avente la funzione di: impedire il contatto dermico con il terreno contaminato, impedire l'ingestione/inalazione di polveri, zavorrare il telo di HDPE e contribuire con quest'ultimo ad impedire la migrazione verticale dei vapori organici e dell'acqua meteorica. Lo strato di calcestruzzo dovrà avere uno spessore di almeno 10-15 cm e dovrà essere rinforzato con rete elettrosaldata 20x20cm, diametro 8mm.

Il terreno derivante dagli scavi sarà temporaneamente depositato in fusti metallici e/o cassoni scarrabili, per il tempo necessario ad eseguire le analisi di classificazione del rifiuto ai sensi della normativa vigente. Il rifiuto sarà poi inviato a smaltimento o recupero, per il quale si prevede l'utilizzo di uno dei seguenti codici CER: 17.05.03 e 17.05.04.





Ciascuna area di sversamento presenta particolari caratteristiche di accessibilità e di sicurezza, indicate in Tabella 4. In funzione delle peculiarità di ciascuna area saranno scelti, tra gli interventi sopra indicati, quelli più appropriati in termini di:

- protezione dell'ambiente e della salute dei lavoratori;
- fattibilità tecnica in relazione alle condizioni di sicurezza ed alla sostenibilità dei costi, anche in considerazione al fatto che tali aree continueranno ad essere utilizzate a fini produttivi.

### **4.3 Acque sotterranee**

I sistemi di messa in sicurezza e bonifica progettati nel presente documento sono stati definiti sulla base di quanto indicato nell'Accordo di Programma, art. 11, comma 4: in relazione alla stipula dell'atto di transazione il presente documento prevede l'adozione di interventi puntuali alle aree nelle quali siano presenti in falda elevati livelli di contaminazione. Gli interventi sono pertanto stati focalizzati nelle aree in cui l'acqua sotterranea è interessata dalla presenza di prodotto idrocarburico surnatante o sono presenti sostanze contaminanti disciolte nelle concentrazioni più elevate. Le portate di emungimento sono state definite sulla base delle portate di acqua sotterranea che fluiscono nei livelli più superficiali dell'acquifero, e sono tali da determinare un effetto di decontaminazione nel medio-lungo termine.

In relazione all'ubicazione delle opere ed alle portate di emungimento previste, si ritiene che gli interventi previsti non siano tali da alterare sensibilmente i fenomeni di ingressione del cuneo salino.

In Figura 2 sono rappresentati, in modo schematico, gli interventi di messa in sicurezza e bonifica previsti sull'area di Raffineria. Gli impianti di emungimento/recupero prodotto sono rappresentati in modo più dettagliato nella Tavola 16.

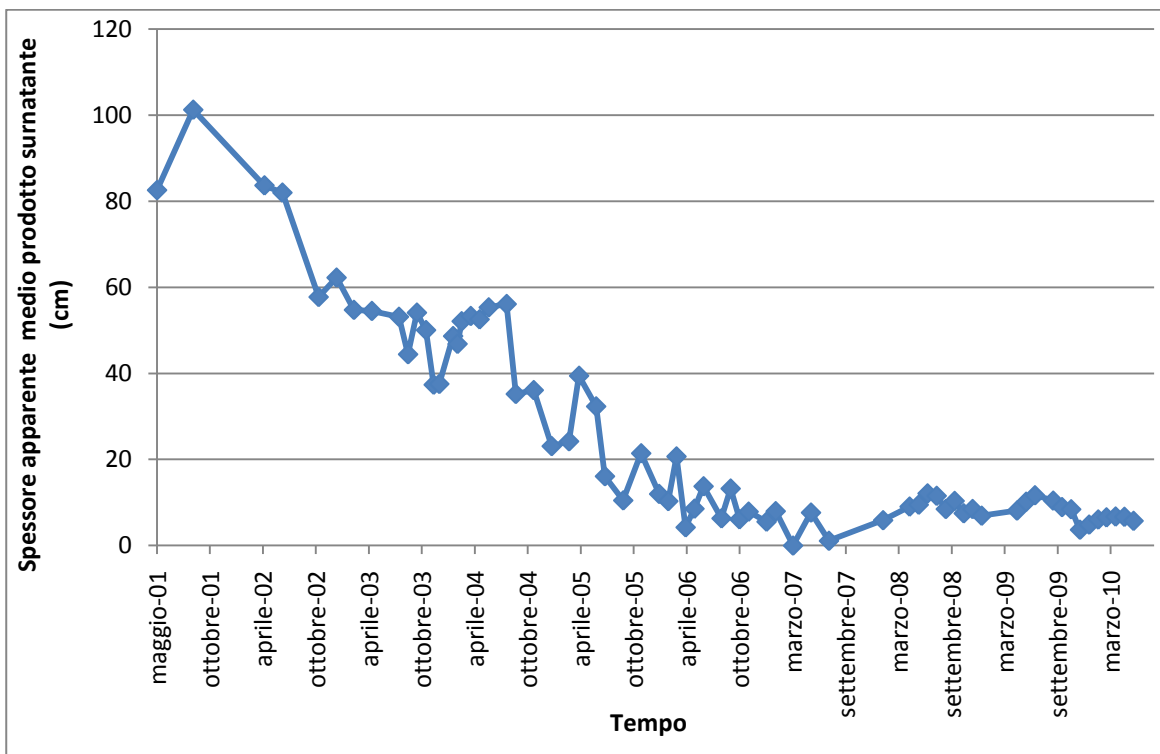
Nei paragrafi seguenti è descritto il dimensionamento di massima degli impianti previsti. Si precisa che le ubicazioni delle strutture impiantistiche (es. pozzi, tracciati delle linee/tubazioni, ricoveri attrezzature ecc.) potranno eventualmente subire in sede di costruzione alcune modifiche, in relazione alla presenza di sottoservizi, ad esigenze di sicurezza o di produzione, o in seguito ad eventuali modificazioni dell'assetto della Raffineria.

A seguito delle modificazioni dello stato ambientale che saranno eventualmente rinvenute nel corso delle attività, ci si riserva la possibilità di integrare gli interventi con tecnologie analoghe a quelle presentate. In particolare, qualora si verificassero in futuro situazioni, anche a seguito di eventi accidentali, che determinino nuovi elevati livelli di contaminazione, saranno estesi gli interventi di messa in sicurezza e bonifica con le tecnologie di intervento indicate nel presente documento: in linea di massima, le eventuali integrazioni saranno attuate mediante l'adozione delle tecnologie di emungimento/recupero prodotto nelle aree interne, mentre nelle aree prossime al confine di proprietà saranno attuate mediante interventi di emungimento/recupero prodotto ed Air Sparging/Biosparging/Soil Vapour Extraction.



### 4.3.1 Emungimento/recupero prodotto Valle Impianti

Il recupero del prodotto surnatante presso l'area in oggetto sarà eseguito secondo le modalità finora adottate nell'ambito delle attività di MSE, che si sono dimostrate efficaci: il seguente grafico rappresenta l'evoluzione nel tempo dello spessore apparente medio del prodotto surnatante: con l'esclusione di alcuni pozzi (PI10, PM88, PM47), si sono registrati negli ultimi rilievi spessori apparenti di prodotto trascurabili o nulli.



Sarà quindi condotto il recupero del prodotto, associato all'emungimento di acqua sotterranea, con pompe pneumatiche *total fluid*, presso i seguenti esistenti pozzi di monitoraggio: PM40, PM46, PM47, PM52, PM53, PM54, PM69, PM84, PM85, PM86, PM88, PI47, PI195, PI83, PI10, PI194, PM7 (Appendice 12, Figura A12.6).

Saranno inoltre realizzati n. 2 pozzi di monitoraggio in sostituzione dei pozzi PM89 e PM90 (Figura A12.6). I due nuovi pozzi, denominati PM89bis e PM90bis, saranno attrezzati con sistemi di emungimento mediante pompa *total fluid*, ad integrazione del sistema di emungimento costituito dai pozzi elencati in precedenza. La profondità dei pozzi PM89bis e PM90bis sarà tale da interessare il terreno saturo per almeno 10 m (equivalente a una profondità di circa 27 m – 28 m dal p.c.): tali pozzi saranno realizzati con tubo cieco fino alla profondità di 10 m dal p.c., e con tubo fenestrato nella parte sottostante. In corrispondenza del tratto di tubo fenestrato sarà posato, nell'intercapedine tra la parete del tubo e la parete del foro, del ghiaietto siliceo. In corrispondenza del tratto cieco, l'intercapedine sarà riempita con malta cementizia sigillante. I sondaggi verranno realizzati a carotaggio continuo per l'individuazione delle caratteristiche del sottosuolo roccioso, al fine di verificare eventuali stati fratturazione del substrato roccioso.

Nell'ambito della nuova configurazione di emungimento prevista, l'intervento di recupero sarà adattato in corso d'opera, sia in termini di numero di punti di prelievo sia in termini di portate emunte, sulla base degli esiti dei monitoraggi periodici. Potrà pertanto essere interrotto il recupero presso i pozzi nei quali si assisterà alla scomparsa del prodotto e potranno eventualmente essere utilizzati o perforati ulteriori pozzi di recupero.



La portata giornaliera di miscela acqua/prodotto che sarà emunta sarà non superiore a 200 m<sup>3</sup>/giorno; le portate medie di miscela che saranno emunte sono quantificabili in 100-150 m<sup>3</sup>/giorno; tali portate potranno subire variazioni sulla base degli esiti dei monitoraggi che saranno condotti.

Per la rimozione delle frazioni residue di prodotto surnatante, potrà essere valutata la necessità di intervenire, presso specifiche aree, mediante il ricorso ad altre tecnologie di intervento (es. *dual pumping*). In tal caso saranno installate nei pozzi di monitoraggio/recupero, in aggiunta ai dispositivi per il recupero del prodotto surnatante, pompe elettrosommerse in grado di abbassare localmente il livello piezometrico. L'acqua emunta sarà convogliata al nuovo impianto di trattamento acque di falda di Stabilimento.

#### **4.3.2 Emungimento/recupero prodotto Area Blending**

In via preliminare il sistema di emungimento/recupero prodotto prevede quanto segue (Figura A12.7):

- recupero del prodotto tramite skimmer attivi nei pozzi PM74, PI134, PM66, PI135, PM58, PI136, PM49, PI137, PM113;
- installazione di n. 40 nuovi pozzi di emungimento/recupero prodotto lungo la strada Ovest 8 (Figura 2, Tavola 16, Figura A12.7), che si aggiungeranno ai n. 16 presenti. Il sistema sarà formato da un totale di 56 pozzi di emungimento/recupero prodotto, ubicati ad una interdistanza di circa 10 m. I sondaggi saranno perforati con diametro di perforazione di circa 200 mm, e saranno attrezzati a pozzo con la posa di tubi piezometrici (in polietilene o PVC) del diametro di 4". La profondità di ciascun pozzo sarà tale da interessare il terreno saturo per almeno 5 m;
- installazione, in ciascuno dei 56 pozzi di cui al punto precedente, di pompe idonee per il recupero del prodotto e l'emungimento di acqua. La tipologia di pompe da installare in ciascun pozzo sarà definita sulla base degli esiti delle prove idrauliche. In linea generale, saranno utilizzate pompe pneumatiche total fluid di diametro compatibile con le dimensioni dei pozzi ed in grado di emungere, con una prevalenza di 30 m, una portata di miscela pari ad almeno 8 l/min. In alternativa, dove si evidenziasse la necessità di incrementare l'abbassamento della superficie piezometrica saranno installate, in aggiunta alle pompe pneumatiche, pompe elettrosommerse in grado di emungere, con una prevalenza di 30 m, almeno 25 l/minuto;
- abbassamento indotto del livello piezometrico variabile da pozzo a pozzo, a seconda delle condizioni di fratturazione della roccia, fino ad un massimo di 2 m rispetto al livello statico stagionale (corrispondente, in prima approssimazione, ad una portata estratta a regime compresa tra 3 e 15 l/min<sup>(7)</sup>, a seconda dei pozzi);
- ipotizzando una portata media di 5 l/min, la portata totale estratta acqua/prodotto sarà di circa 280 l/min (400 m<sup>3</sup>/giorno). I risultati delle prove idrauliche permetteranno di definire in maniera più precisa le portate che saranno emunte.

La miscela acqua/prodotto emunta sarà inviata al nuovo impianto di trattamento acque di falda di Stabilimento.

Si rimanda all'Appendice 12 per ulteriori dettagli.

Per l'installazione dei pozzi sarà seguito un processo di progressivo affinamento, in modo da poter infittire o diradare il numero dei pozzi dove sia maggiormente richiesto dalle condizioni idrogeologiche e dalla contaminazione presente. Il numero e l'ubicazione dei pozzi previsto potrebbe quindi essere modificato nel corso dell'esecuzione delle perforazioni.

L'esercizio dell'impianto sarà gestito in modo flessibile sulla base dei rilievi di sito che saranno condotti, sia in termini di numero di pozzi attivi sia di portate emunte; potranno quindi essere concentrate le attività di

<sup>(7)</sup> Il livello di fratturazione, e la trasmissività variano da pozzo a pozzo.



recupero presso alcuni pozzi, incrementando se necessario le portate di recupero, escludendone altri; è altresì prevista la possibilità di installare ulteriori pozzi di recupero, per estendere l'area di intervento o per infittire i punti di prelievo.

#### **4.3.2.1 Prove idrauliche e modellazione numerica**

Per l'impianto di emungimento/recupero prodotto in Area Blending, la scelta delle pompe da installare ed il dimensionamento delle portate sarà definito a seguito di una serie di prove idrauliche e di una modellazione numerica di massima, al fine di definire alcuni ultimi dettagli operativi, utili anche alla futura gestione dell'intervento.

La tipologia di prove scelte è specifica per lo studio degli acquiferi in roccia fratturata: le prove saranno in particolar modo volte all'individuazione delle anisotropie del sottosuolo.

Le prove idrauliche prevederanno quanto segue:

1. prove di pompaggio a gradini (pozzi PM80, PM56, PM18, PM55, PM68) al fine di determinare la portata critica dei pozzi;
2. prove di pompaggio a portata costante di durata di almeno 12-24h, e prova di risalita, di durata 12-24h, nei pozzi PM80, PM56, PM18, PM55, PM68, per elaborare una stima della trasmissività nell'intorno del pozzo. Saranno verificati durante la prova i livelli piezometrici sia nel pozzo in emungimento, sia in quelli circostanti;
3. *slug test* sui pozzi che saranno risultati interessati (anche se non dall'emungimento diretto) dalle prove di emungimento, al fine di avere una stima della trasmissività nell'intorno dei medesimi.

I dati derivanti dalle prove idrauliche saranno sottoposti ad una elaborazione sia secondo i metodi tradizionali sia, soprattutto, secondo l'analisi della derivata semilogaritmica (TNP): tale metodo, utilizzato nel campo dell'industria petrolifera e nucleare, si rivela fondamentale per la valutazione dei comportamenti dell'acquifero in un mezzo roccioso fratturato <sup>(8)</sup>.

Le prove di pompaggio permetteranno di verificare la sostenibilità del sistema di emungimento/recupero del prodotto in relazione all'immagazzinamento dell'acquifero. Il mezzo roccia fratturata, quando la porosità per fratturazione presenta valori molto bassi come in questo caso, può essere immaginato come una rete di tubazioni di vario diametro: la risposta dell'acquifero ad una azione di pompaggio risulta quindi molto rapida rispetto a quella di un suolo poroso. D'altro canto la porosità totale dell'acquifero (direttamente proporzionale alla quantità d'acqua in esso contenuta) risulta molto inferiore a quella di un mezzo poroso. È di primaria importanza, nel corso delle operazioni di messa in sicurezza e bonifica, evitare un sovrasfruttamento dell'acquifero, con il rischio di un suo "svuotamento", che comporterebbe la riduzione della capacità di recupero del prodotto e soprattutto il rischio di migrazione della contaminazione verso livelli più profondi.

I risultati delle prove idrauliche e i dati ottenuti dalla realizzazione dei nuovi pozzi di monitoraggio verranno utilizzati come dati di ingresso per un modello numerico. Il modello che verrà utilizzato per la modellazione è FEFLOW (*Finite Element subsurface FLOW system, version 5.2*) sviluppato da WASY LTD (Germania). FEFLOW è un codice di calcolo a elementi finiti che simula il flusso delle acque sotterranee ed il trasporto

---

<sup>(8)</sup> Lo studio della derivata semilogaritmica del carico idraulico è stata introdotta negli anni 80 da Boudet et al.: tale analisi ha ridotto in modo significativo la non univocità della selezione del modello di flusso, rappresentando un avanzamento nell'analisi dei dati dei test di acquifero in transitorio. Il metodo di normalizzazione della derivata integra ed approfondisce l'analisi tradizionale dei test di acquifero. In questo metodo, la derivata semilogaritmica è normalizzata rispetto al controllo delle condizioni di confini interni e diagrammata su scala bilogaritmica in unità di flusso radiale Vs trasmissività. Il risultato è il grafico della trasmissività normalizzata (TNP), riportato in un grafico trasmissività/tempo in scala bilogaritmica. Il vantaggio della derivata semilogaritmica è dato dal fatto che permette di rappresentare diverse caratteristiche e quindi di identificare diversi regimi di flusso che governano la risposta della pressione in regime transitorio.



dei contaminanti nei mezzi porosi saturi o insaturi. Questo codice è ampiamente utilizzato nei settori pubblici e privati ed è riconosciuto come lo stato dell'arte per la modellazione del flusso delle acque sotterranee.

