



Gennaio 2014

**ESSO ITALIANA S.R.L. - RAFFINERIA DI  
AUGUSTA (SR)**

## **Aggiornamento dello stato ambientale del sottosuolo Settembre 2013**

**Destinatario:**

Esso Italiana S.r.l. - Raffineria di Augusta (SR)

RELAZIONE

**Numero Relazione** 1350840696/EM4467

**Distribuzione:**

Esso Italiana S.r.l. - Raffineria di Augusta (SR) 9  
copie

Golder Associates S.r.l. Torino 3 copie





## Indice

<b>1.0</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
<b>2.0</b>	<b>SISTEMI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA IN ESERCIZIO</b>	<b>2</b>
2.1	Installazioni fisse	2
2.2	Installazioni puntuali	3
2.3	Sistemi di regolazione e controllo	3
<b>3.0</b>	<b>ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO</b>	<b>5</b>
3.1	Attività eseguite tra luglio e settembre 2013	5
3.2	Rilievi piezometrici locali	5
3.3	Prodotto surnatante	8
3.3.1	Aree con presenza di prodotto	8
3.3.2	Sistemi di recupero prodotto installati	8
3.3.3	Volumi recuperati	9
3.4	Campionamenti ed analisi chimiche di laboratorio delle acque sotterranee	9
3.4.1	Campionamento nei pozzi limitrofi ai pozzi di emungimento	9
<b>4.0</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>12</b>

### TABELLE

<b>Tabella 1</b>	Sintesi degli interventi di MISE in esercizio
<b>Tabella 2</b>	Sintesi delle attività di monitoraggio
<b>Tabella 3</b>	Rilievi piezometrici mensili
<b>Tabella 4</b>	Rilievo spessori prodotto pozzi SK
<b>Tabella 5</b>	Installazioni puntuali di recupero prodotto – Volumi recuperati
<b>Tabella 6</b>	Analisi chimiche sui campioni di acque sotterranee (settembre 2013)

### TAVOLE

<b>Tavola 1</b>	Planimetria generale ed ubicazione dei pozzi di monitoraggio
<b>Tavola 2</b>	Planimetria con indicazione dei sistemi di messa in sicurezza in esercizio (aggiornamento al 30 settembre 2013)
<b>Tavola 2a</b>	Planimetria con indicazione dei sistemi di messa in sicurezza in esercizio (aggiornamento al 30 settembre 2013) – Area esterna stoccaggio nord
<b>Tavola 2b</b>	Planimetria con indicazione dei sistemi di messa in sicurezza in esercizio (aggiornamento al 30 settembre 2013) – Area pontile e area stoccaggio est



- Tavola 2c**      Planimetria con indicazione dei sistemi di messa in sicurezza in esercizio (aggiornamento al 30 settembre 2013) – Area contrattori/candele
- Tavola 3**      Planimetria con indicazione dei superamenti delle CSC per gli Idrocarburi totali (espressi come n-esano) nelle acque sotterranee
- Tavola 4**      Planimetria con indicazione dei superamenti delle CSC per IPA e BTEX nelle acque sotterranee

**APPENDICI**

- Appendice 1**    Carte delle superfici freatiche



### 1.0 INTRODUZIONE

Il presente documento tecnico rappresenta l'aggiornamento dello stato ambientale del sottosuolo della Raffineria di Augusta (SR) ("Raffineria"), sulla base dei dati provenienti dalle attività periodiche di monitoraggio e dalla verifica delle prestazioni dei sistemi di Messa in Sicurezza di Emergenza ("MISE") in esercizio. Tale documento si basa su dati raccolti fino al 30 settembre 2013.

Il presente documento riporta le seguenti informazioni:

- la sintesi dei sistemi di MISE in esercizio della Raffineria e dei risultati conseguiti a seguito della loro attivazione e del raggiungimento di condizioni a regime;
- l'aggiornamento dello stato ambientale del sottosuolo della Raffineria attraverso:
  - i risultati delle analisi chimiche trimestrali per i pozzi di monitoraggio limitrofi ai pozzi di emungimento (settembre 2013)<sup>1</sup>;
  - i rilievi piezometrici mensili per i pozzi di monitoraggio in corrispondenza dei sistemi di emungimento (periodo luglio – settembre 2013);
  - la rappresentazione dell'andamento della falda superficiale nelle aree in cui sono installati i sistemi di emungimento (periodo luglio – settembre 2013);
  - il rilievo dello spessore del prodotto all'interno dei pozzi in cui sono installati gli *skimmer* SK (installazioni fisse) (periodo luglio – settembre 2013);
  - la quantità di prodotto recuperato a partire dalla data di installazione dei sistemi fino al 30 settembre 2013.

In **Tavola 1** è riportata la planimetria della Raffineria.

<sup>1</sup> In ottemperanza a quanto riportato nel nuovo "Protocollo operativo di monitoraggio idrochimico e piezometrico" (Rel. Golder n. 10508461310/EM3827 rev.0) di gennaio 2012, sono stati campionati soltanto i pozzi di monitoraggio limitrofi ai pozzi di emungimento. Non sono stati campionati invece pozzi di emungimento RW come prevedeva il piano di monitoraggio adottati fino a dicembre 2011.



