



**api Raffineria di Ancona S.p.A.**

Falconara Marittima (AN)

# Influenza sul barrieramento idraulico della falda di fondazioni sostenute da micropali nell'ambito dell'adeguamento del ciclo desolforazione per la produzioni di combustibili marini a basso tenere di zolfo

marzo 2015

**AMB-AN2/15/1**

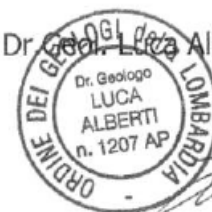
redatto da

ing. i. Dario Scott Rigamonti

verifica da

dott. geol. Luca Alberti

Dr. Geol. Luca Alberti





## INDICE

<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>3</b>
<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>4</b>
<b>1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO</b> .....	<b>5</b>
<b>2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E CARATTERISTICHE AMBIENTALI DELL'AREA</b> ...	<b>6</b>
2.1 Descrizione geologica ed idrogeologica delle aree di intervento .....	6
2.2 Piezometria .....	7
2.3 Qualità delle matrici ambientali nelle aree di intervento .....	8
<b>3 POTENZIALI IMPATTI AMBIENTALI</b> .....	<b>10</b>
3.1 Piano di monitoraggio ed altre verifiche .....	13
<b>4 CONCLUSIONI</b> .....	<b>13</b>



## INTRODUZIONE

La presente relazione ha per oggetto la valutazione delle eventuali interferenze ambientali legate alla realizzazione di una serie di opere con fondazioni sostenute da micropali previste nell'ambito dei lavori di adeguamento del ciclo desolforazione distillati medi, necessari per la produzione di combustibili marini a basso tenore di zolfo.

Nel documento sono illustrate:

- la qualità del sottosuolo, così come emersa in fase di caratterizzazione del sito, nell'area di intervento;
- l'analisi dei potenziali impatti ambientali della realizzazione dei micropali sulla circolazione idrica sotterranea e sulle opere di MISO della falda;
- la valutazione dell'impatto della metodologia di esecuzione dei micropali rispetto agli scenari di potenziale contaminazione, definiti nel documento [3];
- gli accorgimenti tecnici e il programma di monitoraggio volti a minimizzare i potenziali impatti ambientali negativi sulla matrice suolo e sottosuolo.

In questo senso il documento è stato predisposto in ottemperanza alle disposizioni e alla richieste espresse dal Comune di Falconara Marittima e riassunte nelle Comunicazioni del 29 aprile 2009 e 21 maggio 2009 (Cfr. doc. [5]).



## DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Nell'elaborazione della presente relazione sono stati presi in considerazione i documenti di seguito elencati. Nel testo, per agevolare la lettura, si è spesso fatto riferimento solo al numero ad essi corrispondente (riportandolo tra parentesi quadrate).

- [1]. api Raffineria di Ancona (ottobre 2006): *Ricostruzione della struttura idrogeologica: Aggiornamento a seguito dell'esecuzione di nuovi sondaggi profondi – Relazione tecnica*, G.E.CO. S.n.c.;
- [2]. api Raffineria di Ancona (dicembre 2007): *Aggiornamento del modello idrogeologico e valutazione del regime di flusso della seconda falda*, G.E.CO. S.n.c.;
- [3]. api Raffineria di Ancona (ottobre 2008): *Gestione e compatibilità degli interventi mediante micropali nella raffineria api*; G.E.CO. S.n.c.;
- [4]. api Raffineria di Ancona: *Report Bimestrali sulla Messa in Sicurezza di Emergenza*; FWI;
- [5]. api Raffineria di Ancona (aprile 2009): *Comunicazione del 29 aprile 2009 prot. n. 780/09 e Comunicazione del 21 maggio 2009 prot. n. 21519*;
- [6]. api Raffineria di Ancona (gennaio 2015): *Progetto di parziale adeguamento del ciclo desolfurazione distillati medi per la produzione di combustibili marini a basso tenore di zolfo - Progetto Preliminare*.