Rispetto ai codici di calcolo a differenze finite (es. MODFLOW), FEFLOW è più versatile e più adatto per simulare il flusso ed il trasporto nei sistemi acquiferi caratterizzati da condizioni geologiche e strutturali molto complesse. FEFLOW permette inoltre di includere il flusso nella zona insatura ed il flusso nella zona satura nello stesso modello, ovvero di eseguire la modellazione del flusso delle acque sotterranee a saturazione variabile.

La modellazione si svilupperà attraverso le seguenti fasi:

1. ricostruzione della geometria dell'acquifero mediante interpolazione dei dati puntuali ottenuti dalle stratigrafie delle perforazioni oppure estrapolati dalle sezioni geologiche elaborate per il sito in esame;
2. calibrazione del modello sulla base delle attuali condizioni indisturbate in modo tale da rendere affidabili le successive simulazioni (condizioni statiche);
3. simulazione dell'emungimento operato dal sistema previsto sulla strada Ovest 8, con verifica delle portate emungibili tali da permettere il recupero del prodotto senza causare un sovrasfruttamento dell'acquifero (che comporterebbe la riduzione della capacità di recupero del prodotto e soprattutto il rischio di migrazione della contaminazione verso livelli più profondi).

Il modello così realizzato potrà essere ricalibrato sulla base dei dati ottenuti nel corso delle prime fasi di esercizio dell'impianto.

Sarà inoltre condotta una modellazione per il solo prodotto surnatante, volta a stimare i tempi necessari per il recupero con la tecnologia di intervento proposta.

#### **4.3.3 Potenziamento sistema di AS/BS-SVE lungo la strada Ovest 4**

In corrispondenza dell'attuale sistema di AS/BS-SVE lungo la strada Ovest 4 (Figura 2), che si è dimostrato efficace nell'abbattimento della contaminazione legata ai prodotti idrocarburici, si prevede l'infittimento dei pozzi di Air Sparging/Biosparging (AS/BS) mediante la realizzazione di n. 19 nuovi punti da predisporre per l'iniezione di aria in falda.

L'infittimento sarà eseguito nel tratto dove permangono i principali superamenti delle CSC, compreso tra il pozzo PM127 e il pozzo PM100 (sul quale operano i moduli impiantistici 4, pilota ampliato, 1 e 2). L'ubicazione dei pozzi aggiuntivi è stata preliminarmente definita considerando la posizione dei pozzi di AS/BS attualmente attivi e sulla base dei risultati analitici derivanti dalle ultime campagna di monitoraggio dell'acqua sotterranea nei pressi della strada Ovest 4.

I sistemi di generazione dell'aria compressa e gli impianti connessi alla predisposizione dei nuovi pozzi di AS/BS saranno ubicati all'interno di nuovi moduli da affiancare a quelli esistenti.

I dettagli progettuali relativi alle installazioni previste nell'ambito dell'infittimento dei pozzi di AS/BS sono riportati in Appendice 12.

#### **4.3.4 Sistema di AS/BS-SVE Valle Impianti**

In area Valle Impianti, sarà valutata nel corso dell'evoluzione delle attività di messa in sicurezza e bonifica l'opportunità di costruire/attivare un sistema di Air Sparging/Biosparging (AS/BS), associato ad un sistema di Soil Vapour Extraction (SVE) per l'intercettazione dei vapori organici.

In particolare, tale valutazione dovrà tenere in considerazione sia l'eventuale presenza residua di prodotto surnatante (che dovrà avere raggiunto spessori nulli o non superiori ad 1 cm), sia la presenza nelle acque sotterranee dei composti clorurati.



Si riportano nel seguito alcune informazioni inerenti l'impianto, qualora se ne reputi opportuna la sua costruzione/attivazione.

Il dimensionamento di massima dell'impianto sarà analogo a quello del sistema di AS/BS-SVE già attivo lungo la strada Ovest 4.

L'impianto sarà ubicato immediatamente a valle degli impianti e sarà articolato in due tratti (Figura A12.10); uno compreso tra i pozzi di monitoraggio PM84 e PM7, uno a monte del PM7.

Il dimensionamento è stato eseguito sulla base dei risultati delle prove pilota eseguite per il sistema di AS/BS-SVE lungo la strada Ovest 4. La copertura dell'area compresa tra i due sistemi distanti circa 100 m (cioè tra il sistema in esame e quello della strada Ovest 4) è prevista a medio termine per mezzo del trasporto in fase disciolta operato dalle acque sotterranee.

I dettagli progettuali relativi alle installazioni previste sono riportati in Appendice 12.

#### **4.3.5 Emungimenti localizzati: PM31, PIM5-PIM6-PM10, PM23-PM91, PM12, PM70, sala pompe 5**

Nelle aree circostanti i pozzi di monitoraggio PM31, PIM5-PIM6-PM10, PM23-PM91, PM12, PM70 e presso la sala pompe 5, saranno attivati sistemi di emungimento delle acque sotterranee, mediante pompe pneumatiche total fluid (Figura 2, Tavola 16). Tali sistemi permetteranno anche il recupero del prodotto surnatante, dove presente.

Si precisa che, nell'ambito delle attività di messa in sicurezza di emergenza, i sistemi sono già stati attivati nell'area PIM5-PIM6-PM10 e parzialmente attivati nell'area PM31.

L'intervento di emungimento/recupero prodotto nell'area del pozzo PIM5 avrà anche l'obiettivo di attenuare la concentrazione di benzene nell'aria interstiziale del primo sottosuolo, che nel rilievo eseguito nel dicembre 2009 è risultata superiore al rispettivo TLV-TWA.

Le pompe total fluid sono idonee per il recupero simultaneo di prodotto ed acqua sotterranea, creando un gradiente idraulico in grado di fare defluire verso il pozzo stesso maggiori quantitativi di prodotto surnatante, senza modificare in modo marcato l'idrodinamica dell'acquifero.

Nei pressi dei pozzi di monitoraggio precedentemente elencati saranno installate le seguenti pompe pneumatiche:

- Area PM31: n. 3 pompe;
- Area PIM5-PIM6-PM10: n. 25 pompe;
- Pozzi di monitoraggio PM23-PM91: n. 2 pompe;
- Pozzi di monitoraggio PM12-PM70: n. 2 pompe;
- Area Sala pompe 5: n. 7 pompe.

Le portate totali di emungimento previste per le batterie di pozzi saranno:

- Area PM31: 60 m<sup>3</sup>/d;
- Area PIM5-PIM6-PM10: 400-600 m<sup>3</sup>/d;
- Pozzi di monitoraggio PM23-PM91: 40 m<sup>3</sup>/d;
- Pozzi di monitoraggio PM12-PM70: 30 m<sup>3</sup>/d;
- Area Sala pompe 5: 90 m<sup>3</sup>/d.



Ulteriori dettagli inerenti gli impianti sono riportati in Appendice 12.

#### **4.3.6 Emungimento in area “sovrappasso interno” e “sovrappasso esterno-pozzi PZ”**

Nell’area sovrappasso, sia all’interno della recinzione fiscale di Stabilimento sia all’esterno, sono attualmente attivi dei sistemi di emungimento delle acque sotterranee/recupero prodotto surnatante mediante pompe total fluid.

In particolare (Figura 2, Tavola 16), nell’area a nord-est del sovrappasso (esterna alla recinzione fiscale) e nell’area a sud-ovest del sovrappasso (interna alla recinzione fiscale), sono presenti complessivamente n. 13 pozzi attrezzati con pompe pneumatiche (n. 8 pozzi del sistema “sovrappasso interno” – PZ11, PZ23, PZ48, PZ19, PZ45, PZ24, PZ47, PZ56 - e n. 5 del sistema “sovrappasso esterno-pozzi PZ” – PZ54, PZ51, PZ49, PZ43, PZ38). Le miscele emunte vengono temporaneamente convogliate e stoccate nei pressi di n. 3 stazioni di accumulo, costituite da serbatoi orizzontali in HDPE. Oltre a tali sistemi sono presenti, nella porzione più ad est del sovrappasso esterno, gli ulteriori sistemi di emungimento denominati “sovrappasso esterno-pozzi PMOL/SVR” (Figure 2 e 3, Tavola 16, n. 14 pozzi, da SVR1 a SVR9, PMOL35, PMOL50, PMOL51, PMOL53, PMOL54) descritti nella Sezione 2 del presente documento.

Le miscele emunte nelle aree a nord-est e sud-ovest del sovrappasso vengono allo stato attuale trasferite dalle stazioni di accumulo all’impianto di trattamento delle acque di stabilimento (TAS). Gli interventi in progetto prevedono l’intercettazione delle tubazioni di convogliamento al TAS ed il successivo invio al futuro impianto di trattamento di acque di falda (TAF), o alle altre modalità di gestione delle miscele emunte in corso di valutazione.

In relazione alla stipula dell’atto di transazione ed alla rielaborazione dell’analisi di rischio, le attività di messa in sicurezza e bonifica in area sovrappasso consisteranno nel proseguimento/integrazione delle attività di emungimento/recupero prodotto surnatante già in atto, in sostituzione delle attività di bioremediation previste in precedenti documenti progettuali.

Ad integrazione degli interventi già attivi nei pressi del sistema “sovrappasso interno” e “sovrappasso esterno-pozzi PZ” si prevede l’installazione di sistemi di emungimento/recupero prodotto nei pressi di alcuni pozzi esistenti, interessati dalla presenza di prodotto surnatante. In totale saranno attrezzati n. 9 pozzi denominati: PZ33, PZ35, PZ36, PZ37, PZ40, PZ50, PZ52, PZ53, PZ55 (Figura 3).

Le miscele emunte dai n. 9 pozzi di emungimento integrativi saranno trasferite ai più vicini serbatoi di accumulo, per essere gestite in modo analogo a quelle derivanti dagli altri pozzi presenti nell’area.

L’ubicazione dei pozzi attrezzati con sistemi di emungimento e dei serbatoi di stoccaggio temporaneo è riportata in Tavola 16.

Ulteriori dettagli sono riportati in Appendice 12.

Le portate complessive di emungimento previste per le batterie di pozzi saranno:

- pozzi del sistema “sovrappasso interno”: 100 m<sup>3</sup>/d;
- pozzi del sistema “sovrappasso esterno-pozzi PZ”: 100 m<sup>3</sup>/d.

#### **4.3.7 Gestione degli effluenti gassosi**

Gli effluenti gassosi degli impianti di SVE saranno trattati secondo le modalità descritte nel seguito prima di essere scaricati in atmosfera. Le emissioni in atmosfera saranno conformi ai limiti previsti dalla normativa vigente in materia.

Lo scarico in atmosfera degli effluenti gassosi dell’impianto di AS/BS-SVE lungo la strada Ovest 4 è successivo al trattamento con sistemi di filtrazione a carboni attivi (un sistema di filtrazione ed un camino per



ciascuno dei n. 6 moduli), con sostituzione periodica degli stessi prima del loro esaurimento. In linea di massima, è prevista una sostituzione annua dei carboni attivi: sulla base dell'evoluzione della qualità dell'aria aspirata dal sottosuolo, per la quale si prevede un progressivo miglioramento, potranno essere effettuate sostituzioni meno frequenti. Il dimensionamento dei sistemi prevede, in linea generale, una quantità di materiale filtrante pari a 1600 kg di carboni per ciascun modulo. Tali quantità possono essere variate nel corso dell'esercizio degli impianti, sulla base degli esiti dei monitoraggi, in modo tale da ottimizzare le attività di sostituzione dei carboni attivi.

Il sistema di AS/BS-SVE lungo la strada Ovest 4 comporta l'esistenza di n. 6 punti di emissione in atmosfera (uno per ciascuno dei moduli impiantistici: modulo 1, modulo 2, modulo 4, modulo 5, modulo 6, modulo pilota ampliato), con una portata di aria emessa da ciascun punto compresa tra 200 Nm<sup>3</sup>/h e 500 Nm<sup>3</sup>/h. Tali punti di emissione sono da considerarsi poco significativi; tuttavia saranno monitorati con cadenza annuale, sulla base dei parametri indicati nella scheda B.7.1 della domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale.

Il sistema di AS/BS-SVE di Valle Impianti sarà dotato, per il trattamento degli effluenti gassosi, di un combustore o di un sistema di filtrazione a carboni attivi (Appendice 12). La progettazione del sistema di trattamento sarà eseguita a seguito della conduzione di specifiche prove di sito, che al momento attuale non è rappresentativo svolgere a causa della presenza residua di prodotto surnatante. La progettazione del sistema di trattamento degli effluenti gassosi sarà quindi presentata in ulteriori documenti progettuali.

Il sistema di AS/BS-SVE di Valle Impianti comporterà l'esistenza o di n. 3 punti di emissione in atmosfera (uno per ciascuno dei moduli impiantistici: modulo V1, modulo V2, modulo V3; in caso di sistema decentrato di filtrazione a carboni attivi), oppure di n. 1 punto di emissione (in caso di combustore catalitico o di sistema centralizzato di filtrazione a carboni attivi): la portata di aria emessa complessivamente dal sistema composto dai tre moduli V1-V2-V3 sarà compresa tra 600 Nm<sup>3</sup>/h e 1500 Nm<sup>3</sup>/h. Tali punti di emissione sono da considerarsi poco significativi rispetto alle emissioni globali di Raffineria; tuttavia saranno monitorati con cadenza annuale, analogamente ai punti di emissione del sistema di AS/BS-SVE lungo la strada Ovest 4. I fumi scaricati in atmosfera a valle dei sistemi di trattamento avranno caratteristiche conformi alle norme vigenti ed in particolare dovranno essere rispettati i seguenti limiti:

- concentrazione massima di benzene: 5 mg/Nmc
- concentrazione massima di NOx: 500 mg/Nmc.

#### **4.3.8 Gestione degli effluenti liquidi**

Quale **ipotesi preliminare**, la Raffineria intende inviare gli effluenti liquidi estratti dai sistemi di messa in sicurezza e bonifica ad un impianto di Trattamento delle Acque di Falda (TAF) dedicato, da realizzarsi ex novo.

Qualora sia perseguita tale ipotesi, si anticipano le seguenti informazioni di massima:

- l'impianto tratterà le acque di falda derivanti dai sistemi di messa in sicurezza e bonifica presenti sia nell'area di Stabilimento, sia nell'area fascio oleodotti-radice portile;
- la portata complessiva di acqua emunta da trattare è prevista in circa 2200 m<sup>3</sup>/giorno; una parte di questa portata (200 m<sup>3</sup>/giorno, proveniente dal sistema di emungimento/recupero prodotto in area Blending) sarà inviata all'attuale impianto TAS di Raffineria: la restante parte (2000 m<sup>3</sup>/giorno) sarà inviata al nuovo impianto TAF che, in via cautelativa sarà eventualmente dimensionato con criterio di flessibilità per portate maggiori, qualora risultasse necessario incrementare nel tempo le portate emunte;
- in relazione alla presenza di prodotto idrocarburico in fase libera nei flussi estratti dal sottosuolo, sarà prevista una sezione preliminare di disoleazione. Il prodotto idrocarburico in fase libera recuperato sarà immesso nel ciclo produttivo di Raffineria;





- in accordo a quanto disposto dal D.Lgs. 152/2006, art. 243, comma 1, l'acqua di falda emunta sarà trattata e scaricata in acque superficiali, nel rispetto dei limiti di emissione previsti per le acque superficiali nel citato decreto; sarà comunque valutata l'ipotesi alternativa di utilizzare l'acqua emunta, a seguito del trattamento in impianto TAF, nel ciclo produttivo, permettendo così un risparmio sullo sfruttamento delle risorse idriche naturali (parte dell'acqua oggi utilizzata in Stabilimento è infatti fornita da pozzi profondi ubicati circa 3-4 km a nord-ovest dello Stabilimento);
- l'area ad oggi individuata per la costruzione dell'impianto TAF è quella indicata in Figura 2 e in Tavola 16.