## **2.0 SISTEMI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA IN ESERCIZIO**

I sistemi di MISE presenti all'interno della Raffineria sono costituiti da sistemi attivi e di recupero prodotto (*skimmer* e *total fluid*) e sistemi di contenimento idraulico (trincee drenanti e pozzi di emungimento delle acque sotterranee).

Nell'ambito del progetto "Augusta Site Containment II step" (ASC step II), ai sistemi di MISE già esistenti è stata aggiunta una serie di trincee drenanti e di pozzi di emungimento (pozzi RW) e di monitoraggio (pozzi GAPZ) delle acque sotterranee. Nel loro insieme, i sistemi attivati sono finalizzati al contenimento della contaminazione nelle acque sotterranee nei pressi della fascia litorale (Relazione Golder T40417/EM1713 "Completamento del confinamento idraulico fronte mare: dimensionamento dei sistemi", Giugno 2006). Per maggiori dettagli sugli interventi realizzati si rimanda alla Relazione Golder 08508460104/EM2659 "Aggiornamento dello stato ambientale del sottosuolo – Dicembre 2008", alla Relazione Golder 08508460104/EM2820 "Interventi integrativi di MISE nei pressi del Fiume Marcellino – Giugno 2009", alla Relazione Golder 08508460104/EM3040 "Aggiornamento dello stato ambientale del sottosuolo – Dicembre 2009" e alla Relazione Golder 08508460104/EM2797\_rev.1 "Progetto di messa in sicurezza operativa ai sensi del DLgs 152/06 e DLgs 04/08 Revisione 1".

Il progetto di integrazione dei sistemi di emungimento è stato esaminato e approvato nella Conferenza dei Servizi Decisoria del 16 febbraio 2007 (punto 21 dell'ordine del giorno).

I sistemi di MISE della Raffineria (che integrano i due sistemi di *Pump and Treat* RW01 e RW02 installati nel 1993) sono stati realizzati in tre momenti successivi:

- dicembre 2003: installazione di due pozzi di emungimento in area Cantera;
- agosto 2005: completamento del progetto Augusta Site Containment - Step I (ASC step I) con 13 nuovi pozzi di emungimento, 7 trincee drenanti e 26 sistemi attivi di recupero prodotto;
- settembre 2009: completamento del progetto Augusta Site Containment - Step II (ASC step II) con l'installazione di 30 nuovi pozzi di emungimento e di 2 sistemi attivi di recupero prodotto.

Nel corso degli anni, in base ai risultati delle campagne di monitoraggio i sistemi mobili di recupero prodotto, *skimmer* attivi e passivi e *total fluid* sono stati integrati con installazioni aggiuntive.

Nel periodo considerato, sulla base delle osservazioni di campo, non sono state fatte modifiche ai sistemi di MISE.

I sistemi di MISE fissi (ASC step I e II) e puntuali (*skimmer* attivi e passivi e *total fluid*) attualmente operanti sono riportati in **Tabella 1** e illustrati in **Tavola 2** (planimetria generale di tutti i sistemi), **Tavola 2a** (planimetria con dettaglio dell'area esterna stoccaggio nord), **Tavola 2b** (planimetria con dettaglio dell'area pontile e dell'area stoccaggio est) e **Tavola 2c** (planimetria con dettaglio dell'area contrattori/candele).

### **2.1 Installazioni fisse**

I seguenti interventi di MISE sono stati realizzati nel periodo 2003 - 2005.

**Area Contrattori Candele** (include area Cantera): barriera idraulica costituita dai pozzi di emungimento RW01 (già attivo dal 1993) e RW03÷06; i pozzi RW01, RW03, RW05 e RW06 sono attrezzati con un sistema *dual pump* per il recupero contemporaneo del prodotto e della contaminazione disciolta; un sistema *Total fluid* è installato in AB124PZ.

**Area Stoccaggio Est** (include area Metano): sistema di contenimento idraulico costituito dalla Trincea L2 (attrezzata con i pozzi di emungimento RW21÷26) e dai pozzi di emungimento RW07÷RW11.

**Area Pontili** (include area Costiera e area Furlanis):

- sistema di contenimento idraulico costituito da una trincea drenante e da un pozzo di emungimento (RW02), accoppiato a un sistema di recupero prodotto idrocarburico surnatante (sistema *dual pump*), già attivi dal 1993;



- sistema di recupero prodotto costituito da due trincee, attrezzate con sistemi di recupero prodotto (SK21÷SK23 in area Pontile 1 e SK101÷SK115 in area Furlanis).

**Area Esterna Stoccaggio Nord** (include area Punta Cugno): sistema di recupero prodotto surnatante costituito da quattro trincee attrezzate con 8 sistemi di recupero prodotto (SK31÷38).

Nel marzo 2007 è stata inoltre installata, in area TK212 (compresa in **Area Stoccaggio Ovest**), una barriera di emungimento costituita da 4 pozzi attrezzati con pompe pneumatiche *total fluid* (GAPZ30÷33).