## 1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto descritto nel presente documento prevede la modifica dell'attuale ciclo di desolforazione distillati medi, attraverso l'inserimento, presso l'unità HDS-1, di una sezione di trattamento di un gasolio pesante, intermedio di lavorazione, necessaria ai fini della produzione di combustibili marini a basso tenore di zolfo. Tale modifica verrà condotta attraverso l'inserimento di una nuova serie di apparecchiature, in parte esistenti e provenienti dall'impianto HDS-2 e in parte acquistate ad hoc. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione tecnica redatta dal Progettista [Cfr. doc. 6].

Ai fini della presente relazione risultano d'interesse le seguenti apparecchiature, le cui fondazioni risulteranno sostenute da micropali:

- D-3291 - Accumulatore di Carica;
- D-3293 - Abbattitore Pesanti;
- F-3201 - Forno reattore HDS-2

Allo stato attuale l'ingegneria di dettaglio costruttiva, non ha ancora definito con esattezza il numero dei pali/micropali, comunque per quanto riguarda la profondità di progetto delle fondazioni profonde di queste opere si è tenuto conto della struttura geologica del sottosuolo. Pertanto nelle elaborazioni condotte, per esaminarne i potenziali impatti, si è fatto quindi riferimento alla profondità massima ritenuta accettabile rispetto alla protezione delle acque sotterranee.

La tecnologia che si prevede di impiegare è di tipo "tubfix", ovvero pali trivellati / gettati in opera ("non displacement piling") caratterizzati dalla possibilità di effettuare un'iniezione ripetuta e selettiva in pressione attraverso apposite valvole di non ritorno installate sul tubo di armatura. La modalità operativa prevede l'infissione di una camicia metallica, all'interno della quale viene inserita l'armatura tubolare da cui avviene l'immissione della boiaccia ad alta pressione. Fra l'armatura tubolare e la camicia viene inoltre formata una guaina in cls che impedisce l'afflusso di fluidi verso l'esterno. Si rimanda al Capitolo 3 per ulteriori dettagli sulla metodologia di realizzazione dei micropali.

## 2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E CARATTERISTICHE AMBIENTALI DELL'AREA

L'area oggetto degli interventi si trova nel settore centrale della raffineria, a ridosso del tracciato ferroviario. Le apparecchiature individuate sono disposte a distanza ravvicinata tra loro e ciascuna di loro occupa un'area limitata, compresa tra 10 m<sup>2</sup> e 40 m<sup>2</sup> (cfr. Tavola 1). Rispetto alla disposizione delle si trovano i piezometri P625 e P527 ad una distanza di 40 m ed i piezometri P526 e P626, ad una distanza compresa fra 60 m e 80 m. Il pozzo della barriera di MISO più vicino è posto, a valle idrogeologica, ad una distanza di circa 110 metri dall'Accumulatore di carica (RW3).