Per la valutazione della soluzione definitiva di gestione degli effluenti liquidi, la Raffineria si riserva di eseguire, nei prossimi mesi, ulteriori approfondimenti tecnici, volti a valutare se esistano soluzioni alternative al nuovo impianto TAF che, a fronte di un analogo livello di tutela ambientale, offrano maggiori vantaggi in termini di costruzione, occupazione delle aree, gestione e sostenibilità economica.

A seguito di queste valutazioni, saranno comunicati al Ministero dell'Ambiente i documenti progettuali della modalità definitiva individuata per la gestione degli effluenti liquidi, che sarà realizzata previa richiesta alle PP.AA. competenti delle necessarie autorizzazioni.

Nelle more della costruzione del nuovo impianto TAF (o dell'attivazione delle soluzioni alternative in corso di valutazione), le acque e/o le miscele acqua/prodotto emunte saranno inviate in conformità all'autorizzazione esistente (autorizzazione dell'Agenzia Regionale per i Rifiuti e le Acque – Rifiuti e Bonifiche decreto n. 50 del 22/02/2006) all'esistente impianto TAS di Raffineria, secondo le configurazioni impiantistiche già in essere nel corso delle attività di messa in sicurezza di emergenza.

Gli effluenti liquidi saranno conferiti come segue:

- i sistemi in area Valle Impianti conferiranno le miscele emunte al TAS mediante scarico nel pozzetto S109;
- i sistemi presenti in area Blending conferiranno le miscele emunte al TAS mediante scarico nel pozzetto S109;
- i sistemi presenti in area serbatoi zona PIM5-PIM6-PM10 conferiranno le miscele emunte al TAS mediante scarico nel pozzetto S109;
- i sistemi presenti in area PM31, sala pompe 5, PM12, PM70, PM23-PM91, conferiranno le miscele emunte al pozzetto S109: per alcuni di questi sistemi, nelle more di costruzione delle linee di collegamento, si anticipa la possibilità di ricorrere all'utilizzo di contenitori in prossimità dei pozzi, da svuotare periodicamente con autobotti e da conferire al pozzetto S109 collegato al TAS;
- i sistemi presenti in area Sovrappasso interno e Sovrappasso esterno pozzi PZ conferiranno le miscele emunte al TAS.

Si precisa che, nella fase transitoria, la portata complessiva che sarà inviata all'esistente impianto TAS sarà non superiore a 1000 m<sup>3</sup>/giorno, in funzione della potenzialità dell'impianto stesso ed in conformità all'autorizzazione rilasciata dall'Agenzia Regionale per i Rifiuti e le Acque – Rifiuti e Bonifiche decreto n. 50 del 22/02/2006 (tale portata complessiva includerà anche i flussi derivanti dall'area radice pontile-fascio oleodotti). Nella fase transitoria, gli interventi di emungimento/recupero prodotto saranno perlopiù focalizzati su alcune aree prioritarie (es. aree prossime ai confini di proprietà).

I tempi di costruzione ed attivazione del nuovo impianto TAF (o delle soluzioni alternative che saranno individuate), sono stati stimati in circa 3 anni e nove mesi dall'approvazione del presente progetto. Si precisa



però che sarà possibile rispettare tale tempistica solo nel caso in cui le Pubbliche Autorità competenti rilascino le richieste autorizzazioni nei tempi previsti dal diagramma di Gantt in Figura 8 (dell'ordine di un anno dalla richiesta delle stesse).

#### **4.4 Programma di chiusura e ripristino ambientale della discarica di rifiuti inerti**

All'interno dell'area di Stabilimento è presente una discarica autorizzata per rifiuti speciali inerti.

La discarica ha operato a servizio della Raffineria per lo scarico di rifiuti inerti dai primi anni '70 fino al giorno 8 gennaio 2003.

In data 27 marzo 2003 entrava in vigore il D.Lgs. 36/03, inerente la normativa a disciplina delle discariche, che prevedeva la presentazione entro il 27 settembre dello stesso anno di un Piano di Adeguamento, per le discariche in esercizio, o di Chiusura per quelle non in esercizio.

In data 22 settembre 2003, con la comunicazione prot PB/82/AMB, la Raffineria rendeva nota la data di fine dei conferimenti sopra indicata e riportava la riclassificazione della discarica come discarica per rifiuti inerti ai sensi dello stesso decreto. Non avendo ricevuto alcun riscontro dalle autorità competenti, la Raffineria ha presentato un programma di chiusura e ripristino ambientale della discarica in oggetto (Relazione Golder Associates Rel. R50055/R385 "Programma di chiusura e ripristino ambientale", febbraio 2006), che per completezza si riporta in allegato al presente documento (Appendice 13).



## 5.0 PROCEDURA DI INTERVENTO IN CASO DI EVENTUALI SVERSAMENTI ACCIDENTALI FUTURI

Eventuali sversamenti accidentali futuri di sostanze contaminanti, saranno notificati ai sensi della normativa vigente.

A seguito del verificarsi di un evento accidentale che comporti il rilascio sul suolo di sostanze contaminanti, dovranno essere messe in opera le attività di Messa in Sicurezza di Emergenza (MSE), che in linea generale dovranno consistere nell'interruzione della sorgente primaria di contaminazione e nell'adozione delle misure necessarie a:

- impedire l'innesco/sviluppo di incendi;
- contenere la diffusione della contaminazione;
- impedire il contatto con le altre matrici ambientali.

In linea generale, a seguito dell'evento dovranno essere adottate le attività di rimozione della sostanza sversata, mediante aspirazione con mezzi idonei o scarifica e smaltimento del terreno superficiale contaminato.

A seguito delle prime attività di MSE, eventuali stati di contaminazione residui saranno gestiti come segue:

- in caso di eventi che **non comportino la migrazione in falda delle sostanze contaminanti**; saranno adottate, in funzione della tipologia di area interessata dall'evento (accessibilità dell'area ad ulteriori attività di scavo, profondità del livello roccioso, presenza di strutture industriali ecc.), le categorie di intervento previste per le aree di sversamento pregresso (descritte al Paragrafo 4.2.1);
- in caso di eventi che **comportino la migrazione in falda delle sostanze contaminanti**; per quanto concerne la matrice terreno, saranno adottate, in funzione della tipologia di area interessata dall'evento, le categorie di intervento previste per le aree di sversamento pregresso (descritte al Paragrafo 4.2.1). Per la matrice acqua sotterranea, saranno condotte le indagini atte a perimetrare le aree interessate dalla presenza di sostanza contaminante in fase separata (es. prodotto surnatante); successivamente saranno attivati, dove necessario, i sistemi di recupero della sostanza contaminante in fase separata (i fluidi estratti saranno conferiti all'impianto di trattamento TAF previsto nel presente documento, o saranno gestiti secondo le modalità alternative in corso di valutazione).



## 6.0 RIUTILIZZO E RESTITUZIONE AGLI USI LEGITTIMI DELLE AREE

Sulla base degli esiti delle indagini ambientali eseguite, del quadro ambientale aggiornato del sottosuolo e degli esiti della rielaborazione dell'analisi di rischio, sono state individuate le aree per le quali ricorrono, ai sensi di quanto indicato nell'Accordo di Programma, art. 10, comma 6, le condizioni per la restituzione agli usi legittimi delle stesse; sono inoltre state individuate le aree riutilizzabili ai sensi dell'art. 11, comma 5 dell'Accordo di Programma.

Tali valutazioni sono state eseguite sulla base di diversi criteri, descritti nel seguito ed i cui esiti sono rappresentati nelle Tavole 13, 14, 17. La perimetrazione delle aree è stata eseguita sulla base delle indagini eseguite e della ripartizione del sito in poligoni di Thiessen assumendo, in via approssimativa, che il punto di indagine al centro di ciascun poligono sia rappresentativo di tutta l'area perimetrata dal poligono: eventuali informazioni aggiuntive che dovessero emergere nel corso di indagini future (per esempio presso le aree occupate dagli impianti produttivi, a seguito della loro dismissione) potranno determinare una rielaborazione di tali valutazioni.

La Tavola 13 è relativa alla sola matrice terreno insaturo, e rappresenta la suddivisione delle aree di Stabilimento in:

- aree nelle quali le indagini eseguite sui terreni insaturi hanno riscontrato in tutti i campioni prelevati, per tutti i parametri analizzati, **concentrazioni conformi alle CSC** indicate nel D.Lgs. 152/06 (siti ad uso commerciale ed industriale) o conformi ai valori limiti di riferimento normativo vigenti al momento di esecuzione delle indagini;
- aree nelle quali i campioni di terreno prelevati sono **conformi alle CSR** (calcolate con la rielaborazione dell'analisi di rischio sito specifica riportata nel presente documento);
- aree interessate in passato da sversamenti accidentali.

La Tavola 14 è relativa alla sola matrice acqua sotterranea; è basata sugli esiti della campagna generale di monitoraggio delle acque sotterranee eseguita nel periodo maggio-settembre 2009 e rappresenta la suddivisione delle aree di Stabilimento in:

- aree nelle quali, in tutti i campioni prelevati nel maggio-settembre 2009, per tutti i parametri analizzati, sono state rilevate **concentrazioni conformi alle CSC** indicate nel D.Lgs. 152/06;
- aree nelle quali i campioni di acqua sotterranea prelevati presentano **superamenti delle CSC** indicate nel D.Lgs. 152/06 **per sole sostanze che non danno luogo a potenziali fenomeni di volatilizzazione dalla falda** (es. metalli). Per tali aree, in relazione agli interventi di messa in sicurezza e bonifica previsti per le acque sotterranee, non si individuano vie/modalità di esposizione attive tra le sostanze presenti nell'acqua sotterranea (in concentrazioni superiori alle CSC) e gli operatori di Stabilimento;
- aree nelle quali i campioni di acqua sotterranea prelevati presentano **superamenti delle CSC** indicate nel D.Lgs. 152/06 **per sostanze volatili, potenzialmente in grado di determinare un rischio di inalazione** vapori per gli operatori di Stabilimento (es. prodotto surnatante, benzene, composti clorurati). E' stato però verificato, sia sulla base di rilievi di sito (poligoni di Thiessen circostanti i punti PM49, PIM7-PIM8, PZ11-sovrappasso interno, PM40, PMD, PM13, PM31, PM12, PM89-PM90, PI100, S1REV, S4REV, S3REV, FS1, RC1), sia mediante simulazioni basate sui modelli analitici (poligoni di Thiessen circostanti i pozzi PM21, PM124), che **tale via/modalità di esposizione può essere in linea generale trascurata**. In particolare, nelle aree circostanti i pozzi PM49, PIM7-PIM8, PZ11-sovrappasso interno, PM40, PMD, PM13, PM31, PM12, PM89-PM90, PI100, S1REV, S4REV, S3REV, FS1, RC1



sono state condotte specifiche attività di campionamento in sito ed analisi chimica di laboratorio dell'aria interstiziale del primo sottosuolo: gli esiti analitici, riportati in Tabella 3, hanno evidenziato che, per tutte le sostanze analizzate, le concentrazioni delle sostanze contaminanti nell'aria del primo sottosuolo sono in larga parte inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale ed inferiori ai valori di TLV-TWA (per le sostanze per le quali tali valori sono disponibili e sono state misurate concentrazioni non inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale). Si segnala che concentrazioni conformi ai valori di TLV-TWA sono state rilevate anche presso aree interessate dalla presenza di prodotto surnatante (es. PM49, PIM7-PIM8 e PM40 <sup>(9)</sup>), sovrappasso interno-PZ11, PM31, PM12, PI100, S1REV, S4REV, S3REV). L'unica concentrazione rilevata nell'aria interstiziale non conforme ai TLV-TWA è quella del benzene nel punto PIM5 (verosimilmente a causa della presenza di prodotto surnatante in tale punto). Tuttavia, tale concentrazione è rappresentativa dell'aria interstiziale del primo sottosuolo: è lecito assumere che la corrispondente concentrazione di benzene in atmosfera derivante dal sottosuolo, alla quale sono effettivamente esposti gli operatori, sia di alcuni ordini di grandezza inferiore, quindi conforme ai valori di TLV-TWA. Si procederà comunque, in tale punto, ad eseguire ulteriori monitoraggi dell'aria interstiziale, anche per verificare l'evoluzione della qualità dell'aria interstiziale a seguito delle attività di MSE (mediante emungimento/recupero del prodotto) attivate nell'area del PIM5.

La Tavola 17, elaborata a partire dalla sovrapposizione delle aree perimetrare nelle precedenti Tavole 13 e 14, anche sulla base degli esiti dei monitoraggi acque del giugno-agosto 2010, rappresenta le aree riutilizzabili e le aree per le quali ISAB S.r.l. richiede la restituzione agli usi legittimi. In particolare, sono rappresentate:

- a) le aree per le quali ricorrono entrambe le condizioni di cui all'art.10, comma 6 dell'Accordo di Programma, che sono quindi restituibili agli usi legittimi; in alcune aree (prossime ad aree con prodotto surnatante od in cui la falda non è conforme alle CSC), prima dell'effettivo riutilizzo, saranno comunque riverificate le condizioni sito-specifiche di cui all'analisi di rischio, mediante una stima del rischio sanitario-ambientale associato a tutte le vie di esposizione attivabili per gli operatori di Raffineria (vedi Appendice 11);
- b) le aree nelle quali, sulla base di diverse valutazioni eseguite circa il rischio per gli operatori di Stabilimento (qualità del terreno e dell'acqua sotterranea, esistenza di vie/modalità di esposizione attive di inalazione vapori organici dalla falda e valutazione dell'eventuale rischio, prelievo ed analisi chimica dell'aria interstiziale del primo sottosuolo), **sussistono condizioni compatibili con il riutilizzo secondo le condizioni di cui all'art. 11 comma 5 dell'Accordo di Programma <sup>(10)</sup>, per la costruzione di alcune categorie di opere**, alla luce degli interventi di messa in sicurezza e bonifica previste per le acque sotterranee.

Le aree interessate in passato da sversamenti accidentali saranno riutilizzabili solo a seguito dei previsti interventi di bonifica.

Per le aree di cui al precedente punto b) le indagini eseguite evidenziano che:

- i campioni di terreno prelevati nel corso delle diverse fasi di caratterizzazione eseguite sono conformi ai limiti normativi (ovvero conformi alle CSC o alle CSR);
- le acque sotterranee presentano, in linea generale, una soggiacenza superiore ai 9 m dal p.c.: nella sola area prossima al sovrappasso si registrano soggiacenze inferiori, dell'ordine di 4-6 m dal p.c.;
- è stato valutato, anche alla luce delle opere di messa in sicurezza e bonifica previste per le acque sotterranee, che le vie/modalità di esposizione connesse con la presenza di alcune sostanze contaminanti nelle acque sotterranee (inalazione di vapori organici dalla falda) sono trascurabili;

<sup>(9)</sup> Nei pozzi PIM8 e PM40 il rilievo eseguito nel dicembre 2009 non ha individuato la presenza di prodotto surnatante; il prodotto surnatante è stato individuato nei limitrofi pozzo PIM7 e PM53.

<sup>(10)</sup> Nel presente punto si intendono come riutilizzabili, all'interno delle aree indicate in Tavola 17, le porzioni di area che risultano ad oggi libere, non occupate da impianti produttivi o da strutture/infrastrutture di Stabilimento.



per queste ragioni, si ritiene che la costruzione delle seguenti **categorie di opere** non comporti rischi aggiuntivi per la salute dei lavoratori di Stabilimento, per quanto concerne gli aspetti connessi alla qualità ambientale del sottosuolo:

- 1) **impianti, strutture o infrastrutture di tipo industriale e relative pertinenze; edifici adibiti ad ospitare il personale** (es. uffici, sale controllo, sale mensa ecc.): purché siano rispettate le seguenti condizioni:
  - i) siano fuori terra;
  - ii) siano privi di locali interrati adibiti ad ospitare in modo continuativo il personale;
  - iii) non interferiscano con le opere/attività di messa in sicurezza e bonifica previste nel presente documento e non creino pericoli per la pubblica incolumità e per l'ambiente;
  - iv) nel corso dei lavori di costruzione, il rischio sanitario ed ambientale, associato a tutte le vie di esposizione attivate e/o attivabili in relazione alla tipologia di opera, sia compatibile con la sicurezza dei lavoratori;
  - v) in via cautelativa, eventuali edifici destinati ad ospitare in modo continuativo il personale, siano costruiti con tecnologie tali da impedire la possibile intrusione di vapori organici negli ambienti di lavoro (es. edifici su *pilotis*, posa nelle pavimentazioni di barriere al vapore mediante stendimento di idonei teli plastici ecc.);
- 2) **scavi e riempimenti** di entità tale da rimanere oltre i 5 m di distanza dalla profondità media delle acque sotterranee (es. plinti o trincee di fondazione, interrimento di tubazioni, linee, cavi, opere elettrostrumentali, ecc.), eventualmente funzionali alle opere previste al punto precedente, purché siano rispettate le seguenti condizioni:
  - i) nel periodo transitorio dell'esecuzione dei lavori, siano monitorate e garantite le condizioni di sicurezza dei lavoratori, mediante l'adozione degli strumenti previsti dalla normativa vigente in materia di igiene e sicurezza sul lavoro. In particolare, le verifiche inerenti la fase di esecuzione dei lavori dovranno riguardare il rischio sanitario ed ambientale associato a tutte le vie di esposizione attivate e/o attivabili in relazione alla tipologia di opera;
  - ii) non interferiscano con le opere/attività di messa in sicurezza e bonifica previste nel presente documento e non creino pericoli per la pubblica incolumità e per l'ambiente;
  - iii) i terreni di scavo ed i materiali di riempimento siano gestiti nel rispetto della normativa vigente;
  - iv) gli scavi siano riempiti, compattati e livellati fino al raggiungimento della quota del piano campagna originario.