Gli interventi di MISE del progetto ASC *step II*, attivi da settembre 2009, comprendono:

**Area Pontili** (include area Costiera e area Furlanis):

- sistema per il contenimento idraulico nei pressi dell'area a sud-ovest del Pontile 2, costituito da 6 pozzi di emungimento (RW31÷RW36). I pozzi RW34÷RW36 sono attrezzati con un sistema *dual pump* per il recupero contemporaneo del prodotto e della contaminazione disciolta;
- sistema per il contenimento idraulico nei pressi della batteria di pozzi esistente in area Furlanis, realizzato attrezzando con sistemi *dual pump* i pozzi esistenti SK101 (RW41), SK104 (RW42), SK107 (RW43), SK110 (RW44), SK112 (RW45) e SK115 (RW46);
- sistema per il contenimento idraulico installato nei pressi delle due trincee presenti in Radice Pontile 1 costituito da 3 pozzi di emungimento (RW51÷RW53);
- pozzo di emungimento (RW54) installato nei pressi del serbatoio *Thickner* e del piezometro di monitoraggio denominato AB009PZ;

**Area Esterna Stoccaggio Nord** (include area Punta Cugno):

- porzione sud: sistema per il contenimento idraulico costituito da 2 trincee attrezzate con 5 pozzi di emungimento (RW61÷RW65);
- porzione nord: sistema per il contenimento idraulico, ad integrazione dei sistemi di recupero prodotto già esistenti, costituito da 8 pozzi di emungimento (RW71÷RW78).

**Area Marcellino** (zona compresa tra i serbatoi TK505 e TK739): sistema per il contenimento idraulico costituito da un pozzo di emungimento (RW81) e dai pozzi GAPZ47 e AB185PZ, attrezzati con pompe *total fluid*.

Area TK212 (compresa in **Area Stoccaggio Ovest**): adeguamento agli standard di Raffineria delle tubazioni a servizio dell'esistente barriera idraulica costituita dai sistemi fissi GAPZ30÷GAPZ33.

## 2.2 Installazioni puntuali

A partire da marzo 2004, sulla base dei rilievi dello spessore di prodotto surnatante nei pozzi di monitoraggio, sono stati installati sistemi attivi (*skimmer* attivi gravimetrici e pompe pneumatiche *total fluid*) e passivi (*skimmer* oleofilici e gravimetrici passivi) per il recupero del prodotto, dislocati nelle diverse aree della Raffineria.

Periodicamente, sulla base delle condizioni rilevate nel corso delle campagne di monitoraggio ed in particolar modo della variazione stagionale della quota della falda, i sistemi possono essere integrati o sostituiti con sistemi più efficienti in funzione del *trend* di recupero o delle necessità riscontrate.

## 2.3 Sistemi di regolazione e controllo

Tutti i sistemi di MISE sono corredati da apposite strumentazioni che consentono di monitorare e di trasferire alla Sala Controllo di Raffineria (DCS) lo stato di funzionamento e tutti i parametri di processo e di controllo necessari per il rilevamento di eventuali malfunzionamenti. Il rilevamento di eventuali malfunzionamenti è dunque gestito in simultaneo mediante le strumentazioni di controllo presenti in campo e attraverso le



segnalazioni di anomalia trasferite alla Sala Controllo di Raffineria. Il funzionamento continuo dei sistemi di MISE è monitorato 24 ore su 24 ore ed è gestito dalle funzioni di Raffineria preposte a tal proposito.

Le strumentazioni a supporto dei sistemi di pompaggio sono di seguito riportate:

- trasduttori idrostatici di pressione;
- indicatori locali di portata;
- trasmettitori di portata;
- indicatori locali di livello.

Il segnale di livello nei pozzi e l'allarme di "bassissimo" livello sono remotati in sala controllo al sistema DCS di Raffineria. In corrispondenza dei due livelli di *set* nei pozzi sono eseguiti i seguenti comandi/allarmi:

- basso livello pozzo: fermata pompa;
- bassissimo livello pozzo: allarme e blocco pompa.

Al DCS vengono, inoltre, trasferiti i seguenti comandi/segnalazioni:

- indicazione parziale/totale di portata;
- status pompa (in marcia/ferma/malfunzionamento).

A bordo pozzo viene riportata l'indicazione dei livelli dei singoli pozzi.

La trasmissione dei segnali tra campo e sala controllo avviene mediante sistema di trasmissione dati Dupline®.

Il controllo per l'emungimento dal pozzo viene effettuato automaticamente tramite un sistema che, rilevando il livello di acqua nel pozzo, aziona un inverter per regolare la velocità della pompa e mantenere il livello della falda entro limiti definiti in fase di progetto.

Per i sistemi installati nell'ambito del progetto ASC *step* I e per le pompe dei pozzi SK101, SK104, SK107, SK110, SK112, SK115, il funzionamento avviene mediante controllo del livello delle acque sotterranee tramite un trasduttore idrostatico di pressione che regola lo start/stop della pompa per alto e basso livello della falda. La protezione contro la marcia a secco è assicurata dal segnale di bassissimo livello generato dallo stesso trasduttore idrostatico di pressione. Il contatto di soglia di bassissimo livello è inviato al quadro elettrico, che arresta la pompa. Il segnale di livello è inviato in sala controllo tramite il sistema Dupline® e acquisito dal sistema DCS per l'indicazione del livello della falda.

Le strumentazioni a supporto dei sistemi di recupero prodotto SK sono qui di seguito riportate:

- pressostati linea aria;
- sonde di livello installate sui serbatoi di raccolta prodotto.