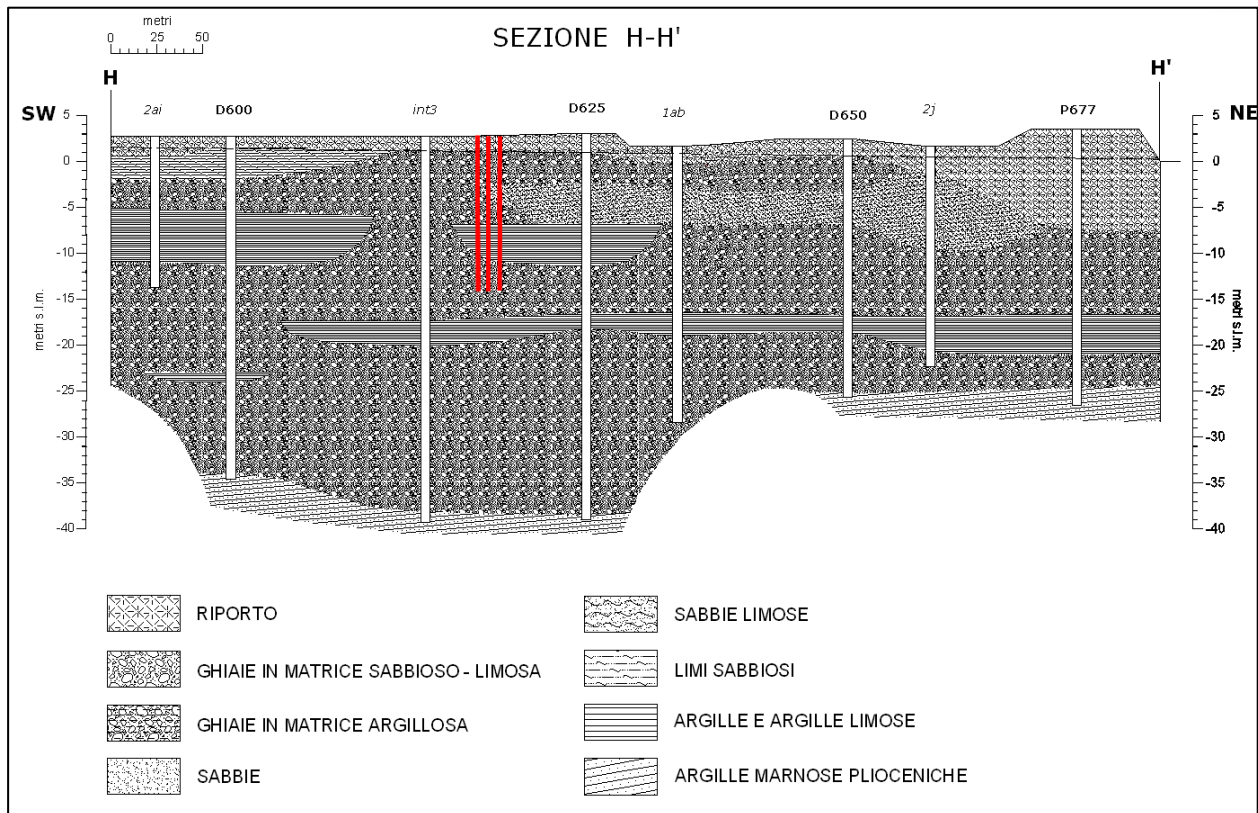
### 2.1 Descrizione geologica ed idrogeologica delle aree di intervento

La struttura idrogeologica del sottosuolo della raffineria è descritta nel documento [1] al quale si rimanda per i dettagli. In figura 1 è riportato uno stralcio della sezione H-H', nella quale sono evidenziati i caratteri idrogeologici salienti delle aree in esame. La parte più superficiale del sottosuolo è costituita da materiali di riporto ghiaioso-sabbiosi con spessore di circa 2 m, al di sotto dei quali sono presenti depositi sabbioso-ghiaiosi con intercalazioni sabbioso-limose, costituenti il I acquifero. Il Livello di Separazione idraulica (LSI), costituito da limi argillosi e argille, separa la porzione superficiale dell'acquifero (I falda) da quella più profonda (II falda) assumendo un ruolo di aquitard ed è rinvenuto ad una profondità di 19.5 m da p.c. (sondaggi 1k, 1ak, D625). Lo spessore dell' LSI nell'area interessata degli interventi è di 5 m (1k), mentre procedendo verso mare, si riduce progressivamente fino a 1.5-2 m (D625)) (rif. Figura 1). Il Livello di Separazione idraulica svolge un importante e non trascurabile ruolo nella separazione della circolazione idrica tra I e II Acquifero. Dall'analisi della struttura idrogeologica, nei pressi dell'area interessata dagli interventi in progetto si rileva inoltre (sondaggi 1k, 1ak, D625) all'interno del I acquifero, e superiormente al LSI, la presenza di un livello di argille limose grigie a partire da 9-9.5 m da p.c., con spessore massimo di circa 6 m e una areale estensione approssimativamente di circa 250 m in direzione N-S. Tale livello, pur non presentando caratteri di continuità laterale, può determinare una locale protezione della porzioni sottostanti dell'acquifero in virtù del suo spessore e della sua estensione areale.