Le aree di cui al precedente punto b) saranno considerate come riutilizzabili per la costruzione delle sopra citate categorie di opere, per le quali sussistono condizioni di cui l'art. 11 comma 5 dell'Accordo di Programma.

Per quanto concerne l'area nella quale la Raffineria intende costruire la **nuova sala controllo** si ritiene, sulla base delle diverse fasi di indagine eseguite (descritte nel precedente Paragrafo 2.2.3), nonché delle valutazioni condotte circa i rischi connessi con la qualità delle acque sotterranee, che sussistano i requisiti tali da permetterne il riutilizzo. Si può infatti considerare quanto segue:

- l'acqua sotterranea nell'area della nuova sala controllo è interessata da superamenti delle CSC per benzene, idrocarburi totali (espressi come n-esano), cloruro di vinile e arsenico; il pozzo PM90, inaccessibile nel corso del rilievo piezometrico del dicembre 2009, è risultato interessato in passato dalla presenza di prodotto surnatante, ed è verosimile ritenere che il prodotto sia tuttora presente;



- tuttavia, sono previsti per l'area in esame specifici interventi di messa in sicurezza e bonifica dell'acqua sotterranea (emungimento/recupero del prodotto surnatante, eventuale ulteriore attivazione di un sistema di Air Sparging-Biosparging e Soil Vapour Extraction);
- in corrispondenza dell'area in esame, è stato prelevato ed analizzato un campione di aria interstiziale del primo sottosuolo (Tabella 3, campione PM89-PM90), che ha evidenziato per tutti i parametri analizzati la conformità ai valori di TLV-TWA (per le sostanze per le quali tali valori sono disponibili e sono state misurate concentrazioni non inferiori ai limiti di rilevanza strumentale). Di conseguenza, si ritiene che il rischio per gli operatori di Stabilimento connesso con la presenza di sostanze contaminanti volatili nell'acqua sotterranea dell'area in esame, che potrebbero essere inalati dagli operatori stessi, sia accettabile;
- la nuova sala controllo appartiene alle categorie di opere sopra specificate, e per la sua costruzione saranno rispettate le condizioni indicate.

Nelle aree in cui la Raffineria intende installare nuovi filtri a sale, costruire un nuovo impianto di recupero condense ed eseguire il revamping dell'impianto 400 si ritiene, sulla base delle indagini eseguite (descritte nel precedente Paragrafi 2.2.4, 2.2.5, 2.2.6), nonché delle valutazioni condotte circa i rischi connessi con la qualità delle acque sotterranee, che sussistano i requisiti tali da permetterne il riutilizzo. Si può infatti considerare quanto segue:

- non si dispone di dati diretti, dal momento che nell'area in esame non sono presenti pozzi di monitoraggio, ma è verosimile presumere che l'acqua sotterranea in tali tre aree sia potenzialmente interessata o dalla presenza di prodotto surnatante o comunque da superamenti delle CSC;
- in corrispondenza delle aree in esame, sono stati prelevati ed analizzati campioni di aria interstiziale del primo sottosuolo (Tabella 3, campioni S1REV, S4REV, S3REV, FS1, RC1), che hanno evidenziato per tutti i parametri analizzati la conformità ai valori di TLV-TWA (per le sostanze per le quali tali valori sono disponibili e sono state misurate concentrazioni non inferiori ai limiti di rilevanza strumentale). Di conseguenza, si ritiene che il rischio per gli operatori di Stabilimento connesso con la presenza di sostanze contaminanti volatili nell'acqua sotterranea dell'area in esame, che potrebbero essere inalati dagli operatori stessi, sia accettabile;
- le nuove opere appartengono alle categorie di opere sopra specificate, e per la loro costruzione saranno rispettate le condizioni indicate.

## **7.0 PIANO DI MONITORAGGIO**

### **7.1 Monitoraggio acque sotterranee**

Il presente paragrafo descrive il protocollo operativo di monitoraggio idrochimico e piezometrico, che sarà ulteriormente concordato con ARPA Sicilia-DAP Siracusa, atto a delineare un quadro che evidenzia la serie storica della qualità delle acque sotterranee e fornire informazioni circa l'efficacia degli interventi proposti.

Il monitoraggio delle acque sotterranee sarà condotto presso la rete di monitoraggio esistente, che al momento attuale è costituita da circa 180 pozzi. Con cadenza annuale, sarà eseguito il monitoraggio secondo le seguenti modalità:

- rilievo del livello piezometrico e dell'eventuale spessore di prodotto surnatante;
- nei pozzi non interessati dalla presenza di prodotto surnatante:
  - spurgo dei pozzi di monitoraggio, con contestuale misurazione in sito di parametri chimico-fisici (concentrazione di ossigeno disciolto, pH, potenziale Red-Ox, conducibilità elettrica);



- campionamento delle acque sotterranee, con esecuzione di analisi chimiche di laboratorio dei seguenti parametri: metalli (Al, Sb, As, Be, Cd, Co, Cr totale, Cr VI, Hg, Pb, Cu, Se, Zn), composti organici aromatici (benzene, etilbenzene, stirene, toluene, p-xilene), idrocarburi totali espressi come n-esano, alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni, alifatici alogenati cancerogeni, fenoli e clorofenoli, ammine aromatiche, PCB, IPA, MtBE, cianuri totali, fluoruri, ammoniaca, piombo tetraetile.

Presso alcune aree interessate dai sistemi di messa in sicurezza e bonifica, saranno eseguite le ulteriori attività di monitoraggio di seguito specificate.

A valle del sistema di AS/BS-SVE ubicato lungo la strada Ovest 4, sono presenti n. 18 pozzi di monitoraggio (BM1-BM13, PM45, PM75, PM78, PMD, PME, PMF) per i quali si propone il monitoraggio periodico secondo le seguenti modalità:

- cadenza quadrimestrale per i primi tre anni: monitoraggio dell'acqua sotterranea mediante rilievo della soggiacenza, esecuzione di Test dello Spazio di Testa (TST) e misurazione delle concentrazioni di ossigeno disciolto;
- per i primi tre anni cadenza quadrimestrale; dal quarto anno in poi, cadenza annuale (dopo circa sei mesi dalla campagna di monitoraggio annuale): spurgo dei pozzi di monitoraggio, con contestuale misurazione in sito di parametri chimico-fisici (concentrazione di ossigeno disciolto, pH, potenziale Red-Ox, conducibilità elettrica) e campionamento delle acque sotterranee, con esecuzione di analisi chimiche di laboratorio dei seguenti parametri: idrocarburi totali (espressi come n-esano), BTEXS, As, alifatici clorurati cancerogeni e non.

Nei seguenti pozzi ubicati lungo il confine lato mare (PM38, PM37, PM36, PM35, PM34, PM33, PM32, PM31, PM24, PM23, PZ10, PZ11, PZ56) sarà condotto con cadenza annuale, dopo circa sei mesi dalla campagna di monitoraggio annuale, un ulteriore campionamento delle acque sotterranee, con esecuzione delle analisi chimiche di laboratorio per i seguenti parametri: idrocarburi totali (espressi come n-esano), BTEXS, As, alifatici clorurati cancerogeni e non.

Nelle aree interessate dai sistemi di emungimento/recupero prodotto, il monitoraggio sarà eseguito mediante rilievo trimestrale degli spessori apparenti di prodotto nei pozzi interessati dall'impianto di recupero: ciascun rilievo dovrà essere eseguito dopo circa 24 ore dallo spegnimento provvisorio dell'impianto di recupero. Con cadenza quindicinale e con gli impianti di emungimento/recupero prodotto in esercizio è previsto, nei pozzi di monitoraggio più rappresentativi delle aree di interesse, il rilievo del livello piezometrico dinamico, atto a prevenirne l'eccessivo abbassamento.

Le modalità di monitoraggio descritte nel presente paragrafo potranno eventualmente essere ridotte, per quanto riguarda periodicità, punti di monitoraggio o parametri di analisi, in funzione della effettiva utilità e livello di dettaglio dei dati raccolti. Per esempio le campagne di monitoraggio potranno essere limitate, previo accordo con gli Enti di Controllo, ad un numero più ristretto di parametri analitici e di pozzi più rappresentativi.

## **7.2 Monitoraggio vapori interstiziali del primo sottosuolo**

Per verificare ulteriormente il percorso di inalazione vapori organici dal terreno insaturo, si propone il seguente programma di monitoraggio:





- **periodo di esecuzione:** dal momento che la campagna di monitoraggio già eseguita è stata condotta nella stagione invernale, si propone di procedere ad una ulteriore campagna durante la stagione estiva;
- **punti di prelievo campioni:** su ciascuna delle aree sorgenti in cui il terreno insaturo è risultato interessato da superamenti delle CSC per sostanze organiche (aree sorgenti SS1, SS2, SP1, SP2, SP3, SP4, SP6) sarà prelevato un campione di aria interstiziale;
- **modalità di prelievo:** sarà perforato un foro, del diametro di alcuni centimetri, fino alle seguenti profondità: 40 cm circa nel caso delle aree sorgenti SS1 e SS2, 80 cm circa nelle aree sorgenti SP1, SP2, SP3, SP4, SP6. Fino al fondo del foro sarà posato un tubo in PVC (diametro circa 1/4") fessurato nel suo tratto di fondo. Dopo aver sigillato con mastice il tratto sommitale tra il tubo e la parete del foro, sarà prelevato dal tubo il campione di aria interstiziale, mediante estrazione a basso flusso e campionamento su fialetta a carboni attivi e/o tedlar bag e/o canister;
- **parametri di analisi:** idrocarburi alifatici (C<sub>5</sub>-C<sub>8</sub>, C<sub>9</sub>-C<sub>12</sub>, C<sub>13</sub>-C<sub>18</sub>, C<sub>19</sub>-C<sub>36</sub>), idrocarburi aromatici (C<sub>9</sub>-C<sub>10</sub>, C<sub>11</sub>-C<sub>22</sub>), BTEXS, IPA;
- **limiti di riferimento:** qualora gli esiti delle analisi chimiche dell'aria interstiziale indichino la conformità ai rispettivi valori di TLV-TWA, sarà confermata l'assunzione che il percorso di inalazione vapori non è attivo: in caso di superamento dei valori di TLV-TWA, gli esiti delle analisi chimiche sui campioni di aria interstiziale saranno riportati alle concentrazioni in aria atmosferica (mediante fattori di conversione o modelli matematici), e saranno confrontati con i valori di TLV-TWA; in caso conformità ai valori di TLV-TWA, sarà confermata l'assunzione che il percorso di inalazione vapori non è attivo.

Il monitoraggio sarà inoltre eseguito, secondo le stesse modalità, anche nelle aree riutilizzabili di cui al Capitolo 6/Tavola 17, in corrispondenza delle aree in cui l'acqua sotterranea presenta concentrazioni di sostanze volatili non conformi alle CSC. L'ubicazione dei punti di indagine sarà concordata con ARPA Sicilia-DAP Siracusa; in linea di massima si propone l'esecuzione degli stessi punti di indagine indicati in Tabella 3.

Il presente programma di monitoraggio sarà eseguito sotto la supervisione di ARPA Sicilia-DAP Siracusa, anche ai fini della validazione dei dati.

### **7.3 Monitoraggio vapori interstiziali del primo sottosuolo zona PIM5**

In corrispondenza del pozzo di monitoraggio PIM5 sarà condotto per i primi tre anni, con cadenza semestrale, il monitoraggio dell'aria interstiziale del primo sottosuolo, per verificarne l'evoluzione della qualità a seguito dell'attivazione dei sistemi di messa in sicurezza e bonifica.

Il campione sarà prelevato ad una profondità di circa 0.8m dal p.c., eventualmente da un apposito punto fisso di prelievo (creato mediante l'installazione di una tubazione infissa nel sottosuolo), e sarà sottoposto all'analisi dei seguenti parametri: idrocarburi alifatici (C<sub>5</sub>-C<sub>8</sub>, C<sub>9</sub>-C<sub>12</sub>, C<sub>13</sub>-C<sub>18</sub>, C<sub>19</sub>-C<sub>36</sub>), idrocarburi aromatici (C<sub>9</sub>-C<sub>10</sub>, C<sub>11</sub>-C<sub>22</sub>), BTEXS.

Gli esiti delle analisi chimiche sui campioni di aria interstiziale saranno riportati alle concentrazioni in aria atmosferica mediante fattori di conversione o modelli matematici, e saranno confrontati con i valori di TLV-TWA. In caso di superamento dei valori di TLV-TWA, sarà prelevato un ulteriore campione di aria atmosferica (prelevato in prossimità del pozzo PIM5, ad un'altezza di circa 1.5 m dal p.c.), da sottoporre all'analisi degli stessi parametri. In caso di superamento dei valori di TLV-TWA nel campione di aria atmosferica, saranno valutate le necessarie misure correttive (es. utilizzo di DPI per gli operatori che dovranno lavorare nell'area in esame, interventi di capping o aspirazione vapori del primo sottosuolo, ecc.).



## 7.4 Monitoraggio composti clorurati in area valle impianti

Con riferimento a quanto indicato al Paragrafo 2.3.4, la presenza nell'acqua sotterranea di composti clorurati sarà sottoposta al seguente programma di monitoraggio:

- acqua sotterranea: con cadenza quadrimestrale per i primi tre anni, annuale dal quarto anno in poi: spurgo e campionamento dell'acqua dei pozzi P1, P2, P3, P4, con esecuzione delle analisi chimiche di laboratorio per i seguenti parametri: alifatici clorurati cancerogeni e non, idrocarburi totali (espressi come n-esano), BTEXS, As;
- aria interstiziale del primo sottosuolo: con cadenza quadrimestrale per i primi tre anni, annuale dal quarto anno in poi: per verificare l'esposizione dei lavoratori ad eventuali fenomeni di volatilizzazione dalla falda dei composti clorurati, sarà condotto il monitoraggio dell'aria interstiziale del primo sottosuolo secondo le seguenti modalità:
  - prelievo di campioni di aria interstiziale in prossimità dei pozzi P1, P2, P3, P4. I campioni saranno prelevati ad una profondità di circa 0.8m dal p.c., eventualmente da un apposito punto fisso di prelievo (creato mediante l'installazione di una tubazione infissa nel sottosuolo);
  - analisi chimica di laboratorio dei composti alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni. Gli esiti delle analisi chimiche sui campioni di aria interstiziale saranno riportati alle concentrazioni in aria atmosferica mediante fattori di conversione o modelli matematici, e saranno confrontati con i valori di TLV-TWA.

## 7.5 Monitoraggio esposizione dei lavoratori

Il monitoraggio dell'esposizione dei lavoratori alle attività di messa in sicurezza e bonifica sarà condotto mediante specifici rilievi di sito da concordare con le Autorità locali di controllo.

Si precisa che in Raffineria vengono già condotti specifici monitoraggi atti a valutare l'esposizione professionale ad agenti chimici dei lavoratori. Per esempio, con riferimento ai campionamenti eseguiti nell'aprile-maggio 2009, si riportano le seguenti informazioni estratte dal documento ISAB - Raffineria ISAB Impianti Sud "VALUTAZIONE DEI RISCHI CONNESSI ALL'UTILIZZO DI AGENTI CHIMICI AI SENSI DEL TITOLO IX, CAPO I DEL D. LGS. 81/08 E S.M.I - Allegato al Documento di Valutazione dei Rischi - Sezione IV.4-Risultati analisi di rischio", Rev. 2 del novembre 2009:

- i campionamenti personali TLV-TWA indicano che tutti i valori di BTEX, VOC, PENTANI, IPA, MTBE, 1,3-BUTADIENE, METANOLO sono risultati inferiori ai valori limite stabiliti per gli ambienti di lavoro all'American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) nel Chemical Hygiene Plan 2008 e inferiori a I per le esposizioni combinate (Art. 223 Comma 3 del D. Lgs. 81/08 e s.m.i.). Tutti i valori di esposizione, inoltre, sono risultati inferiori ad 1/10 dei valori limite TLV-TWA e spesso si sono attestati a valori inferiori al limite di rilevabilità del metodo di campionamento ed analisi;
- i campionamenti fissi (interno impianti e perimetro Raffineria) indicano che tutti i valori di BTEX, VOC, PENTANI, IPA, MTBE, 1,3-BUTADIENE, METANOLO e METALLI (Pb, Ni, V, Cd, Co) rientrano ampiamente nei limiti stabiliti per gli ambienti di lavoro dall'ACGIH nel Chemical Hygiene Plan 2008.