### 3.0 ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

Le attività di monitoraggio sono condotte in conformità al piano di monitoraggio piezometrico e idrochimico dei sistemi di MISE in vigore<sup>2</sup> approvato in data 19/01/2012. Tale protocollo rappresenta un aggiornamento del piano di monitoraggio precedente<sup>3</sup>, sulla base dei dati acquisiti nel corso dei monitoraggi condotti, delle modifiche effettuate a partire da marzo 2007 (che hanno compreso l'installazione di nuovi pozzi di emungimento e di monitoraggio) e delle indicazioni contenute nel Protocollo generale ISPRA per il Sito di Interesse Nazionale (SIN) di Priolo (settembre 2009).

Le attività previste dal piano di monitoraggio sono le seguenti:

- campionamento e analisi chimiche di laboratorio delle acque di tutti i pozzi presenti in raffineria (cadenza annuale);
- misura della soggiacenza dell'acqua sotterranea su tutti i pozzi presenti in raffineria (cadenza semestrale);
- misura della soggiacenza dell'acqua sotterranea nei pozzi di emungimento e nei pozzi di monitoraggio limitrofi (cadenza mensile);
- campionamento e analisi chimiche di laboratorio delle acque prelevate nei pozzi di monitoraggio limitrofi ai pozzi di emungimento (cadenza trimestrale);
- campionamento e analisi chimiche di laboratorio delle acque prelevate nei pozzi di emungimento (cadenza semestrale);
- verifica della quantità di prodotto recuperato (cadenza quindicinale in campo e settimanale in sala controllo);
- verifica del livello di prodotto surnatante all'interno dei pozzi SK e regolazione della profondità di installazione degli *skimmer* SK (cadenza mensile);
- verifica dei sistemi attivi e passivi di recupero prodotto in presenza di prodotto surnatante (cadenza settimanale o quindicinale); tale frequenza può subire variazioni in funzione delle quantità di prodotto recuperato.

La **Tabella 2** contiene una sintesi delle attività previste dal protocollo di monitoraggio.

### 3.1 Attività eseguite tra luglio e settembre 2013

Nel periodo compreso fra luglio e settembre 2013 sono state eseguite le seguenti attività di monitoraggio:

- misura della soggiacenza dell'acqua sotterranea nei pozzi di emungimento e nei pozzi di monitoraggio limitrofi (cadenza mensile);
- campionamento e analisi chimiche di laboratorio delle acque nei pozzi di monitoraggio limitrofi ai pozzi RW (campionamenti eseguiti tra il 23 e il 27 settembre); come da protocollo il campionamento è stato effettuato in contraddittorio con la Struttura Territoriale ARPA Siracusa che ha provveduto a prelevare almeno il 10% del previsto numero di campioni per la validazione successiva dell'attività;
- attività di monitoraggio giornaliera e quindicinali sui sistemi di emungimento e di recupero prodotto.

### 3.2 Rilievi piezometrici locali

Nel periodo compreso tra luglio e settembre 2013 sono stati eseguiti rilievi della soggiacenza della falda con cadenza mensile in corrispondenza delle aree Cantera, Metano, TK212, Furlanis, Punta Cugno e Marcellino;

<sup>2</sup> Relazione Golder 10508461310/EM3827 "Protocollo operativo di monitoraggio idrochimico e piezometrico" (gennaio 2012)

<sup>3</sup> Relazione Golder T400417/EM03096, Appendice 1 (marzo 2007).





in queste aree sono installati i sistemi di MISE. Attraverso le misure, riportate in **Tabella 3**, è stata determinata la quota del livello di falda.

Sulla base dei rilievi effettuati è stato elaborato l'andamento della superficie della falda relativo ai mesi di luglio, agosto e settembre nelle varie aree. In **Appendice 1** sono riportate le elaborazioni con l'illustrazione dell'andamento della falda nelle diverse aree.

### Area Cantera

Nell'area il campo di moto della falda presenta direzioni diverse tra i settori a nord (sinistra idrografica) e a sud (destra idrografica) del torrente Cantera.

Nel settore a nord il flusso della falda ha direzione prevalente verso sud-sudest come conseguenza del fenomeno di filtrazione di acqua proveniente dai depositi presenti lungo il versante sinistro della valle del torrente. L'acquifero presente in corrispondenza della valle del torrente Cantera, infatti, riceve un'alimentazione effimera da nord costituita da acqua di infiltrazione proveniente dai livelli saturi che periodicamente si formano all'interno dei depositi calcarenitici. La direzione del flusso della falda in questo settore è inoltre influenzata dall'andamento della base dell'acquifero: questa, infatti, è immergente verso sud-sudest sviluppandosi tra circa 11 m s.l.m. (S16) e circa -4 m s.l.m. (in corrispondenza dell'alveo).

Durante il periodo luglio - settembre 2013 nella porzione di acquifero posta in sinistra idrografica del torrente Cantera la quota del livello di falda è stata compresa tra 0,5 m, nella porzione di acquifero prossima al torrente, e 3 m s.l.m. nella porzione posta in vicinanza dei depositi argillosi che confinano lateralmente l'acquifero. Il gradiente idraulico ( $i$ ) nella porzione dell'area Cantera sviluppata in sinistra idrografica del torrente risulta pari a circa 0,02.