Tabella 1 – Sintesi delle caratteristiche geometriche dell'LSI nell'area di intervento

Livello	Profondità tetto LSI (m da p.c.)	Profondità base LSI (m da p.c.)	Spessore (m)
Livello di separazione idraulica (LSI)	19.5	24.5	5
Livello argilloso secondario	9	15	6

Figura 1 – Stralcio della sezione geologica H-H' (la linea rossa rappresenta, indicativamente, la posizione e la profondità proiettata sulla sezione delle opere di fondazione profonde previste,)



## 2.2 Piezometria

L'analisi delle variazioni del livello piezometrico è stata effettuata sulla base dei dati del monitoraggio mensile realizzato nell'ambito delle attività di gestione ambientale del sito di raffineria ed è stata condotta attraverso l'osservazione dei livelli misurati nei punti P526, P527, P625 e P626 (cfr. Tavola 1 per l'ubicazione). Prima dell'attivazione dei sistemi di barrieramento idraulico del sito (febbraio 2006), nei punti citati i valori di soggiacenza della falda erano compresi tra 1.5 - 2 m da p.c. corrispondenti a quote piezometriche comprese fra 1.2 m s.l.m. e 1.4 m s.l.m.; non essendo presenti pozzi nelle immediate vicinanze, non si sono registrate significative variazioni piezometriche, successivamente all'attivazione dei sistemi di MISO (2007).

Si riporta in Grafico 1 l'andamento della soggiacenza della falda nel periodo compreso tra il gennaio 2013 e febbraio 2015. I livelli piezometrici nell'area in esame hanno mostrato variazioni comprese tra 0.2 e 1.9 m s.l.m., corrispondenti a soggiacenze tra 1.1 - 2.6 m da p.c.

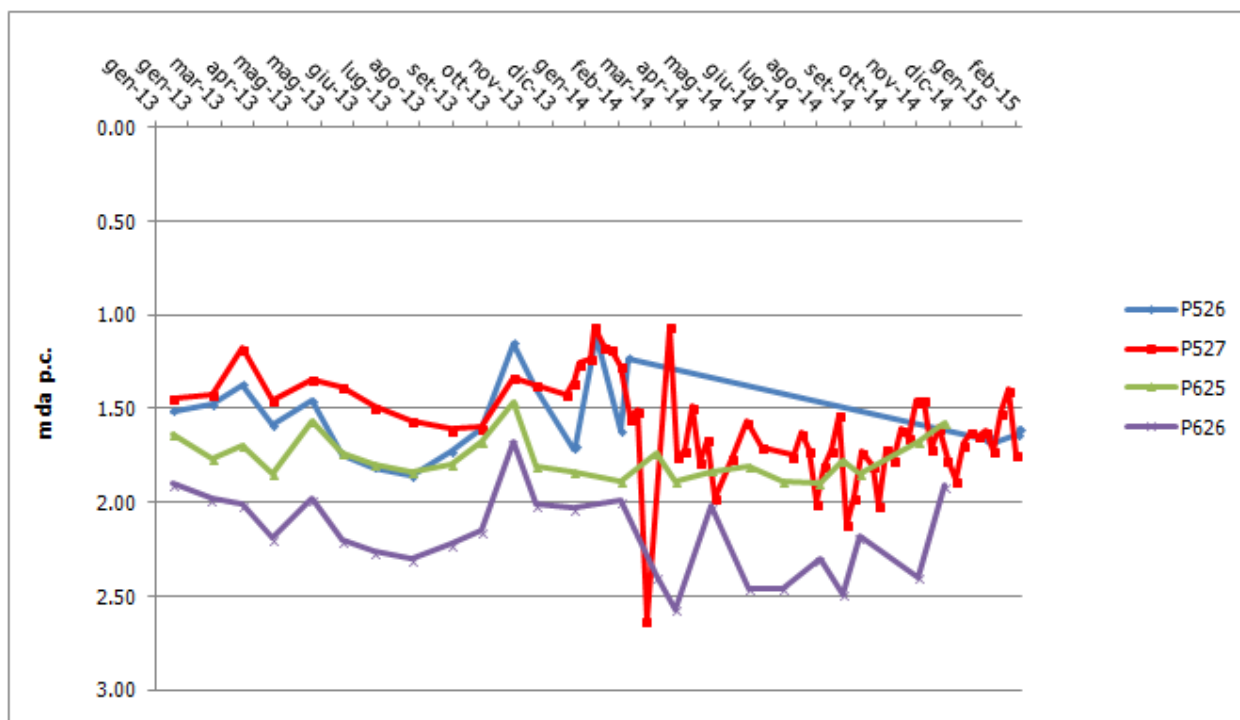


Grafico 1 – soggiacenza nei punti P526 - P527 - P625 - P626 nel periodo gennaio 2013 - febbraio 2015