## 7.6 Monitoraggio e manutenzione impianti

Per tutti gli impianti che saranno installati, saranno verificati con cadenza almeno mensile i relativi parametri di funzionamento. In particolare, i parametri oggetto di monitoraggio saranno i seguenti:



***impianti di AS/BS-SVE:***

- portate e pressioni di aria iniettata nell'acqua sotterranea da ciascun pozzo di iniezione;
- portate e depressioni di aria estratta dal sottosuolo presso ciascun pozzo di aspirazione;
- concentrazione, nei flussi di aria aspirati da ciascun pozzo degli impianti di SVE, di VOC, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>;

***impianti di emungimento/recupero prodotto:***

- portate di miscela acqua/prodotto emunte da ciascun pozzo e relative pressioni di mandata;
- pressioni di mandata dell'aria compressa alle pompe pneumatiche;
- volume progressivo di miscela acqua/prodotto emunta;
- quantificazione della percentuale di prodotto nelle miscele emunte.

Le periodicità di verifica dei sopracitati parametri potranno essere variate nel corso dello svolgimento delle attività.

Sarà condotta una verifica dei parametri di processo rilevati, che potranno eventualmente essere modificati sulla base degli esiti dei monitoraggi ambientali. Le modifiche dei parametri di processo avranno l'obiettivo di ottimizzare l'efficienza degli interventi in relazione alle modificazioni dello stato ambientale che avranno luogo nel corso delle attività.

Le attività di manutenzione prevedono quanto segue:

- manutenzione periodica delle macchine che saranno installate nei diversi impianti (compressori, pompe aspiranti/soffianti, pompe pneumatiche/elettrosommerse, eventuale combustore ecc.) secondo le specifiche delle case costruttrici;
- verifica settimanale dell'integrità delle strutture impiantistiche e della tenuta delle tubazioni e dei raccordi;
- verifica quindicinale del corretto funzionamento degli impianti, in termini soprattutto di conformità ai parametri di processo che saranno ritenuti idonei, con esecuzione delle azioni correttive quando necessario;
- verifica mensile del corretto funzionamento dei sistemi di alimentazione, di controllo e di sicurezza degli impianti installati, tra cui si cita in particolare quanto segue:
  - quadri elettrici e di controllo;
  - impianti di SVE: dispositivi di attivazione/disattivazione pompa di scarico condensa dai decantatori, blocco soffiante per altissimo livello nei decantatori, valvole rompivuoto, valvole di sicurezza, vacuostati;
  - impianti di AS/BS: scaricatori automatici di condensa, valvole di sicurezza, blocco iniezione in caso di malfunzionamento impianto di SVE;
- sostituzione periodica dei carboni attivi agli impianti di AS/BS-SVE, sulla base delle tempistiche che saranno individuate in relazione ai rilievi di sito ed alle relative elaborazioni;
- interventi di manutenzione o sostituzione in caso di malfunzionamenti di alcune parti.



**SEZIONE 2**  
**AREA FASCIO OLEODOTTI-RADICE PONTILE**



## 8.0 QUADRO AMBIENTALE DI SINTESI

### 8.1 Sintesi del quadro geologico e idrogeologico

#### 8.1.1 Inquadramento territoriale e geomorfologico

L'area in esame (fascio oleodotti - radice pontile) è ubicata lungo la costa ionica nel tratto compreso tra la località Marina di Melilli (a nord) e la località Stazione Targia (a sud) (Figura 1).

Dal punto di vista topografico, l'area rientra nella tavoletta "Belvedere" (F. 274, II NW, scala 1:25.000).

A scala regionale, la morfologia del territorio comprende zone montuose e collinari (Monti Climiti) a WSW e zone prevalentemente pianeggianti in prossimità della fascia costiera, a ENE. Il settore collinare è caratterizzato da rilievi poco accentuati (quota massima dell'ordine di 500 m s.l.m.) e con pendenza piuttosto modesta. La sommità dei rilievi è generalmente subpianeggiante ed è caratterizzata da una morfologia tabulare a gradini solcata da scarpate e valloni orientati in direzione NE-SW e E-W e da scarpate orientate in direzione NW-SE. Nell'intorno dell'area di interesse, spostandosi da N verso S, sono presenti i valloni: Cava Salerno, Vallone Picci e Mura di Dionisio.

Il reticolo idrografico è costituito da una serie di brevi corsi d'acqua a regime torrentizio, con bacini imbriferi scarsamente gerarchizzati.

L'andamento dei corsi d'acqua è sub-ortogonale rispetto alla linea di costa e spesso coincide con lineamenti tettonici orientati in direzione ENE-WSW e E-W. In generale l'andamento dei corsi d'acqua sembra suggerire un forte controllo strutturale sulla rete idrografica.

A scala locale, l'area di interesse presenta una morfologia sub-pianeggiante, debolmente inclinata verso NE, con quote comprese fra 20 e 0 m s.l.m..

#### 8.1.2 Assetto geologico dell'area di interesse

Nell'area di interesse, ubicata lungo la fascia litorale, sono presenti le calcareniti e le sabbie calcarenitiche della Panchina.

La sequenza litostratigrafia locale, ricavata sulla base delle stratigrafie dei sondaggi effettuati nell'area, è costituita da un livello di calcareniti organogene debolmente cementate di colore giallo bruno che si estende al di sotto del terreno di riporto fino a 15 m dal p.c. (massima profondità raggiunta nel corso delle indagini). Sono presenti localmente livelli di spessore metrico di marne poco cementate e livelli di sabbie con ghiaia.

Nell'area in esame si rileva la presenza di una falda acquifera superficiale libera, impostata nel complesso sabbioso-calcarenitico, la cui soggiacenza risulta compresa tra 0,8 m e 8,5 m circa dal p.c..

## 8.2 Terreni

### 8.2.1 Sintesi delle diverse fasi di caratterizzazione eseguite

Nell'area in esame sono state condotte, per la matrice terreno, diverse attività di indagine ambientale: i punti di indagine eseguiti sono riassunti nella Tabella 5 e rappresentati nella Tavola 1.

Le principali fasi di indagine eseguite sui terreni sono le seguenti:

- maggio 2002-giugno 2003: indagini di caratterizzazione nell'area interessata dallo sversamento accidentale di acqua di zavorra dell'aprile 2002 (Area PMP: pozzetti esplorativi PZA-PZD, sondaggi/pozzi PMP1-PMP4);



- gennaio-maggio 2004: indagini del piano di caratterizzazione, eseguite sulla base del programma di caratterizzazione (Rel. Golder T20033/5117 "Programma di caratterizzazione area pontile e fascio oleodotti", luglio 2003), ritenuto approvabile con prescrizioni dalla Conferenza di Servizi del 06/11/2003. Tali indagini hanno interessato tutta l'area fascio oleodotti-radice pontile, ed hanno comportato la perforazione di n. 38 sondaggi, attrezzati a pozzi di monitoraggio (PMOL1-PMOL38);
- aprile 2005: indagini integrative al piano di caratterizzazione, sulla base di quanto richiesto dalla Conferenza di Servizi del 28/02/2005 (sondaggi/pozzi da PMOL39 e PMOL54: gli esiti di questa fase di indagine sono stati comunicati alle PP.AA. con lettera ERG Prot. PB/13/AMB del 13/01/2006).

In Appendice 14 si riportano le stratigrafie dei sondaggi/pozzi di monitoraggio eseguiti.

In Appendice 15 si riportano i certificati analitici di laboratorio dei campioni di terreno prelevati.

Le indagini del piano di caratterizzazione del gennaio-maggio 2004 sono state validate dal DAP Siracusa con lettera Prot. N. 6228/SR del 03/10/2006 (Appendice 25).

Per quanto concerne le indagini integrative dell'aprile 2005, si precisa quanto segue:

- i campioni di terreno sono stati prelevati secondo le modalità indicate nel "Protocollo generale per l'esecuzione degli interventi di caratterizzazione nelle aree del sito di interesse nazionale di Priolo Gargallo – Siracusa", redatto da ANPA, ARPA Sicilia-DAP Siracusa e Provincia Regionale di Siracusa (marzo 2002), con particolare riferimento alle procedure inerenti la formazione dei campioni per l'analisi dei composti organici volatili. A causa della natura rocciosa del sottosuolo, non è stato possibile l'utilizzo della fustella interna di contenimento;
- il set di parametri ricercati nei campioni di terreno è uguale a quello delle indagini del piano di caratterizzazione del gennaio-maggio 2004, in conformità al set analitico ritenuto approvabile con prescrizioni dalla Conferenza di Servizi del 06/11/2003;
- come indicato nella dichiarazione del laboratorio analitico (Appendice 16), le analisi delle sostanze volatili sono state eseguite sul campione tal quale non essiccato e non sottoposto al vaglio di 2 mm;
- in Tabella 6 sono indicati i limiti di rilevabilità e le metodiche analitiche adottate nell'analisi dei campioni di terreno. I limiti di rilevabilità adottati sono almeno 10 volte inferiori ai limiti previsti dalla normativa vigente.

Nella Tabella 7 sono riportati gli esiti dei rilievi topografici, che hanno permesso di georeferenziare i punti di indagine del terreno.

## 8.2.2 Esiti indagini integrative top soil

In ottemperanza a quanto richiesto dalle Conferenze di Servizi del 28/02/2005 e del 16/02/2007, sono state condotte specifiche indagini di approfondimento sui campioni di top soil (primi 10 cm di suolo).

Le indagini sono state eseguite dall'ATI Paradivi Servizi S.r.l. - TESECO S.p.A. per conto della Raffineria, nel periodo luglio 2008-giugno 2009. Gli esiti delle indagini in oggetto sono riportati in Appendice 17 (i documenti riportati sono stati redatti dall'ATI Paradivi Servizi S.r.l. - TESECO S.p.A.).

Le indagini sono state eseguite in due fasi temporali:

- **fase 1** di indagine (luglio 2008): in ottemperanza alle prescrizioni ricevute, sono stati prelevati n. 17 campioni di top soil secondo il seguente criterio: n. 5 campioni nel tratto prospiciente l'area ex Eternit (PMOL15, PMOL16, PMOL17, PMOL18, PMOL19); n. 12 campioni dislocati lungo la restante parte dell'area (pari al 20% dei n. 58 sondaggi eseguiti lungo il fascio oleodotti-radice pontile: PMOL45, PMOL13, PMOL10, PMOL23, PMOL25, PMOL03, PMOL28, PMOL43, PMOL21, PMOL50, PMOL32, PMOL34). I campioni sono stati sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio per i seguenti parametri:



amianto, PCDD/PCDF, PCB dioxin like. L'esame della tabella riportata in Appendice 17 permette di osservare che, in quasi tutti i campioni prelevati, le concentrazioni sono risultate conformi alle rispettive CSC. L'unica non conformità è stata rilevata nel campione PMOL17, non conforme alle CSC per il parametro amianto. Questo superamento sembra anomalo, dal momento che tutti i restanti campioni di top soil, prelevati sia lungo il fascio oleodotti sia in area di Stabilimento, sono risultati conformi alle CSC per l'amianto: di conseguenza, sembra ragionevole correlare tale superamento non con le attività produttive di Raffineria, quanto invece alla presenza, a poche decine di metri di distanza dal punto di prelievo, dell'area ex Eternit;

- **fase 2** di indagine (giugno 2009): a seguito del rinvenimento del superamento della CSC per l'amianto nel campione PMOL17, prospiciente l'area ex Eternit, è stata concordata con il DAP Siracusa l'esecuzione di alcune indagini integrative nell'intorno di tale punto. In particolare, sono stati prelevati n. 5 campioni ulteriori di top soil nell'intorno del punto PMOL17, sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio per il parametro amianto. L'esame della tabella riportata in Appendice 17, permette di osservare che in tutti i n.5 campioni prelevati, le concentrazioni di amianto sono risultate conformi alla CSC.

Alla luce delle indagini di approfondimento eseguite, nonché della possibilità di correlare ragionevolmente la presenza di amianto nel PMOL17 alla limitrofa area ex Eternit, non si ritiene necessario procedere con l'analisi del parametro amianto nei restanti campioni di terreno prelevati lungo il fascio oleodotti.

In Appendice 17 si riportano i verbali di sopralluogo e campionamento da parte dei tecnici dell'ARPA Sicilia-DAP Siracusa.

### **8.2.3 Mappatura qualità ambientale terreni**

Sulla base dei risultati delle analisi chimiche dei campioni prelevati, sono stati rappresentati in Tavola 18 i punti in cui il terreno insaturo presenta anomalie di concentrazione.

## **8.3 Acque sotterranee**

I pozzi di monitoraggio dell'acqua sotterranea, presenti nell'area fascio oleodotti-radice pontile, sono riassunti nella Tabella 5 e rappresentati nella Tavola 4.

Nella Tabella 7 sono riportati gli esiti dei rilievi topografici, che hanno permesso di georeferenziare i punti di monitoraggio dell'acqua sotterranea.

### **8.3.1 Rilievo piezometrico**

In Appendice 18 si riportano gli esiti del rilievo piezometrico eseguito dall'ATI Paradivi Servizi S.r.l. - TESECO S.p.A. per conto della Raffineria, nel gennaio 2010.

Sulla base degli esiti di tale rilievo, sono state elaborate le linee isopiezometriche rappresentate in Tavola 19.



### **8.3.2 Aggiornamento sulla qualità ambientale delle acque sotterranee**

Sulla base del rilievo piezometrico eseguito nel gennaio 2010 (Appendice 18), sono state rappresentate nella Tavola 20 le aree interessate dalla presenza di prodotto surnatante <sup>(11)</sup>: in merito si può osservare quanto segue:

- nelle Aree PMP e radice pontile, si rileva la presenza di prodotto surnatante in spessori apparenti analoghi a quelli rilevati negli anni precedenti;
- si rileva la presenza di prodotto surnatante nel pozzo PMOL8. Come indicato nel seguito, in tale area sarà attivato un sistema di emungimento e recupero del prodotto surnatante.

In Appendice 19 sono riportati gli esiti dei monitoraggi delle acque sotterranee, eseguiti nel periodo compreso tra luglio e settembre 2009 dall'ATI Paradivi Servizi S.r.l. - TESECO S.p.A., per conto della Raffineria (le tabelle sono state estratte dai documenti redatti dall'ATI Paradivi Servizi S.r.l. - TESECO S.p.A., Rel. 09\_713/32 Ottobre 2009). Un commento agli esiti delle analisi chimiche è riportato nel paragrafo successivo relativo alle mappature di contaminazione. I certificati analitici di laboratorio sono riportati in Appendice 20.

In Appendice 19bis si riportano gli esiti dei monitoraggi delle acque sotterranee, eseguiti nel periodo giugno-luglio 2010 dall'ATI Paradivi Servizi S.r.l. - TESECO S.p.A., per conto della Raffineria (le tabelle sono state estratte dai documenti redatti dall'ATI Paradivi Servizi S.r.l. - TESECO S.p.A., Commessa 10\_707 del luglio 2010). Tale campagna è stata condotta su un numero ristretto di pozzi rappresentativi, ed è stata supervisionata dal DAP Siracusa anche ai fini della validazione dei dati. I certificati analitici di laboratorio sono riportati in Appendice 20bis. Un commento agli esiti delle analisi chimiche è riportato nel paragrafo successivo relativo alle mappature di contaminazione.

### **8.3.3 Mappatura qualità ambientale acque sotterranee**

Sulla base degli esiti della campagna generale di monitoraggio eseguita nel periodo luglio-settembre 2009 (Appendice 19), sono state elaborate le Tavole 20-23, che riportano la mappatura delle sostanze per le quali sono stati rilevati superamenti delle CSC (indicate nel D.Lgs. 152/06). Si segnala che tali mappature sono state ottenute per interpolazione dei dati (puntuali) rilevati nei pozzi di monitoraggio; devono quindi essere ritenute come indicative.