Il funzionamento dei pozzi di emungimento RW01, RW03 e RW05 determina un abbassamento della superficie di falda e il suo conseguente richiamo.

La presenza del confinamento fisico posto all'esterno della Raffineria nella proprietà ENEL e a margine del sistema di emungimento crea l'effetto di un limite impermeabile con conseguente rotazione del flusso di falda parallelamente al medesimo limite e orientato verso sud.

Nel settore a sud del torrente Cantera, in destra idrografica, il flusso della falda ha direzione principale da ovest verso est.

Nel corso del periodo luglio - settembre 2013 la quota del livello di falda nei pozzi di monitoraggio in questo settore è stata compresa tra 1 m s.l.m. (a valle dei sistemi di contenimento idraulico) e 2 m s.l.m. a monte della candela. Il livello minimo della falda è stato registrato nel mese di agosto per effetto del prolungato periodo di deboli precipitazioni estivo.

Il gradiente idraulico ( $i$ ) nella porzione dell'area Cantera sviluppata in destra idrografica del torrente risulta compreso tra circa 0,003 (luglio e agosto) mentre a settembre risulta un appiattimento della superficie della falda all'esterno dell'area di cattura esercitata dai sistemi di emungimento (si ipotizza che sia l'effetto congiunto dell'abbassamento indotto dai sistemi di pompaggio a del modesto gradiente naturale della falda a seguito di un periodo privo di significativi apporti di ricarica).

### Area Metano

Nell'area Metano il flusso naturale di falda ha orientazione generale da ovest verso est (linea di costa). Nel settore orientale (a monte rispetto alla direzione del flusso) una componente maggiore del flusso devia localmente sia per l'effetto di richiamo indotto dal sistema di emungimento composto dalla serie di pozzi RW07-RW11 sia per la conformazione geometrica dell'acquifero che in vicinanza del sistema di emungimento è limitato lateralmente da depositi poco permeabili. Inoltre dai rilievi dei mesi di luglio e settembre il campo di moto della superficie della falda risulta influenzato da un afflusso proveniente da sud verso nord come si può dedurre dai livelli rilevati nel pozzo di monitoraggio S18PZ.

In corrispondenza della trincea drenante (trincea L2), che incorpora i pozzi RW21÷RW26, la quota della superficie di appoggio basale dell'acquifero è maggiore rispetto alle aree circostanti essendo questa



immergente verso est-sud-est; ne consegue che l'acquifero ha minore spessore saturo e che la quota della falda è maggiore rispetto alla porzione di acquifero sviluppata immediatamente a est. La trincea esercita il richiamo e l'abbassamento del livello della falda, che in questa porzione è alimentata da acqua di infiltrazione superficiale proveniente dalla porzione centrale della Raffineria posta a monte. Di conseguenza il livello minimo dell'acqua in corrispondenza alla trincea approssima costantemente la quota della base della trincea posta a circa 4 m s.l.m..

Nel corso del periodo luglio - settembre 2013 la quota del livello di falda nei pozzi di monitoraggio posti a valle dei sistemi di emungimento è risultata compresa tra -0,1 m (porzione di valle idrogeologica) e 2 m s.l.m. (porzione di monte idrogeologico) ed è aumentata nel mese di settembre (si ipotizza che vi sia stato un innalzamento della falda direttamente connesso alla ricarica diretta delle precipitazioni avute nella terza decade del mese di agosto).

Nell'area il gradiente idraulico medio ( $i$ ) misurato a valle dei sistemi (trincea e pozzi di emungimento) è risultato pari a circa 0,005.

### Area TK212

La direzione naturale della falda in questo settore è influenzata dalla presenza dei depositi permeabili dell'alveo del torrente Cantera, che agisce da asse di drenaggio, e dall'andamento della base dell'acquifero tra il versante idrografico sinistro e quello destro su cui si sviluppa l'area Contrattori.

In corrispondenza della valle del torrente Cantera, il flusso della falda ha direzione principale da ovest-nordovest verso est-sudest.

In corrispondenza dell'area del serbatoio TK212, l'andamento della base dell'acquifero, che in sinistra idrografica tende ad essere superficiale mentre si approfondisce in destra idrografica, unitamente alla presenza del sistema di emungimento installato nei pozzi GAPZ30÷33, determinano la variazione nell'andamento del flusso della falda che subisce l'azione di richiamo da parte del medesimo sistema verso sud.

In corrispondenza del bacino del serbatoio TK212, quando il livello di falda arriva a una quota superiore rispetto alla quota dell'alveo del torrente (che nel tratto tra i piezometri AB122PZ e AB120PZ è posto a quote comprese tra 9,7 m s.l.m. e 13 m s.l.m.) o superiore al pelo libero dell'acqua (se il corso d'acqua non è in secca) la falda è drenata dal corso d'acqua. Tale fenomeno non è stato osservato durante il trimestre in quanto nel periodo estivo il livello dell'acquifero è generalmente basso data la scarsa ricarica sia diretta sia da afflussi sotterranei da acquiferi adiacenti.

Nel periodo la quota del livello di falda nei pozzi di monitoraggio è stata compresa tra 3 m e 9 m circa s.l.m. ed è rimasta sostanzialmente invariata nel corso del trimestre.