### 2.3 Qualità delle matrici ambientali nelle aree di intervento

Ai fini della valutazione dello stato qualitativo del sottosuolo insaturo nell'area di interesse sono stati analizzati i risultati relativi ai sondaggi realizzati nel corso del Piano di Caratterizzazione – Fase II (2005) compresi entro una fascia di 70 m intorno alle opere previste (Pc77, Pc78, Pc79, Pc125, Pc129 e Pc280, cfr. Tavola 2). Le analisi relative ai punti individuati mostrano una presenza con superamenti di idrocarburi leggeri e pesanti, di piombo tetraetile, isolati metalli (cromo totale, mercurio, piombo, zinco) e di BTEX. I campioni maggiormente interessati dalla presenza di contaminazione sono quelli prelevati presso i sondaggi Pc125, Pc77 e Pc79, in cui è costante la presenza di idrocarburi a concentrazioni elevate, spesso di un ordine di grandezza superiore rispetto al limite di legge. I superamenti per il piombo tetraetile sono altresì diffusi, ma con concentrazioni di poco superiori ai limiti di legge.

I dati dei monitoraggi periodici hanno permesso di accertare la presenza di prodotto surnatante in due piezometri di controllo prossimi alle opere in progetto (P526 e P527) (Grafico 2): nel piezometro P526 lo spessore del prodotto ha raggiunto un valore massimo di oltre 1 metro e pertanto il piezometro è stato attrezzato con un sistema di recupero automatico, mentre nel piezometro P527 gli spessori sono limitati, con occasionali picchi. Si ricorda (Cfr. Capitolo 3 per i dettagli) che in via precauzionale api prevede una metodologia di realizzazione dei micropali che minimizza l'impatto della presenza di prodotto in fase libera, di conseguenza la presenza eventuale di prodotto residuo, nei termini descritti, non costituirebbe una problematica dal punto di vista ambientale.



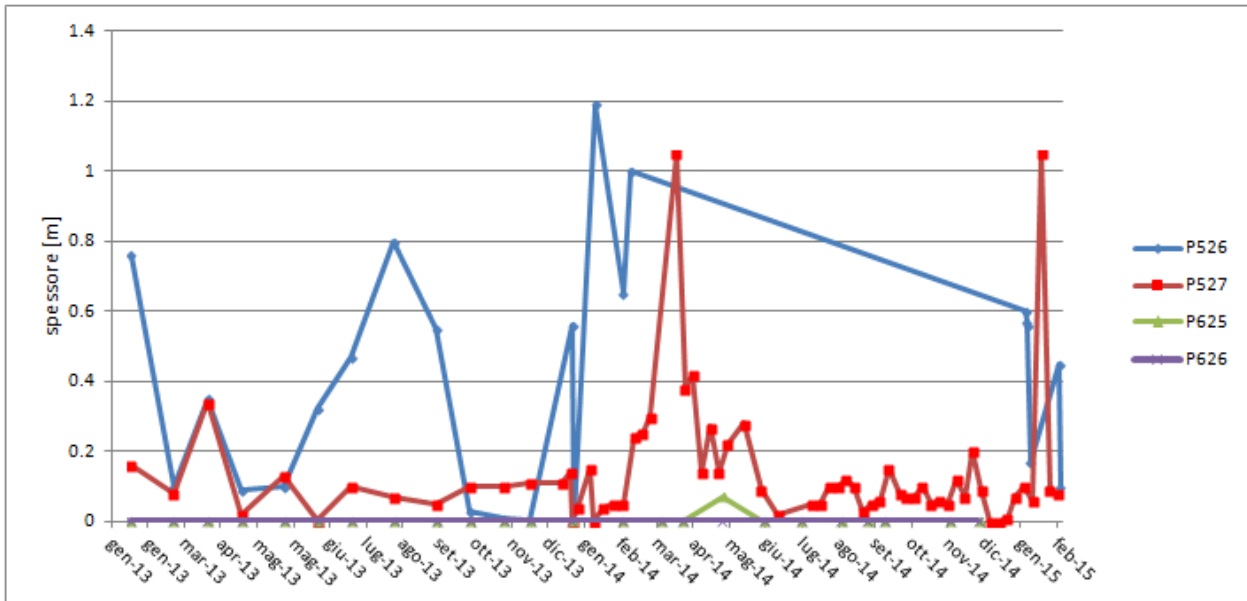


Grafico 2 – spessore di prodotto in fase libera misurato nel periodo gennaio 2013 - febbraio 2015