L'esame degli esiti delle analisi chimiche di laboratorio e delle Tavole 20-23 permette di osservare quanto segue:

- la distribuzione delle aree interessate dalla presenza di superamenti delle CSC per parametri associabili agli idrocarburi (prodotto surnatante, idrocarburi totali espressi come n-esano/BTEX), è in linea di massima analoga a quella rilevata nel corso di precedenti campagne: le aree più impattate sono le aree "radice pontile", "PMP", "CM16" e "sovrappasso", nelle quali sono stati attivati i sistemi di MSE mediante emungimento (descritti nel seguito). Rispetto alle precedenti campagne, si assiste ad un miglioramento della qualità ambientale nella zona sovrappasso (verosimilmente associato alle attività di emungimento in atto), ad un peggioramento nella zona del pozzo PMOL8, interessato dalla presenza di prodotto surnatante;

<sup>(11)</sup> Si segnala che la mappatura delle aree interessate dalla presenza di prodotto surnatante è stata ottenuta per interpolazione dei dati (puntuali) rilevati nei pozzi di monitoraggio; deve quindi essere ritenuta come indicativa.





- per quanto riguarda i metalli (Tavola 22), le aree interessate da superamenti della CSC per l'arsenico sono correlate alle zone maggiormente interessate dalla presenza di idrocarburi. Questo tipo di distribuzione è conseguenza dei fenomeni, comuni nei siti contaminati da idrocarburi, di biodegradazione dei composti organici, che generano un'alterazione delle condizioni chimico-fisiche delle condizioni naturali del sottosuolo, favorendo la conseguente dissoluzione dell'arsenico (ma anche di altri metalli) presenti nel sottosuolo;
- in alcuni pozzi si registra la presenza di superamenti delle CSC per cromo totale/cromo VI, in analogia a quanto rilevato nel monitoraggio dell'aprile 2004. Per tali superamenti, relativi a contaminanti che non fanno parte dei cicli produttivi della Raffineria, non è nota la possibile sorgente di contaminazione;
- sono presenti superamenti delle CSC per alcuni composti clorurati, soprattutto in prossimità dell'area sovrappasso. La presenza di tali superamenti è anomala, in relazione alle tipologie di sostanze presenti nel ciclo produttivo di Raffineria; dovrà pertanto essere verificata con ulteriori campionamenti.

Sulla base degli esiti della campagna di monitoraggio eseguita nel periodo giugno-luglio 2010, sono state elaborate le Tavole 20A, 21A, 22A, 23A, che riportano la mappatura delle sostanze per le quali sono stati rilevati superamenti delle CSC (indicate nel D.Lgs. 152/06). Seppure tale campagna sia stata eseguita su un numero ristretto di pozzi rappresentativi, se ne deduce un quadro ambientale delle acque sotterranee in linea generale analogo a quello rilevato nel corso della campagna di campionamento eseguita, sulla quasi totalità dei pozzi, nell'anno 2009.

### **8.3.4 Ulteriori informazioni circa le Aree PMP e radice pontile**

Nell'Area PMP, si ricorda che la presenza di idrocarburi nei terreni e nelle acque sotterranee è conseguenza di uno sversamento accidentale di acqua di zavorra, occorso nell'aprile 2002 da un foro creatosi in una tubazione interrata del fascio oleodotti. Il foro in oggetto, avente una apertura di circa 3mm, è verosimilmente stato causato da fenomeni di corrosione della tubazione.

Si riportano in Appendice 21 i risultati analitici dei campioni di terreno prelevati dai pozzetti esplorativi PZA, PZB, PZC, PZD e dai sondaggi PMP1, PMP2, PMP3, PMP4 (nella precedente Appendice 15 sono riportati i certificati analitici di laboratorio).

Nell'area radice pontile, si ricorda che la sorgente primaria di contaminazione è stata individuata nel fondo della vasca di ispezione oleodotti, nel suo tratto terminale (lato Siracusa). Tale sorgente primaria di contaminazione è stata interrotta mediante l'esecuzione di attività di manutenzione, che hanno previsto l'impermeabilizzazione del tratto di vasca in esame. Si riporta in Appendice 22 un documento tecnico che descrive le modalità di esecuzione dell'impermeabilizzazione.

Si segnala che la vasca di ispezione è generalmente vuota.



## **9.0 AGGIORNAMENTO DELL'ANALISI DI RISCHIO**

Per quanto concerne i superamenti delle CSC individuati, è stata elaborata l'analisi di rischio sito specifica ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., in conformità ai "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati" revisione 2, marzo 2008, redatti da APAT, ora ISPRA.

L'analisi di rischio condotta è riportata in dettaglio in Appendice 23.

### **9.1 Considerazioni di sintesi in merito alle procedure dell'analisi di rischio**

In relazione alla stipula da parte di ISAB S.r.l. dell'atto di transazione, nonché agli interventi di emungimento delle acque sotterranee previsti nel presente documento nell'area fascio oleodotti-radice pontile, l'analisi di rischio è stata essenzialmente focalizzata sulla matrice terreno.

Sulla base delle indagini ambientali eseguite, sono state individuate le aree sorgenti interessate da superamenti delle CSC, e sono state definite le rispettive CSR in relazione alle vie e modalità di esposizione attive.

Sono state considerate per il terreno superficiale (profondità 0-1 m dal p.c.) le vie e modalità di esposizione connesse con l'ingestione/contatto dermico e l'inalazione di polveri.

La via/modalità di esposizione legata all'inalazione di vapori organici dal terreno è stata verificata sia in modalità diretta (mediante simulazioni basate sui modelli matematici tipici della procedura di analisi di rischio), sia con specifici rilievi di sito, mediante il prelievo di campioni di aria interstiziale del primo sottosuolo e l'analisi chimica di laboratorio.

I recettori della contaminazione che sono stati assunti, in considerazione dell'uso industriale dell'area, sono i lavoratori in sito.

L'analisi di rischio per la matrice terreno ha preso in considerazione anche l'Area PMP, interessata nell'aprile 2002 da uno sversamento accidentale di acqua di zavorra.

L'analisi di rischio ha inoltre considerato il percorso di lisciviazione, ma per le stesse ragioni evidenziate nel Paragrafo 3.1, questo non è stato considerato ai fini del calcolo delle CSR per i terreni insaturi, anche in considerazione delle attività di bonifica previste nell'ambito della transazione.

Alla luce delle seguenti considerazioni, ovvero che:

- l'Accordo di Programma, in relazione alla stipula dell'atto di transazione, prevede specifici interventi di messa in sicurezza e bonifica delle acque sotterranee, che saranno progettati, realizzati e gestiti dalla parte pubblica;
- si considerano come obiettivi di bonifica per le acque sotterranee le CSC al confine del sito;
- ISAB S.r.l. adotterà ulteriori interventi di messa in sicurezza e bonifica delle acque sotterranee, mediante le opere descritte nel presente documento,

l'analisi di rischio dei terreni ha considerato le vie e modalità di esposizione connesse con l'ingestione/contatto dermico, l'inalazione di polveri e l'inalazione di vapori organici dal sottosuolo.

In accordo a quanto indicato nei citati criteri metodologici circa l'individuazione delle sorgenti secondarie di contaminazione, ed assumendo che gli interventi sul terreno saturo e di frangia capillare siano contestuali agli interventi di messa in sicurezza e bonifica sull'acqua sotterranea, l'analisi di rischio non ha considerato le non conformità alle CSC rilevate nei campioni prelevati dai livelli di terreno saturo o dalla zona di oscillazione del livello piezometrico.



Come sarà meglio descritto nel seguito, per la sola verifica delle condizioni di sicurezza compatibili con il riutilizzo delle aree, sono state effettuate alcune valutazioni sui rischi connessi alla presenza di alcune sostanze contaminanti nell'acqua sotterranea. In particolare, è stata considerata la via/modalità di esposizione legata all'inalazione di vapori organici dall'acqua sotterranea, da parte dei lavoratori. Tali valutazioni sono state basate sugli esiti della campagna di monitoraggio delle acque sotterranee eseguita nel luglio-settembre 2009, e sono state eseguite a partire da dati sito specifici derivanti da rilievi dei gas interstiziali eseguiti in sito.

## 9.2 Considerazioni di sintesi in merito agli esiti dell'analisi di rischio

Per quanto concerne la matrice **terreno insaturo**, nelle diverse sorgenti di contaminazione individuate con le indagini eseguite, le concentrazioni presenti in sito sono conformi alle CSR individuate. Non sono pertanto necessari specifici interventi di bonifica per la matrice terreno insaturo (a meno della rimozione del terreno superficiale contenente amianto in prossimità del sondaggio PMOL17).

Tuttavia, nell'Area PMP sarà comunque attivato un impianto di SVE per attenuare le concentrazioni di idrocarburi nel terreno insaturo.

Per quanto concerne il percorso di inalazione vapori organici dal terreno insaturo, le simulazioni eseguite in modalità diretta hanno evidenziato, in alcune aree sorgenti, la presenza di potenziali rischi non accettabili per gli operatori di Stabilimento. Tuttavia, è noto che tali simulazioni si basano su modelli che spesso restituiscono risultati estremamente conservativi. Si è pertanto proceduto a verificare tale percorso mediante il rilievo di dati maggiormente sito-specifici, ovvero mediante il prelievo di campioni di aria interstiziale del primo sottosuolo e la successiva analisi chimica di laboratorio. Gli esiti analitici, riportati in Tabella 3, hanno evidenziato che, per tutte le sostanze analizzate, le concentrazioni delle sostanze contaminanti nell'aria del primo sottosuolo sono in larga parte inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale ed inferiori ai valori di TLV-TWA (per le sostanze per le quali tali valori sono disponibili e sono state misurate concentrazioni non inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale). Il percorso di inalazione vapori organici dal terreno insaturo non è quindi stato considerato come attivo.

Nel seguito è proposta una attività di monitoraggio dei vapori interstiziali, da eseguirsi in accordo e sotto la supervisione degli Enti di Controllo, atte a verificare ulteriormente la qualità dell'aria interstiziale del primo sottosuolo (Paragrafo 13.3).

Per quanto concerne la matrice **acqua sotterranea**, sono state eseguite alcune valutazioni ai soli fini del riutilizzo delle aree. In diverse aree (Tavole 24-25, poligoni di Thiessen circostanti i pozzi PMOL51, PMOL49, PMP3, PMOL38) sono state condotte specifiche attività di campionamento in sito ed analisi chimica di laboratorio dell'aria interstiziale del primo sottosuolo <sup>(12)</sup>. Gli esiti analitici, riportati in Tabella 3, hanno evidenziato che, per tutte le sostanze analizzate, le concentrazioni delle sostanze contaminanti nell'aria del primo sottosuolo sono in larga parte inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale ed inferiori ai valori di TLV-TWA (per le sostanze per le quali tali valori sono disponibili e sono state misurate concentrazioni non inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale). Per queste ragioni, si ritiene che possa essere trascurata la via/modalità di esposizione connessa con l'inalazione di vapori organici dalla falda.

<sup>(12)</sup> I campioni sono stati prelevati ad una profondità di 0,5-1 m dal piano campagna, in prossimità dei pozzi di monitoraggio citati nella denominazione del campione di aria interstiziale. Laddove possibile, a vantaggio della cautelatività, i campioni sono stati presi al disotto di aree pavimentate (dove è molto ridotta la naturale miscelazione dell'aria interstiziale del primo sottosuolo con l'aria atmosferica). Le attività di campionamento sono state eseguite dal laboratorio Chelab di Resana (TV), mediante strumentazione idonea all'ottenimento di limiti di rilevabilità strumentale, indicati in Tabella 3, molto accurati.



## **10.0 DEFINIZIONE E DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA E BONIFICA**

### **10.1 Criteri di intervento ed obiettivi**

Per quanto concerne criteri di intervento ed obiettivi relativi all'area fascio oleodotti-radice pontile, si rimanda a quanto già indicato nel Capitolo 4.

### **10.2 Terreni**

#### **10.2.1 Sistema di Soil Vapour Extraction (SVE) in Area PMP**

In corrispondenza dell'Area PMP (zona dei pozzi PMP1÷PMP4), si è verificato nell'aprile 2002 uno sversamento accidentale di acqua di zavorra che ha interessato il terreno insaturo e l'acqua sotterranea.

Sebbene nell'area in esame non si verifichi il superamento delle CSR, sarà comunque eseguito, per attenuare le concentrazioni di idrocarburi nel terreno insaturo, un intervento mediante Soil Vapour Extraction (SVE) per il trattamento del terreno insaturo (per l'acqua sotterranea sono già in atto gli interventi di emungimento descritti nel seguito).

Il sistema di SVE prevede la realizzazione di n. 4 nuovi pozzi di aspirazione (Figura 2, Figura 5), aventi diametro di perforazione di circa 200 mm, da attrezzare a pozzo con tubi piezometrici (in polietilene o PVC) del diametro di 4". La profondità di ciascun pozzo sarà tale da interessare l'intera porzione di terreno insaturo.

I pozzi esistenti PMP1, PMP2 e PMP3 saranno anch'essi collegati all'impianto di SVE. In totale il sistema sarà costituito da n. 7 pozzi di SVE.

Il numero e l'ubicazione dei pozzi di SVE è stato definito in via preliminare, sulla base dell'esperienza acquisita in siti analoghi; in sede di realizzazione delle opere, saranno condotte specifiche prove pilota di SVE, che permetteranno di definire nel dettaglio le caratteristiche dell'intervento (es. definizione del raggio di influenza dei singoli pozzi, definizione del numero di pozzi di SVE necessari e loro ubicazione, eventuale realizzazione di trincee orizzontali di aspirazione).

Per ottimizzare l'intervento, potrà eventualmente essere realizzata un'opera provvisoria di capping sull'area interessata dal sistema di SVE, atta ad incrementare le aree di influenza dei pozzi di aspirazione.

Ulteriori dettagli progettuali sono riportati in Appendice 12.

#### **10.2.2 Gestione degli effluenti gassosi**

Gli effluenti gassosi dell'impianto di SVE in Area PMP saranno trattati, secondo le modalità descritte nel seguito, prima di essere scaricati in atmosfera. Le emissioni in atmosfera saranno conformi ai limiti previsti dalla normativa vigente in materia.

Il trattamento degli effluenti gassosi sarà eseguito con un sistema di filtrazione a carboni attivi, dotato a valle del filtro di un camino per lo scarico in atmosfera. La sostituzione periodica dei carboni attivi sarà pianificata sulla base dei rilievi di sito e sarà effettuata prima del loro esaurimento. In linea di massima, è prevista una sostituzione semestrale dei carboni attivi nel primo anno di esercizio: sulla base dell'evoluzione della qualità dell'aria aspirata dal sottosuolo, per la quale si prevede un progressivo miglioramento, potranno essere effettuate sostituzioni meno frequenti. Il dimensionamento del sistema prevede una quantità di materiale filtrante pari a 1600 kg di carboni attivi.



L'impianto di SVE in Area PMP comporterà l'esistenza di un punto di emissione in atmosfera: la portata di aria emessa sarà compresa tra 300 Nm<sup>3</sup>/h e 500 Nm<sup>3</sup>/h. Tale punto di emissione sarà da considerarsi poco significativo rispetto alle emissioni globali di Raffineria: tuttavia sarà monitorato con cadenza annuale, sulla base dei parametri indicati nella scheda B.7.1 della domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale.

### **10.2.3 Rimozione amianto in zona PMOL17**

In corrispondenza del PMOL17 è stata individuata la presenza di amianto nel terreno superficiale.

Dal momento che, considerando tutti i campioni di top soil prelevati, l'unica non conformità per il parametro amianto è stata rilevata nel campione PMOL17, si è ritenuto ragionevole correlare tale superamento non con le attività produttive di Raffineria, quanto invece alla presenza, a poche decine di metri di distanza dal punto di prelievo, dell'area ex Eternit.

Di conseguenza, l'area in esame è stata circoscritta, in accordo con ARPA Sicilia, mediante il prelievo di ulteriori n. 5 campioni di top soil nell'intorno del PMOL17, nei quali non sono state rilevate anomalie (Appendice 17).

Sarà pertanto eseguito un intervento di bonifica dell'amianto, nell'area sottesa dai 5 punti di prelievo circostanti il pozzo PMOL17 (PMOL17/CT1, PMOL17/CT2, PMOL17/SR1, PMOL17/SR2, PMOL17Bis) mediante scavo e smaltimento del terreno superficiale, fino ad una profondità di 10 cm dal p.c..

Il collaudo dell'intervento sarà eseguito mediante il prelievo di campioni di terreno dal fondo dell'area di scavo (1 campione ogni 100 m<sup>2</sup> di area di fondo scavo), che saranno sottoposti ad analisi chimica di laboratorio, ai sensi del D.Lgs. 152/2006, per il parametro amianto.

In corrispondenza dei lotti interessati da superamenti residui della CSC, si procederà per successivi approfondimenti dello scavo (per ulteriori 10 cm di profondità) ed ulteriori analisi di collaudo, fino al raggiungimento della conformità del parametro amianto alla rispettiva CSC.

Al termine delle attività di scavo, nei lotti in cui i campioni prelevati risultino conformi alla rispettiva CSC, si procederà ad un ripascimento mediante posa di terreno vergine di cava sull'area di scavo.