### Area Costiera Furlanis

Il flusso naturale della falda è orientato in direzione ovest-est verso la linea di costa con un gradiente idraulico pari a circa 0,002 anche se localmente in vicinanza dei sistemi di contenimento idraulico la falda è piatta per effetto della vicinanza con la linea di costa. Le opere di confinamento idraulico sono state realizzate ortogonalmente alla direzione di flusso al fine di creare un effetto di barriera idraulica. Le trincee determinano infatti la depressione della falda con un effetto che si estende in modo apprezzabile nell'intorno delle trincee stesse; tale effetto è anche favorito dal modesto gradiente idraulico.

Nel periodo luglio - settembre 2013 attraverso le misure di soggiacenza è stata osservata la costante depressione del livello di falda a livelli prossimi o inferiori rispetto al livello medio-marino in corrispondenza sia delle opere di confinamento idraulico poste in vicinanza della costa sia di quelle poste più a monte, a testimonianza dell'efficacia delle opere stesse.



#### Area Marcellino

In corrispondenza dei sistemi la falda ha gradiente idraulico ( $i$ ) quasi nullo (inferiore a 0,001) e il flusso di falda è orientato in direzione dell'incisione del torrente Marcellino per effetto dei sistemi di emungimento che ne esercitano il locale richiamo inducendo un abbassamento al di sotto del livello medio-marino, a testimonianza dell'efficacia delle opere stesse

#### Area Punta Cugno

Il flusso di falda è orientato in direzione della linea di costa (esterna al confine di proprietà ESSO) da nordovest verso sudest. La presenza delle trincee induce la locale depressione della superficie della falda e il conseguente richiamo del flusso all'interno delle medesime.

Nel periodo luglio - settembre 2013 attraverso le misure di soggiacenza è stata rilevata una quota assoluta del livello di falda sempre inferiore al livello medio-marino in corrispondenza delle opere di confinamento idraulico a testimonianza dell'efficacia delle opere stesse.

### **3.3 Prodotto surnatante**

#### **3.3.1 Aree con presenza di prodotto**

In **Tabella 4** sono riportati i risultati dei rilievi dello spessore di prodotto nei pozzi attrezzati con *skimmer* attivi denominati SK (installazioni fisse) effettuati con cadenza mensile. I rilievi riportati in tabella sono del 4 luglio, del primo agosto e del 4 settembre 2013.

Dall'esame delle misure piezometriche aggiornate a settembre 2013 in corrispondenza dei pozzi di emungimento e dei pozzi limitrofi e dei rilievi effettuati a settembre nei pozzi di recupero SK si evidenziano le seguenti aree interessate dalla presenza di prodotto surnatante raccolto dalle installazioni e attualmente in sicurezza mediante i sistemi di MISE di Raffineria:

- area cantera/contrattori e area impianti – presenza di tracce nel pozzo di emungimento RW05 e nel piezometro AB105PZ; presenza di velo nei piezometri AB119PZ, AB125PZ, AB126PZ e L9 e nei pozzi di emungimento RW01, RW03 e RW06;
- area Marcellino – presenza di tracce nel pozzo di monitoraggio AB185PZ; presenza di velo nel pozzo di emungimento RW81;
- area pontili (area costiera-Furlanis) – presenza di tracce nel pozzo di monitoraggio GAPZ36 e nei pozzi SK21, SK106 e SK109; presenza di velo nei pozzi di monitoraggio AB183PZ, GAPZ20 e S33PZ, nei pozzi di emungimento RW02, RW34, RW35, RW36, RW41, RW42, RW43, RW44, RW45, RW46, RW51, RW53 e RW54 e nei pozzi SK102, SK103, SK105 e SK111; presenza di prodotto nei pozzi SK108, SK113 e SK114;
- area Punta Cugno – presenza di tracce nel pozzo di emungimento RW61; presenza di velo nei pozzi di monitoraggio GAPZ29, GAPZ42 e AB142PZ, nei pozzi di emungimento RW72, RW73, RW74, RW75 e RW77 e nei pozzi SK32, SK33 e SK34; presenza di prodotto nel pozzo di emungimento RW76 e nel pozzo SK36;
- area stoccaggio est (area Metano) – presenza di velo nel pozzo di monitoraggio AB089PZ e nei pozzi di emungimento RW10 e RW11; presenza di prodotto nel pozzo di monitoraggio S18;
- area stoccaggio ovest (area TK212) – presenza di velo nei pozzi di monitoraggio AB097PZ, AB098PZ, GAPZ06, GAPZ07, GAPZ11, GAPZ32, GAPZ33, S12PZ e G5.

#### **3.3.2 Sistemi di recupero prodotto installati**

A partire dal 1991 sono installati all'interno della Raffineria dei sistemi di recupero del prodotto idrocarburico surnatante. Nel corso degli anni i sistemi sono stati integrati, aggiornati e modificati. Sono attualmente installati:



- 69 sistemi di recupero prodotto attivi automatici (*skimmer* attivi e *total fluid*) di cui 16 in pozzi dove è attivo anche un sistema di emungimento (e che quindi costituiscono insieme un sistema di *dual pump*);
- 21 sistemi di recupero prodotto passivi manuali.

In **Tavola 2**, **Tavola 2a**, **Tavola 2b** e **Tavola 2c** sono riportate le planimetrie con i sistemi di recupero prodotto installati.