### 3 POTENZIALI IMPATTI AMBIENTALI

Di seguito vengono approfonditi gli aspetti progettuali, che possono avere una certa rilevanza sulla compatibilità ambientale delle opere e sulle modalità operative che api intende adottare al fine di minimizzarne l'impatto in termini di eventuale trasporto di contaminazioni nel sottosuolo, così come previsto dal protocollo consegnato agli EE.PP. (Cfr. doc. [3] e doc. [5]). Facendo riferimento ai criteri metodologici individuati, in questo caso i punti di interesse sono i seguenti:

- [1]. la successione stratigrafica dei litotipi sia sufficientemente omogenea e non siano presenti rilevanti strati di materiale fine, con proprietà protettive rispetto ai livelli acquiferi più profondi, la cui perforazione potrebbe provocare il trascinamento di eventuali contaminanti in profondità; evitando quindi la creazione di "canali di flusso preferenziali";
- [2]. nella zona dell'intervento non si evidenzia la presenza di prodotto in fase libera in misura tale da provocare una sua movimentazione/trascinamento (qualora lo scavo si approfondisse fino alla superficie freatica);
- [3]. l'intervento non modifichi le proprietà idrauliche dell'acquifero in misura tale da influire sulla direzione di flusso della falda, sulle quote piezometriche ed i gradienti idraulici e quindi possa compromettere la messa in sicurezza di emergenza della falda;

Relativamente al primo criterio, la ricostruzione idrogeologica di dettaglio (Cfr. sezione idrogeologica riportata in Figura 1) ha evidenziato la presenza dell'LSI (Livello di Separazione Idraulica, che separa il primo acquifero da quello sottostante) a profondità variabili tra 19.5 m da p.c. e spessore di circa 5 m. A minore profondità, a partire da circa 9 m da p.c. è inoltre presente un livello di argille limose, con spessore massimo di 6 metri ed estensione stimata di circa 250 metri.

Considerato l'apprezzabile spessore ed estensione areale, tale livello può determinare una locale protezione delle porzioni sottostanti dell'acquifero e per tale motivo, l'approfondimento dei pali oltre la base di questo orizzonte di materiale fine andrà eseguita adottando la procedura illustrata nel capitolo successivo e monitorando attentamente la situazione in campo.

Per quanto riguarda il secondo criterio, l'analisi rappresentata nel Grafico 2 mostra la presenza di prodotto in fase libera nelle aree limitrofe a quella di intervento, in direzione sud-est, con spessori che occasionalmente superano 50 cm in due dei piezometri considerati. Le indagini realizzate nel Piano di Caratterizzazione hanno evidenziato una contaminazione del sottosuolo insaturo, principalmente ad opera di idrocarburi pesanti e leggeri. Secondo il criterio n.2 entrambe le situazioni costituiscono elementi di attenzione durante la realizzazione dell'opera per i potenziali impatti sulla falda. Per questo api, al fine di evitare potenziali fenomeni di trascinamento di eventuali terreni contaminati, oltre ad avere adottato una metodologia di realizzazione del micropalo che minimizza tale rischio (c.d. metodologia "Tubfix" o