Le attività di bonifica dell'amianto saranno eseguite nel rispetto di quanto previsto dalla normativa vigente.

## **10.3 Acque sotterranee**

### **10.3.1 Proseguimento emungimento/recupero prodotto già in atto**

In riferimento alla richiesta della Conferenza di Servizi decisoria del 28 febbraio 2005, la Raffineria ha attivato interventi di emungimento delle acque sotterranee, associati al recupero del prodotto surnatante dove presente.

In particolare, tali attività interessano le aree che, nel corso delle indagini di caratterizzazione eseguite, sono risultate essere quelle maggiormente impattate: Area Sovrappasso esterno-pozzi PMOL/SVR, Area CM16, Area PMP ed Area Radice Pontile (Figura 2, Tavola 16). Le misure di messa in sicurezza già in esercizio sono attuate mediante pompe pneumatiche installate sia in pozzi di monitoraggio precedentemente esistenti, sia in pozzi di monitoraggio integrativi.

Nella seguente Tabella 8 è riportata una sintesi delle installazioni attualmente presenti nelle quattro aree precedentemente individuate <sup>(13)</sup>.

<sup>(13)</sup> Si ricorda che il sistema di emungimento dell'area "Sovrappasso esterno-pozzi PMOL/SVR" qui descritto, è affiancato dagli ulteriori sistemi di emungimento descritti nella Sezione 1 del presente documento, che prevedono l'emungimento dai seguenti n. 13 pozzi: area



I lavori di installazione dell'impianto di emungimento sono stati realizzati nell'anno 2008. Complessivamente sono stati realizzati 43 nuovi pozzi di emungimento per un totale di 62 pozzi attrezzati con pompe pneumatiche (Figure 3÷6). L'acqua emunta viene ad oggi stoccata in serbatoi e trasferita, mediante l'impiego di pompe di rilancio e dell'oleodotto OL40, all'impianto di trattamento acque di scarico di Raffineria (TAS). A seguito della sua costruzione, l'acqua emunta da tali sistemi sarà inviata al nuovo impianto TAF o ai sistemi di gestione alternativi in corso di valutazione.

Nei pressi di ciascuna area sono installate delle unità contenenti il sistema di generazione di aria compressa, i serbatoi di accumulo e le pompe di rilancio. I serbatoi di accumulo delle acque emunte sono dotati di camera di sicurezza, sfiato con filtro a carbone attivo per la rimozione di eventuali vapori di idrocarburi e valvola di respiro.

Area	Pozzi attrezzati	N. pozzi attrezzati	Portata totale area (m <sup>3</sup> /d)
Sovrappasso esterno pozzi PMOL/SVR	SVR1÷9, PMOL35, PMOL50, PMOL51, PMOL53, PMOL54	14	100
CM16	CMXVI/1÷20, PMOL23, PMOL47, CM16C, CM16B, PMOL49, PMOL22, PMOL21	27	200
PMP	PMP5÷14, PMP4, PMOL44, PMOL12	13	100
Radice Pontile	RPN1÷4, PMOL01, PMOL36, PMOL38, PMOL39	8	100

**TABELLA 8 - Sintesi sistemi di emungimento area Fascio Oleodotti-Radice Pontile**

In area PMP è previsto di integrare il sistema esistente attrezzando con pompa pneumatica i pozzi PMP1, PMP2, PMP3, per l'emungimento di acqua sotterranea ed il recupero di eventuale prodotto surnatante.

Nel corso delle attività, sulla base degli esiti dei monitoraggi che saranno condotti, si potrà modificare la configurazione dei pozzi in emungimento ed i parametri di processo, in modo tale da focalizzare gli interventi nei pozzi con presenza di prodotto surnatante.

### 10.3.2 Emungimento/recupero prodotto Area PMOL8

Nel pozzo PMOL8 è stata rilevata la presenza di prodotto surnatante. Si procederà pertanto all'attivazione, presso gli esistenti pozzi di monitoraggio PMOL6, PMOL7 e PMOL8, di un sistema di emungimento delle acque sotterranee (associato nel PMOL8 al recupero del prodotto surnatante), mediante l'utilizzo di pompe pneumatiche total fluid.

La portata totale di emungimento prevista per la batteria di pozzi sarà pari a circa 80 m<sup>3</sup>/d;

L'ubicazione dei pozzi da attrezzare con sistemi di emungimento è riportata in Figura A12.5 ed in Tavola 16.

Ulteriori dettagli sono riportati in Appendice 12.

"sovrappasso interno"; PZ11, PZ23, PZ48, PZ19, PZ45, PZ24, PZ47, PZ56 - area "sovrappasso esterno-pozzi PZ"; PZ54, PZ51, PZ49, PZ43, PZ38.



### **10.3.3 Sistemi di AS/BS-SVE**

Nelle aree Sovrappasso, CM16, PMP, PMOL8 e Radice Pontile è prevista l'attivazione, nel medio lungo termine, di sistemi di trattamento dell'acqua sotterranea mediante tecnologie di Air Sparging/Biosparging, abbinate alla tecnologia di Soil Vapour Extraction per l'intercettazione dei vapori organici (Figura 2).

In tal modo si intende operare, in una prima fase di intervento, mediante l'estrazione diretta delle sostanze contaminanti presenti nell'acqua sotterranea (in fase libera e/o disciolta) di cui ai due paragrafi precedenti: essendo prevedibile una graduale attenuazione delle concentrazioni in relazione all'esercizio dell'emungimento, si intende ottimizzare l'intervento promuovendo nella seconda fase di intervento i fenomeni di biodegradazione aerobica degli idrocarburi disciolti, mediante i sistemi di AS/BS.

In particolare, si prevede di interrompere l'esercizio dei sistemi di emungimento nelle aree citate dopo circa 10 anni, e di attivare in loro sostituzione i sistemi di AS/BS-SVE. Nelle aree interessate dalla presenza di prodotto surnatante, l'attivazione dei sistemi di AS/BS sarà comunque subordinata alla rimozione della fase libera.

In Appendice 12 sono descritti gli impianti di AS/BS-SVE previsti nelle aree in esame.

### **10.3.4 Sistema di monitoraggio delle perdite dagli oleodotti**

Oltre ai sistemi "attivi" di messa in sicurezza e bonifica descritti in precedenza, si ricorda che lungo il fascio oleodotti è presente un sistema di monitoraggio delle perdite dagli oleodotti, che segnala la presenza di prodotti petroliferi nell'acqua sotterranea.

In caso di eventuali perdite di prodotto dagli oleodotti, è pertanto possibile attivare in breve tempo gli opportuni interventi correttivi.

Tale sistema si avvale di diversi pozzi di monitoraggio lungo lo sviluppo dell'oleodotto, nei quali sono collocati appositi sensori in grado di segnalare la presenza di prodotto idrocarburico surnatante le acque sotterranee, qualora questo fosse eventualmente rilasciato dalle tubazioni. In particolare, il sistema è composto da 32 pozzi di monitoraggio (CM1-CM32) con un'interdistanza compresa tra 40 m e 100 m e profondità variabile tra 5 m e 6 m dal p.c.

I pozzi CM1-CM32 hanno le seguenti caratteristiche:

- sono costituiti da tubazioni in PVC di diametro compreso tra 2" e 4";
- sono fenestrati in corrispondenza del terreno saturo ed immediatamente al di sopra del livello dell'acqua sotterranea;
- la testa pozzo è protetta con un pozzetto ispezionabile;
- sono ubicati lungo il lato mare dell'oleodotto, ad una distanza di circa 0,5-2 m dal fascio tubiero.

Ciascun pozzo è dotato di sensori per rilevare la presenza del prodotto surnatante sull'acqua sotterranea. Il sistema di monitoraggio comprende inoltre un insieme di centraline per l'acquisizione dei dati e la segnalazione degli stati di allarme.

Il tempo di rilevamento della presenza di idrocarburi varia da un minimo di alcuni secondi (per le benzine) ad un massimo di 8 ore (per gli oli combustibili).



### **10.3.5 Gestione degli effluenti liquidi**

Gli effluenti liquidi derivanti dalle attività di emungimento acqua e recupero prodotto surnatante dell'area fascio oleodotti-radice pontile, saranno gestiti in conformità a quanto indicato al Paragrafo 4.3.8.

Nelle more della costruzione del nuovo impianto TAF (o dell'attivazione delle soluzioni alternative in corso di valutazione), le acque e/o le miscele acqua/prodotto emunte saranno inviate all'esistente impianto TAS di Raffineria, secondo le configurazioni impiantistiche già in essere nel corso delle attività di messa in sicurezza di emergenza: in particolare, nella fase transitoria, gli effluenti liquidi saranno conferiti come segue:

- i sistemi presenti nelle aree Sovrappasso esterno-pozzi PMOL/SVR, CM16, PMP, PMOL8, Radice pontile, conferiranno le miscele emunte al TAS mediante linea fissa.

Si precisa che, nella fase transitoria, la portata complessiva che sarà inviata all'esistente impianto TAS sarà non superiore a 1000 m<sup>3</sup>/giorno, in funzione della potenzialità dell'impianto stesso ed in analogia alle portate previste nell'autorizzazione rilasciata dall'Agenzia Regionale per i Rifiuti e le Acque – Rifiuti e Bonifiche decreto n. 50 del 22/02/2006 (tale portata complessiva includerà anche i flussi derivanti dall'area di Stabilimento). Nella fase transitoria, gli interventi di emungimento/recupero prodotto saranno perlopiù focalizzati su alcune aree prioritarie (es. aree prossime ai confini di proprietà).

### **10.3.6 Gestione degli effluenti gassosi**

Gli effluenti gassosi degli impianti di SVE previsti lungo il fascio oleodotti saranno trattati, secondo le modalità descritte nel seguito, prima di essere scaricati in atmosfera. Le emissioni in atmosfera saranno conformi ai limiti previsti dalla normativa vigente in materia.

Il trattamento degli effluenti gassosi sarà eseguito, per ogni modulo impiantistico, con un sistema di filtrazione a carboni attivi, dotato a valle del filtro di un camino per lo scarico in atmosfera. La sostituzione periodica dei carboni attivi sarà pianificata sulla base dei rilievi di sito e sarà effettuata prima del loro esaurimento. In linea di massima, è prevista una sostituzione semestrale dei carboni attivi nel primo anno di esercizio: sulla base dell'evoluzione della qualità dell'aria aspirata dal sottosuolo, per la quale si prevede un progressivo miglioramento, potranno essere effettuate sostituzioni meno frequenti. Il dimensionamento del sistema prevede, per ogni modulo impiantistico, una quantità di materiale filtrante pari a 1600 kg di carboni attivi.

Gli impianti di SVE previsti lungo il fascio oleodotti comporteranno l'esistenza di un punto di emissione in atmosfera per ogni modulo impiantistico: la portata di aria emessa sarà compresa tra 300 Nm<sup>3</sup>/h e 500 Nm<sup>3</sup>/h. Tali punti di emissione saranno da considerarsi poco significativi rispetto alle emissioni globali di Raffineria: tuttavia saranno monitorati con cadenza annuale, sulla base dei parametri indicati nella scheda B.7.1 della domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale.





## **11.0 PROCEDURA DI INTERVENTO IN CASO DI EVENTUALI SVERSAMENTI ACCIDENTALI FUTURI**

Eventuali sversamenti accidentali futuri di sostanze contaminanti, saranno gestiti analogamente a come descritto al Capitolo 5 per l'area di Stabilimento.



## 12.0 RIUTILIZZO E RESTITUZIONE AGLI USI LEGITTIMI DELLE AREE

Sulla base degli esiti delle indagini ambientali eseguite, del quadro ambientale aggiornato del sottosuolo e degli esiti della rielaborazione dell'analisi di rischio, sono state individuate le aree per le quali ricorrono, ai sensi di quanto indicato nell'Accordo di Programma, art. 10, comma 6, le condizioni per la restituzione agli usi legittimi delle stesse; sono inoltre state individuate le aree riutilizzabili ai sensi dell'art. 11, comma 5 dell'Accordo di Programma.

Tali valutazioni sono state eseguite sulla base di diversi criteri, descritti nel seguito ed i cui esiti sono rappresentati nelle Tavole 24-26. La perimetrazione delle aree è stata eseguita sulla base delle indagini eseguite e della ripartizione del sito in poligoni di Thiessen assumendo, in via approssimativa, che il punto di indagine al centro di ciascun poligono sia rappresentativo di tutta l'area perimetrata dal poligono: eventuali informazioni aggiuntive che dovessero emergere nel corso di indagini future (per esempio presso le aree occupate dagli impianti produttivi, a seguito della loro dismissione) potranno determinare una rielaborazione di tali valutazioni.

La Tavola 24 è relativa alla sola matrice terreno insaturo, e rappresenta la suddivisione delle aree di Stabilimento in:

- aree nelle quali le indagini eseguite sui terreni insaturi hanno riscontrato in tutti i campioni prelevati, per tutti i parametri analizzati, **concentrazioni conformi alle CSC** indicate nel D.Lgs. 152/06 (siti ad uso commerciale ed industriale) o conformi ai valori limiti di riferimento normativo vigenti al momento di esecuzione delle indagini;
- aree nelle quali i campioni di terreno prelevati sono **conformi alle CSR** (calcolate con la rielaborazione dell'analisi di rischio sito specifica riportata nel presente documento).

La Tavola 25 è relativa alla sola matrice acqua sotterranea; è basata sugli esiti della campagna di monitoraggio delle acque sotterranee eseguita nel periodo luglio-settembre 2009 e del rilievo piezometrico eseguito nel gennaio 2010, e rappresenta la suddivisione delle aree di Stabilimento in:

- aree nelle quali, in tutti i campioni prelevati nel luglio-settembre 2009, per tutti i parametri analizzati, sono state rilevate **concentrazioni conformi alle CSC** indicate nel D.Lgs. 152/06;
- aree nelle quali i campioni di acqua sotterranea prelevati presentano **superamenti delle CSC** indicate nel D.Lgs. 152/06 **per sole sostanze che non danno luogo a potenziali fenomeni di volatilizzazione dalla falda** (es. metalli). Per tali aree, in relazione agli interventi di messa in sicurezza e bonifica previsti per le acque sotterranee, non si individuano vie/modalità di esposizione attive tra le sostanze presenti nell'acqua sotterranea (in concentrazioni superiori alle CSC) ed i lavoratori;
- aree nelle quali i campioni di acqua sotterranea prelevati presentano **superamenti delle CSC** indicate nel D.Lgs. 152/06 **per sostanze volatili, potenzialmente in grado di determinare un rischio di inalazione** vapori per gli operatori di Stabilimento. E' stato però verificato, sulla base di rilievi di sito (poligoni di Thiessen circostanti i pozzi PMOL51, PMOL49, PMP3, PMOL38), che **tale via/modalità di esposizione può essere trascurata**. In particolare, nelle aree circostanti i pozzi PMOL51, PMOL49, PMP3, PMOL38, sono state condotte specifiche attività di campionamento in sito ed analisi chimica di laboratorio dell'aria interstiziale del primo sottosuolo: gli esiti analitici, riportati in Tabella 3, hanno evidenziato che, per tutte le sostanze analizzate, le concentrazioni delle sostanze contaminanti nell'aria del primo sottosuolo sono in larga parte inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale ed inferiori ai valori di TLV-TWA (per le sostanze per le quali tali valori sono disponibili e sono state misurate concentrazioni non inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale).



La Tavola 26, elaborata a partire dalla sovrapposizione delle aree perimetrate nelle precedenti Tavole 24 e 25, anche sulla base degli esiti dei monitoraggi acque del giugno-luglio 2010, rappresenta le aree riutilizzabili e le aree per le quali ISAB S.r.l. richiede la restituzione agli usi legittimi. In particolare, sono rappresentate:

- a) le aree per le quali ricorrono entrambe le condizioni di cui all'art.10, comma 6 dell'Accordo di Programma, che sono quindi restituibili agli usi legittimi; in alcune aree (prossime ad aree con prodotto surnatante od in cui la falda non è conforme alle CSC), prima dell'effettivo riutilizzo, saranno comunque riverificate le condizioni sito-specifiche di cui all'analisi di rischio, mediante una stima del rischio sanitario-ambientale associato a tutte le vie di esposizione attivabili per gli operatori di Raffineria (vedi Appendice 23);
- b) le aree nelle quali, sulla base di diverse valutazioni eseguite circa il rischio per i lavoratori (qualità del terreno e dell'acqua sotterranea, esistenza di vie/modalità di esposizione attive di inalazione vapori organici dalla falda e valutazione dell'eventuale rischio, prelievo ed analisi chimica dell'aria interstiziale del primo sottosuolo), **sussistono condizioni compatibili con il riutilizzo secondo le condizioni di cui all'art. 11 comma 5 dell'Accordo di Programma** <sup>(14)</sup>, **per la costruzione di alcune categorie di opere**, alla luce degli interventi di messa in sicurezza e bonifica previste per le acque sotterranee.