Periodicamente e se risulta necessario i sistemi sono modificati per quanto riguarda i parametri di processo ed eventualmente sono integrati con ulteriori installazioni.

Dalle osservazioni dei dati di campo registrati risulta che gli spessori di prodotto rilevati nel periodo di riferimento all'interno dei pozzi e dei piezometrici sono mantenuti su valori limitati.

### 3.3.3 Volumi recuperati

Dal mese di marzo 2010 è attivo un sistema integrativo di recupero prodotto mediante eiettore che consente di recuperare localmente il prodotto accumulato nel pozzo di emungimento attraverso l'induzione di una depressione su di un tubo di aspirazione.

Nel periodo marzo 2010 – settembre 2013 l'attività di recupero prodotto mediante eiettore ha interessato i seguenti pozzi di emungimento: RW51, RW53, RW54, RW72, RW73, RW74, RW75, RW76, RW81.

Si precisa che gli interventi di recupero prodotto vengono attivati in funzione degli spessori di prodotto rilevati nel corso delle attività di monitoraggio e sulla base delle valutazioni sito specifiche condotte in campo.

Sono qui di seguito riportati i dati relativi ai volumi di prodotto estratti fino a settembre 2013 mediante le diverse tipologie di installazioni presenti in Raffineria:

- volume di prodotto recuperato a partire da febbraio 2006 mediante i sistemi fissi installati nell'ambito dell'ASC – Step I (*skimmer* attivi denominati SK): 1665,6 m<sup>3</sup>;
- volume di prodotto recuperato a partire da aprile 2004 mediante i sistemi puntuali di recupero prodotto (*skimmer* attivi, *total fluid*, *skimmer* passivi): 164 m<sup>3</sup>;
- volume di prodotto recuperato a partire da marzo 2010 mediante eiettore: 4,6 m<sup>3</sup>;
- totale prodotto recuperato a partire da aprile 2004: 1834,2 m<sup>3</sup>

I dati relativi ai volumi di prodotto recuperato dai sistemi puntuali (*skimmer* attivi e passivi e *total fluid*) sono riportati in **Tabella 5**.

A partire dal 13 aprile 2011, come richiesto dalla Provincia Regionale di Siracusa con ordinanza n. 18/2011, il prodotto idrocarburico recuperato e separato dall'acqua, che prima veniva riutilizzato nel ciclo produttivo di Raffineria, è stato smaltito come rifiuto ai sensi della normativa vigente, con codice CER 050105\*.

## 3.4 Campionamenti ed analisi chimiche di laboratorio delle acque sotterranee

### 3.4.1 Campionamento nei pozzi limitrofi ai pozzi di emungimento

Nel periodo tra il 23 e il 27 settembre è stata condotta la campagna di monitoraggio delle acque sotterranee con cadenza trimestrale. Le attività hanno riguardato lo spurgo e il campionamento dei pozzi di monitoraggio limitrofi ai pozzi di emungimento delle acque sotterranee presenti in Raffineria.

Le attività sono state eseguite secondo quanto indicato nel piano di monitoraggio piezometrico e idrochimico dei sistemi di MISE approvato (documento Golder n. 10508461310/EM3827 di gennaio 2012) e in accordo con le indicazioni contenute nel protocollo generale ISPRA per il Sito di interesse Nazionale (SIN) di Priolo (settembre 2009).

Il campionamento delle acque è stato eseguito secondo le modalità di seguito riportate:



- rilievo con sonda ad interfaccia per la misura della soggiacenza dell'acqua sotterranea o, in caso di presenza di prodotto surnatante nel pozzo, per la misura della soggiacenza del prodotto e dell'interfaccia tra acqua e prodotto;
- spurgo dell'acqua presente nel pozzo di monitoraggio (solo nei pozzi non interessati dalla presenza di prodotto surnatante);
- determinazione dei parametri chimico-fisici delle acque sotterranee (conducibilità elettrica, temperatura, potenziale redox, pH, ossigeno disciolto,  $\text{Fe}^{++}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Mn}^{++}$ , composti organici volatili – VOC a testa pozzo, TST<sup>4</sup>), nel corso delle attività di spurgo;
- campionamento dinamico al termine delle operazioni di spurgo eseguito con metodologia *low-flow* (portata minore di 0,5 l/min). Laddove non è stato possibile effettuare il campionamento in modalità dinamica a causa della limitata produttività del pozzo è stato eseguito il campionamento in modalità statica mediante campionatori manuali monouso (*bailer*), ad eccezione dei pozzi con battente idraulico insufficiente;
- nel caso di pozzo di monitoraggio con presenza di prodotto idrocarburico in fase libera, campionamento delle acque in modalità statica mediante campionatori manuali monouso (*bailer*) e sistema di isolamento della zona con prodotto libero per evitare la contaminazione del *bailer*.

Nel corso della campagna sono stati campionati in modalità statica i seguenti piezometri: AB105PZ, AB185BISPZ, GAPZ03, GAPZ24, GAPZ36, e S17.

I campioni di acqua sotterranea prelevati sono stati analizzati dal laboratorio Chelab S.r.l. di Resana (TV).

I risultati delle analisi chimiche di laboratorio sono riportati in **Tabella 6**.