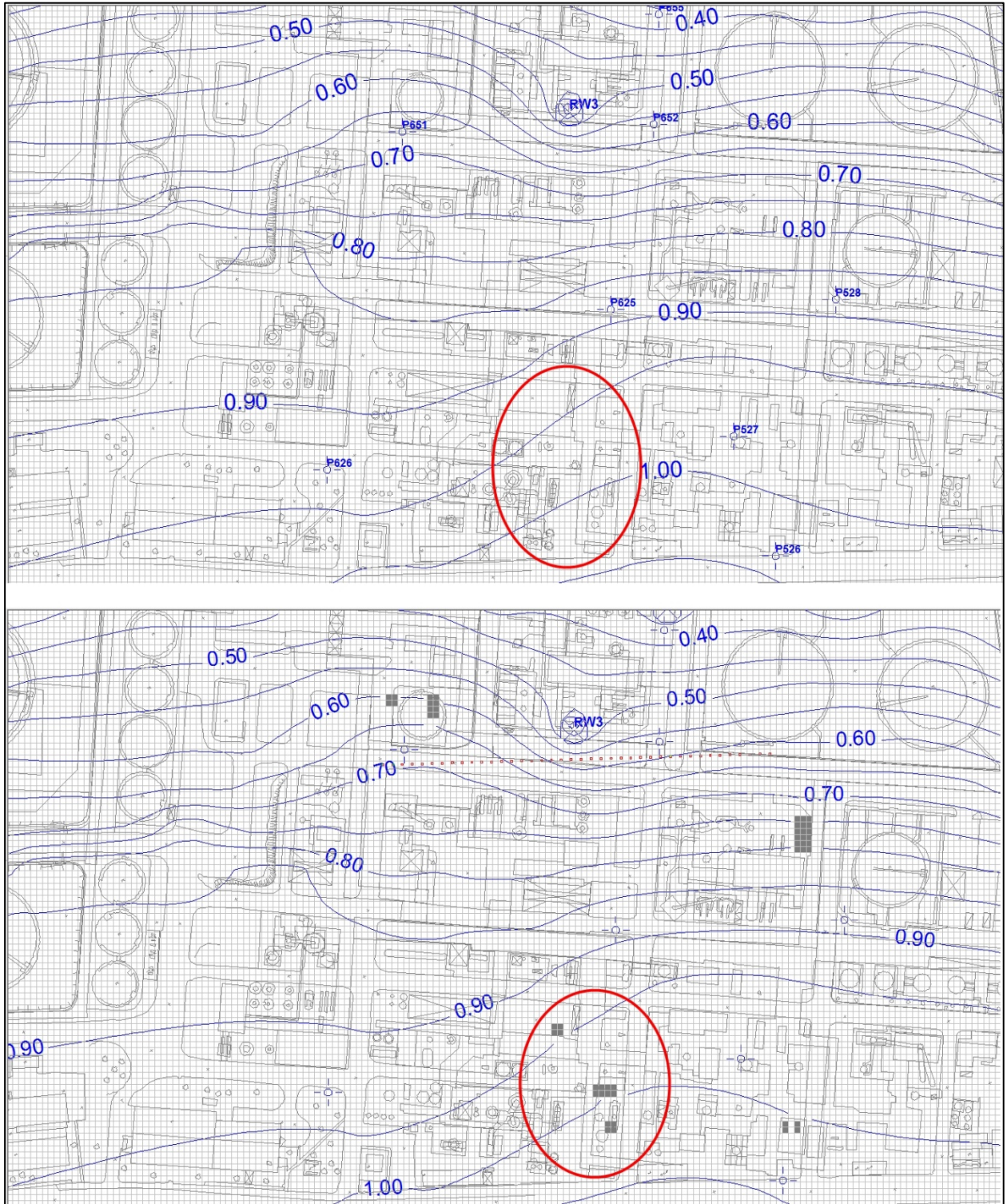


“non displacement piling” già adottata in precedenti interventi, Cfr. “Revamping reattore R3351 - HDS3”, “Adeguamento tabelloni alfanumerici”), intende adottare un’ulteriore misura cautelativa (concordata con gli EE.PP., cfr. doc. [5]) che prevede:

1. in fase preliminare, l’infissione di una “camicia protettiva” (di diametro da stabilire in fase di realizzazione) attraverso la realizzazione di un carotaggio in continuo fino a circa 1.5 m la quota di falda, quindi al di sotto dello spessore dell’eventuale prodotto libero presente, con lo scopo di isolare la porzione di terreno eventualmente contaminato all’interno della “camicia protettiva” ed evitare la possibilità di ricarica, una volta rimosso il prodotto eventualmente presente, all’interno della stessa;
2. rimozione del prodotto libero e/o del terreno contaminato ed avviamento a smaltimento secondo la normativa vigente;
3. prosecuzione della perforazione del micropalo in porzioni di terreno non contaminato solo dopo essersi accertati che all’interno del foro protetto dal tubo-camicia non vi sia la presenza di surnatante/terreno con evidenze organolettiche di contaminazione;
4. recupero della camicia al termine della realizzazione del micropalo.