Per le aree di cui al precedente punto b) le indagini eseguite evidenziano che:

- i campioni di terreno prelevati nel corso delle diverse fasi di caratterizzazione eseguite sono conformi ai limiti normativi (ovvero conformi alle CSC o alle CSR);
- è stato valutato, anche alla luce delle opere di messa in sicurezza e bonifica previste per le acque sotterranee, che le vie/modalità di esposizione connesse con la presenza di alcune sostanze contaminanti nelle acque sotterranee (inalazione di vapori organici dalla falda) sono trascurabili;

per queste ragioni, si ritiene che la costruzione delle seguenti **categorie di opere** non comporti rischi aggiuntivi per la salute dei lavoratori di Stabilimento, per quanto concerne gli aspetti connessi alla qualità ambientale del sottosuolo:

- 1) **impianti, strutture o infrastrutture di tipo industriale e relative pertinenze**; edifici adibiti ad ospitare il personale (es. uffici, sale controllo, sale mensa ecc.): purché siano rispettate le seguenti condizioni:
  - i) siano fuori terra;
  - ii) siano privi di locali interrati adibiti ad ospitare in modo continuativo il personale;
  - iii) non interferiscano con le opere/attività di messa in sicurezza e bonifica previste nel presente documento e non creino pericoli per la pubblica incolumità e per l'ambiente;
  - iv) nel corso dei lavori di costruzione, il rischio sanitario ed ambientale, associato a tutte le vie di esposizione attivate e/o attivabili in relazione alla tipologia di opera, sia compatibile con la sicurezza dei lavoratori;
  - v) in via cautelativa, eventuali edifici destinati ad ospitare in modo continuativo il personale, siano costruiti con tecnologie tali da impedire la possibile intrusione di vapori organici negli ambienti di lavoro (es. edifici su *pilotis*, posa nelle pavimentazioni di barriere al vapore mediante stendimento di idonei teli plastici ecc.);
- 2) **scavi e riempimenti** di entità tale da rimanere oltre 1 m di distanza dalla profondità media delle acque sotterranee (es. plinti o trincee di fondazione, interrimento di tubazioni, linee, cavi, opere elettrostrumentali, ecc.), eventualmente funzionali alle opere previste al punto precedente, purché siano rispettate le seguenti condizioni:

<sup>(14)</sup> Nel presente punto si intendono come riutilizzabili, all'interno delle aree indicate in Tavola 26, le porzioni di area che risultano ad oggi libere, non occupate da impianti produttivi o da strutture/infrastrutture di Stabilimento.



- i) nel periodo transitorio dell'esecuzione dei lavori, siano monitorate e garantite le condizioni di sicurezza dei lavoratori, mediante l'adozione degli strumenti previsti dalla normativa vigente in materia di igiene e sicurezza sul lavoro. In particolare, le verifiche inerenti la fase di esecuzione dei lavori dovranno riguardare il rischio sanitario ed ambientale associato a tutte le vie di esposizione attivate e/o attivabili in relazione alla tipologia di opera;
- ii) non interferiscano con le opere/attività di messa in sicurezza e bonifica previste nel presente documento e non creino pericoli per la pubblica incolumità e per l'ambiente;
- iii) i terreni di scavo ed i materiali di riempimento siano gestiti nel rispetto della normativa vigente;
- iv) gli scavi siano riempiti, compattati e livellati fino al raggiungimento della quota del piano campagna originario.

Le aree di cui al precedente punto b) saranno considerate come riutilizzabili per la costruzione delle sopra citate categorie di opere, per le quali sussistono condizioni di cui l'art. 11 comma 5 dell'Accordo di Programma.

## **13.0 PIANO DI MONITORAGGIO**

### **13.1 Monitoraggio acque sotterranee**

Il presente paragrafo descrive il protocollo operativo di monitoraggio idrochimico e piezometrico, che sarà ulteriormente concordato con ARPA Sicilia-DAP Siracusa, atto a delineare un quadro che evidenzi la serie storica della qualità delle acque sotterranee e fornire informazioni circa l'efficacia degli interventi proposti.

Il monitoraggio delle acque sotterranee sarà condotto presso la rete di monitoraggio esistente, che al momento attuale è costituita da n. 137 pozzi. Con cadenza annuale, sarà eseguito il monitoraggio secondo le seguenti modalità:

- rilievo del livello piezometrico e dell'eventuale spessore di prodotto surnatante su tutti i pozzi di monitoraggio;
- nei pozzi di monitoraggio da PMOL1 a PMOL54, da PMP1 a PMP4 e da CM1 a CM32, laddove non sia presente prodotto surnatante:
  - spurgo dei pozzi di monitoraggio, con contestuale misurazione in sito di parametri chimico-fisici (concentrazione di ossigeno disciolto, pH, potenziale Red-Ox, conducibilità elettrica);
  - campionamento delle acque sotterranee, con esecuzione di analisi chimiche di laboratorio dei seguenti parametri: metalli (Al, Sb, As, Be, Cd, Co, Cr totale, Cr VI, Hg, Pb, Cu, Se, Zn), composti organici aromatici (benzene, etilbenzene, stirene, toluene, p-xilene), idrocarburi totali espressi come n-esano, alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni, alifatici alogenati cancerogeni, fenoli e clorofenoli, ammine aromatiche, PCB, IPA, MtBE, cianuri totali, fluoruri, ammoniaca, piombo tetraetile.

Nelle aree interessate dalla presenza di prodotto surnatante e dei relativi sistemi di recupero prodotto/emungimento, il monitoraggio sarà eseguito mediante rilievo piezometrico trimestrale.

Le modalità di monitoraggio descritte nel presente paragrafo potranno eventualmente essere ridotte, per quanto riguarda periodicità, punti di monitoraggio o parametri di analisi, in funzione della effettiva utilità e livello di dettaglio dei dati raccolti. Per esempio le campagne di monitoraggio potranno essere limitate,



previo accordo con gli Enti di Controllo, ad un numero più ristretto di parametri analitici e di pozzi più rappresentativi.

## 13.2 Monitoraggio SVE Area PMP

Per l'impianto di SVE che sarà installato in Area PMP, saranno verificati con cadenza almeno mensile i relativi parametri di funzionamento. In particolare, i parametri oggetto di monitoraggio saranno i seguenti:

- portate e depressioni di aria estratta dal sottosuolo presso ciascun pozzo di aspirazione;
- concentrazione, nei flussi di aria aspirati da ciascun pozzo di aspirazione, di VOC, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>.

Sulla base di tali rilievi, sarà verificato il raggiungimento dei limiti asintotici, a seguito del quale sarà interrotto l'esercizio dell'impianto.

## 13.3 Monitoraggio vapori interstiziali del primo sottosuolo

Per verificare ulteriormente il percorso di inalazione vapori organici dal terreno insaturo, si propone il seguente programma di monitoraggio:

- periodo di esecuzione: dal momento che la campagna di monitoraggio già eseguita è stata condotta nella stagione invernale, si propone di procedere ad una ulteriore campagna durante la stagione estiva;
- punti di prelievo campioni: su ciascuna delle aree sorgenti in cui il terreno insaturo è risultato interessato da superamenti delle CSC per sostanze organiche (aree sorgenti SS1-SP1, SP2) sarà prelevato un campione di aria interstiziale;
- modalità di prelievo: sarà perforato un foro, del diametro di alcuni centimetri, fino alle seguenti profondità: 40 cm circa nel caso dell'area sorgente SS1-SP1, 80 cm circa nell'area sorgente SP2. Fino al fondo del foro sarà posato un tubo in PVC (diametro circa 1/4") fessurato nel suo tratto di fondo. Dopo aver sigillato con mastice il tratto sommitale tra il tubo e la parete del foro, sarà prelevato dal tubo il campione di aria interstiziale, mediante estrazione a basso flusso e campionamento su fialetta a carboni attivi e/o tedlar bag e/o canister;
- parametri di analisi: idrocarburi alifatici (C<sub>5</sub>-C<sub>8</sub>, C<sub>9</sub>-C<sub>12</sub>, C<sub>13</sub>-C<sub>18</sub>, C<sub>19</sub>-C<sub>36</sub>), idrocarburi aromatici (C<sub>9</sub>-C<sub>10</sub>, C<sub>11</sub>-C<sub>22</sub>), BTEXS, IPA;
- limiti di riferimento: qualora gli esiti delle analisi chimiche dell'aria interstiziale indichino la conformità ai rispettivi valori di TLV-TWA, sarà confermata l'assunzione che il percorso di inalazione vapori non è attivo: in caso di superamento dei valori di TLV-TWA, gli esiti delle analisi chimiche sui campioni di aria interstiziale saranno riportati alle concentrazioni in aria atmosferica (mediante fattori di conversione o modelli matematici), e saranno confrontati con i valori di TLV-TWA; in caso conformità ai valori di TLV-TWA, sarà confermata l'assunzione che il percorso di inalazione vapori non è attivo.

Il monitoraggio sarà inoltre eseguito, secondo le stesse modalità, anche nelle aree riutilizzabili di cui al Capitolo 12/Tavola 26, in corrispondenza delle aree in cui l'acqua sotterranea presenta concentrazioni di sostanze volatili non conformi alle CSC. L'ubicazione dei punti di indagine sarà concordata con ARPA Sicilia-DAP Siracusa; in linea di massima si propone l'esecuzione degli stessi punti di indagine indicati in Tabella 3.

Il presente programma di monitoraggio sarà eseguito sotto la supervisione di ARPA Sicilia-DAP Siracusa, anche ai fini della validazione dei dati.



## 13.4 Monitoraggio esposizione dei lavoratori

Il monitoraggio dell'esposizione dei lavoratori alle attività di messa in sicurezza e bonifica sarà condotto mediante specifici rilievi di sito da concordare con le Autorità locali di controllo.

## 13.5 Monitoraggio e manutenzione impianti

Per tutti gli impianti che saranno installati, saranno verificati con cadenza almeno mensile i relativi parametri di funzionamento. In particolare, i parametri oggetto di monitoraggio saranno i seguenti:

### ***impianti di emungimento/recupero prodotto:***

- portate di miscela acqua/prodotto emunte da ciascun pozzo e relative pressioni di mandata;
- pressioni di mandata dell'aria compressa alle pompe pneumatiche;
- volume progressivo di miscela acqua/prodotto emunta;
- quantificazione della percentuale di prodotto nelle miscele emunte.

### ***impianti di AS/BS-SVE:***

- portate e pressioni di aria iniettata nell'acqua sotterranea da ciascun pozzo di iniezione;
- portate e depressioni di aria estratta dal sottosuolo presso ciascun pozzo di aspirazione;
- concentrazione, nei flussi di aria aspirati da ciascun pozzo degli impianti di SVE, di VOC, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>;

Le periodicità di verifica dei sopracitati parametri potranno essere variate nel corso dello svolgimento delle attività.

Sarà condotta una verifica dei parametri di processo rilevati, che potranno eventualmente essere modificati sulla base degli esiti dei monitoraggi ambientali. Le modifiche dei parametri di processo avranno l'obiettivo di ottimizzare l'efficienza degli interventi in relazione alle modificazioni dello stato ambientale che avranno luogo nel corso delle attività.

Le attività di manutenzione prevedono quanto segue:

- manutenzione periodica delle macchine che saranno installate nei diversi impianti (compressori, pompe aspiranti/soffianti, pompe pneumatiche/elettrosommerse, eventuale combustore ecc.) secondo le specifiche delle case costruttrici;
- verifica settimanale dell'integrità delle strutture impiantistiche e della tenuta delle tubazioni e dei raccordi;
- verifica quindicinale del corretto funzionamento degli impianti, in termini soprattutto di conformità ai parametri di processo che saranno ritenuti idonei, con esecuzione delle azioni correttive quando necessario;
- verifica mensile del corretto funzionamento dei sistemi di alimentazione, di controllo e di sicurezza degli impianti installati, tra cui si cita in particolare quanto segue:



- quadri elettrici e di controllo;
  - impianti di SVE: dispositivi di attivazione/disattivazione pompa di scarico condensa dai decantatori, blocco soffiante per altissimo livello nei decantatori, valvole rompivuoto, valvole di sicurezza, vacuostati;
  - impianti di AS/BS: scaricatori automatici di condensa, valvole di sicurezza, blocco iniezione in caso di malfunzionamento impianto di SVE;
- sostituzione periodica dei carboni attivi agli impianti di AS/BS-SVE, sulla base delle tempistiche che saranno individuate in relazione ai rilievi di sito ed alle relative elaborazioni;
- interventi di manutenzione o sostituzione in caso di malfunzionamenti di alcune parti.



**SEZIONE 3**  
**STIME DEI TEMPI E DEI COSTI DI INTERVENTO**





## **14.0 STIMA DELLE TEMPISTICHE DI INTERVENTO**

Una stima dei tempi di costruzione degli interventi di bonifica è riportata nel diagramma di Gantt allegato in Figura 8.

Il diagramma riporta la successione temporale delle attività previste per la costruzione delle opere di messa in sicurezza e bonifica delle acque sotterranee e dei terreni insaturi.

In considerazione della complessità dell'intervento, le tempistiche riportate sono da ritenersi come indicative.

Per quanto concerne gli interventi in aree di sversamento accidentale, la tempistica complessiva prevista è dell'ordine dei 4 anni; tali attività comportano significative difficoltà logistiche e numerosi vincoli legati alle condizioni di sicurezza degli operatori: per esempio, è preferibile che le attività di scavo all'interno dei bacini di contenimento siano eseguite con il serbatoio fuori esercizio: di conseguenza, l'ordine di esecuzione e le tempistiche delle attività da svolgersi nei bacini di contenimento potranno essere modificati sulla base delle esigenze produttive, ferma restando la tempistica di massima sopra indicata.

Nel diagramma della Figura 8 non sono riportate le tempistiche inerenti l'esercizio dei sistemi, ad oggi non prevedibili: non sono inoltre indicati i tempi di costruzione dell'impianto di AS/BS-SVE a Valle Impianti (stimabili in circa 8-10 mesi) ed i tempi di costruzione dei sistemi di AS/BS-SVE lungo il fascio oleodotti, legati ai tempi di rimozione del prodotto surnatante.

I tempi di costruzione ed attivazione del nuovo impianto TAF (o delle soluzioni alternative che saranno individuate), sono stati stimati in circa 3 anni e nove mesi dall'approvazione del presente progetto. Si precisa però che sarà possibile rispettare tale tempistica solo nel caso in cui le Pubbliche Autorità competenti rilascino le eventuali autorizzazioni in tempi ragionevoli (dell'ordine di un anno dalla richiesta delle stesse).

L'intervento di SVE in Area PMP sarà protratto fino al raggiungimento, nei flussi aeriformi aspirati dal sottosuolo, dei valori asintotici di concentrazione dei composti organici volatili. L'esercizio dell'impianto di SVE in Area PMP sarà comunque protratto per almeno due anni.

## **15.0 STIMA DI MASSIMA DEI COSTI DI INTERVENTO**

Le stime di massima dei costi di esecuzione/costruzione degli interventi sono riportate nella allegata Tabella 9.

La stima di massima dei costi di esercizio dei sistemi di messa in sicurezza e bonifica è riportata nella Tabella 10.



## **Firme della Relazione**

Ing. Rodolfo Chiasellaro  
Project Manager

Ing. Francesco Ducco  
Project Director

C.F. e P.IVA 03674811009  
Registro Imprese Torino  
società soggetta a direzione e coordinamento di Enterra Holding Ltd. Ex art. 2497 c.c.

La Golder Associates si sforza di essere il più rispettato gruppo globale di società specializzate in servizi ambientali e di ingegneria geotecnica.

La Golder, di proprietà dei suoi dipendenti dalla sua costituzione nel 1960, ha creato una cultura di particolare orgoglio della propria autonomia, che ha portato stabilità a lungo termine dell'organizzazione. I professionisti della Golder cercano di acquisire una comprensione approfondita delle esigenze dei clienti e delle caratteristiche dell'ambiente in cui questi ultimi operano. La Golder continua ad espandere le sue capacità tecniche ed è in continua crescita con personale impiegato in uffici ubicati in Africa, Oceania, Europa, America del Nord e America del Sud.

Africa	+ 27 11 254 4800
Asia	+ 852 2562 3658
Oceania	+ 61 3 8862 3500
Europa	+ 356 21 42 30 20
America del Nord	+ 1 800 275 3281
America del Sud	+ 55 21 3095 9500

[solutions@golder.com](mailto:solutions@golder.com)  
[www.golder.com](http://www.golder.com)

**Golder Associates S.r.l.**  
**Banfo43 Centre**  
**Via Antonio Banfo 43**  
**10155 Torino**  
**Italia**  
**T: +39 011 23 44 211**