Le concentrazioni rilevate dalle analisi chimiche sono state confrontate con le concentrazioni Soglia di Contaminazione ("CSC") riportate nella Tabella 2 dell'Allegato 5 al D.Lgs. 152/06.

Dal confronto sono stati individuati superamenti delle CSC per i seguenti parametri:

- idrocarburi policiclici aromatici: benzo(a)pirene in GAPZ24 e GAPZ36; benzo(g,h,i)perilene in GAPZ03, GAPZ24 e GAPZ36;
- idrocarburi aromatici: benzene in AB105PZ e in GAPZ24;
- idrocarburi totali (espressi come n-esano) in AB105PZ, AB122PZ, GAPZ03, GAPZ15, GAPZ24, GAPZ36 e S17PZ.

In **Tavola 3** sono riportati i pozzi con i superamenti delle CSC per gli idrocarburi totali mentre in **Tavola 4** i superamenti di BTEXS e IPA nelle acque sotterranee.

I superamenti delle CSC si rilevano nei pozzi le cui acque vengono richiamate da parte dei sistemi di contenimento idraulico installati nelle immediate vicinanze a riprova dell'efficacia e efficienza degli stessi.

I superamenti delle CSC per gli idrocarburi totali (n-esano) riscontrati in AB105PZ e S17 sono dovuti alle acque di ruscellamento superficiale che, infiltrandosi attraverso il chiusino del piezometro, si accumulano e ristagnano nel piezometro stesso. Questi piezometri, infatti, sono allestiti entro formazioni poco permeabili (limi argillosi) e non sono rappresentativi della qualità delle acque sotterranee che si riscontrano a valle.

Il superamento delle CSC per gli idrocarburi totali (n-esano) riscontrato in AB122PZ può essere dovuto alla persistenza di un plume di contaminazione che periodicamente viene riscontrato nel pozzo.

<sup>4</sup> Il Test dello Spazio di Testa (TST) permette di rilevare in modo speditivo alcune informazioni preliminari circa l'eventuale livello di contaminazione da composti organici volatili (COV) di un campione di acqua o di terreno.



Lo stato ambientale del sottosuolo della Raffineria sarà continuamente monitorato con le future campagne di analisi ed i rilievi generali, eseguiti attualmente con le cadenze indicate in **Tabella 2**.



## **4.0 CONCLUSIONI**

I sistemi di MISE presenti all'interno della Raffineria sono stati periodicamente monitorati e adeguati, secondo necessità, alle condizioni ambientali del sottosuolo attraverso nuove installazioni o mediante modifica dei parametri di funzionamento allo scopo di assicurare il contenimento della contaminazione su base continuativa (24h/24h) ed il recupero dell'eventuale prodotto idrocarburico in fase libera.

Alla luce di quanto riportato nel presente documento, risulta possibile formulare le seguenti conclusioni:

- si è rilevato il mantenimento di spessori limitati di prodotto in forma di tracce o velo in 59 pozzi (su 171 monitorati) in cui è installato un sistema attivo di recupero prodotto o che sono limitrofi a pozzi in emungimento; inoltre rispetto ai rilievi effettuati a maggio 2013 in alcuni pozzi (GAPZ28, RW75, GAPZ46) non è più stata riscontrata la presenza di prodotto in spessori misurabili (ora presente in forma di velo o tracce); quanto sopra è evidenza dell'efficacia dei sistemi che esercitano l'abbassamento della superficie della falda inducendo il richiamo del prodotto;
- la presenza di prodotto è stata rilevata in un pozzo di emungimento e in tre pozzi attrezzati con *skimmer*;
- la quantità di prodotto recuperato da aprile 2004 fino a marzo 2013 ammonta a circa 1834 m<sup>3</sup>;
- si sono osservati superamenti delle CSC nelle acque sotterranee per i parametri arsenico, IPA, benzene e idrocarburi totali (n-esano) in un totale di 7 piezometri;
- le misure del livello della falda superficiale in condizioni dinamiche indicano che a livello locale il flusso della falda è orientato in direzione dei sistemi di emungimento e di drenaggio.





## **Firme della Relazione**

**GOLDER ASSOCIATES S.R.L.**

Ing. Angela Giudice  
Project Manager

Ing. Michael Pupeza  
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.





# TABELLE



# TAVOLE



# **APPENDICE 1**

## **Carte delle superfici freatiche**

Golder Associates è una società internazionale che offre servizi di consulenza, progettazione e realizzazione nel campo delle scienze ambientali, dell'ingegneria geotecnica e dell'energia. La nostra mission "Engineering Earth's Development, Preserving Earth's Integrity" sottolinea il nostro costante impegno verso l'eccellenza – sia in campo tecnico, sia nella cura del servizio al cliente – e verso la sostenibilità. Da oltre 50 anni la nostra principale caratteristica è la profonda comprensione delle esigenze dei nostri clienti e degli ambiti in cui essi operano. Per questo motivo siamo in grado di offrire loro un supporto concreto perché possano raggiungere i loro obiettivi finanziari, sociali e ambientali, nel breve e nel lungo periodo. Fare la differenza in un mondo in continuo mutamento: questo è l'impegno che ci prendiamo nei confronti dei nostri clienti e delle loro comunità di riferimento.

Africa	+ 27 11 254 4800
Asia	+ 86 21 6258 5522
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**