Infine, relativamente al terzo criterio, il potenziale impatto delle opere in progetto sui sistemi di messa in sicurezza della falda è stato valutato con l’utilizzo del modello matematico di flusso. A partire dallo scenario utilizzato per la simulazione del funzionamento delle opere di barrieramento idraulico (Cfr. doc.[2]) si è potuto procedere alla simulazione dell’intervento assegnando alle celle in corrispondenza dei micropali un valore di conducibilità idraulica di  $1 \times 10^{-10}$  m/s, rappresentativo del valore tipico del calcestruzzo. In via precauzionale, non essendo ancora stata definita in sede progettuale, è stata assunta come interessata dalla presenza di micropali, l’intera superficie occupata dalle fondazioni. I risultati delle simulazioni evidenziano variazioni limitate e trascurabili rispetto alla piezometria simulata in assenza delle opere in progetto. In linea con le attese, la riduzione della sezione di deflusso, effettuata sulla base delle ipotesi modellistiche descritte, non comporta variazioni significative del livello piezometrico, né nei piezometri di osservazione, né nei pozzi più vicini (RW3 e RW10).

Figura 2 – Output della simulazione modellistica del flusso di falda nell'area oggetto dell'intervento (evidenziata con cerchio rosso) in assenza (sopra) e presenza (sotto) delle opere di fondazione





### 3.1 Piano di monitoraggio ed altre verifiche

Durante le attività di scavo e di realizzazione dei micropali api terrà costantemente monitorate le aree. Il monitoraggio sarà svolto allo scopo di valutare eventuali variazioni dello spessore di prodotto surnatante, di monitorare la soggiacenza nei pozzi e quindi la loro efficienza idraulica. Si prevede di monitorare i seguenti punti di osservazione: P526, P527 e P625.

Al fine di monitorare gli andamenti freaticometrici nei punti di monitoraggio limitrofi sono previsti due controlli giornalieri: prima dell'inizio dei lavori ed uno nel pomeriggio.

Prima dell'inizio dei lavori sarà necessario verificare che la distanza fra le fondazioni profonde ed i piezometri più prossimi sia sufficiente ad evitare danneggiamenti alla struttura del piezometro (dreno, ecc.).

## 4 CONCLUSIONI

Il presente documento descrive sinteticamente le modalità realizzative delle fondazioni sostenute da micropali, previste da api nell'ambito dei lavori di adeguamento del ciclo di desolfurazione distillati medi, funzionali alla futura produzione di combustibili marini a basso tenore di zolfo. Sulla base delle caratteristiche del sottosuolo interessato dagli interventi e, alla luce dei protocolli predisposti in accordo con gli Enti di Controllo, vengono evidenziati i potenziali impatti delle opere sui sistemi di barrieramento idraulico e in definitiva la loro compatibilità ambientale.

Gli interventi che api intende realizzare non costituiscono un impatto negativo sulle matrici ambientali interessate. Infatti gli effetti negativi, potenzialmente derivanti dai superamenti delle CSC nei terreni insaturi e dalla locale presenza di prodotto in fase libera, sono minimizzati dalle procedure adottate che prevedono l'esecuzione dei micropali con la metodologia "Tubfix" e l'impiego di una "camicia protettiva" con contestuale rimozione del prodotto surnatante eventualmente presente prima dell'inizio delle operazioni, come misura mitigativa rispetto alla migrazione del prodotto in fase libera.

L'opera è collocata ad oltre 100 m a valle idrogeologica dall'allineamento dei pozzi facenti parti della barriera idraulica, per cui gli impatti sull'efficacia della stessa sono trascurabili. Anche l'effetto sulla piezometria locale dell'area è di modesta entità, come verificato dalla modellazione matematica presentata.

La locale riduzione della permeabilità idraulica impone comunque un attento programma di monitoraggio piezometrico, ed una verifica da parte del progettista dell'assenza di interferenza diretta





dei micropali (ad esempio la formazione di eventuali “sbulbature” nel terreno in seguito all’iniezione di boiaccia di cemento) sull’integrità della struttura delle opere idrauliche preesistenti.