



Sito: Raffineria Sarroch (Cagliari)

**IMPIANTO: IGCC – Impianto di
Gassificazione a Ciclo
Combinato**

Gestore: SARAS SPA

Categoria: IPPC 1.1

DOMANDA DI AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE

AI SENSI DEL D.LGS. N.59 DEL 18 FEBBRAIO 2005

Scheda A - Allegato A.26c

*Relazione su attività connesse all'applicazione del
DM 471/99*



Settembre 2006

INDICE

1.	INTRODUZIONE	3
2.	GENERALITA'	4
3.	PIANO DI CARATTERIZZAZIONE	6
3.1	<i>Piano di investigazione iniziale</i>	<i>7</i>
3.1.1	Analisi dei centri di pericolo	9
3.1.1.1	Individuazione Zone omogenee.....	17
3.1.1.2	Ubicazione dei punti di indagine e criteri metodologici.....	19
3.1.1.3	Indagine dei suoli con "Gas Survey"	23
3.1.1.4	Indagine del suolo-sottosuolo con sondaggi a carotaggio continuo	24
3.1.1.5	Indagine degli acquiferi sotterranei.....	28
3.2	<i>Modello Preliminare Concettuale del sito</i>	<i>32</i>
3.3	<i>Modello numerico della falda</i>	<i>34</i>
3.4	<i>Analisi di rischio</i>	<i>35</i>
4.	MESSA IN SICUREZZA D'EMERGENZA DELLA FALDA	36
4.1	<i>Quadro di sintesi della messa in sicurezza d'emergenza della falda</i>	<i>39</i>
4.2	<i>Attività realizzata per la messa in sicurezza d'emergenza</i>	<i>40</i>
5.	MESSA IN SICUREZZA OPERATIVA DELLA FALDA	42
5.1	<i>Quadro di sintesi della messa in sicurezza operativa della falda.....</i>	<i>49</i>
5.2	<i>Attività realizzata per la messa in sicurezza operativa della falda.....</i>	<i>50</i>

1. INTRODUZIONE

La presente relazione riporta le attività connesse all'applicazione del DM 471/99 sul sito di Sarroch della Raffineria della SARAS SPA.

L'istruttoria, condotta dalla Direzione Generale Q.d.V. in sede di Conferenza dei Servizi presso il Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio, con la partecipazione dell'Assessorato dell'Ambiente della Regione Sardegna e dell'Amministrazione Provinciale di Cagliari, ha avuto inizio in data Aprile 2004.

Alla data di stesura della presente relazione le attività di investigazione sono tuttora in corso.

2. GENERALITA'

Come previsto dal DM 471/99, le attività realizzate e/o in corso sono le seguenti:

- *piano di investigazione iniziale*; attualmente in corso e consistente nella realizzazione di:
 - *analisi dei centri di pericolo delle attività*, distinguendo le diverse tipologie degli stessi (impianti in attività, processi produttivi, materie prime, reagenti, stoccaggi, discariche);
 - *una rete di sondaggi* nei suoli e nei sottosuoli e delle relative analisi aventi l'obiettivo di valutare lo stato di qualità dei suoli;
 - *una rete di piezometri nella falda sottostante la Raffineria e delle relative analisi*, aventi lo scopo di definire lo stato di qualità delle acque e l'obiettivo di valutare i meccanismi di diffusione e migrazione delle sostanze inquinanti eventualmente rilasciate dai centri di pericolo precedentemente individuati;
 - *definizione preliminare dell'assetto geologico, idrologico - idrogeologico, geomorfologico, pedologico, dei siti e delle componenti ambientali interessate dai possibili impatti*;

- *un modello preliminare concettuale del sito*. I dati acquisiti hanno consentito di definire preliminarmente le caratteristiche del sito in esame così come previsto nell'allegato 4 del DM 471/99. L'obiettivo di tale attività, è quello di valutare l'interazione delle componenti ambientali e le fonti di contaminazione, il grado e l'estensione della contaminazione nel suolo e nel sottosuolo e i percorsi di migrazione degli inquinanti.

- *implementazione di un modello numerico della falda superficiale*, al fine della valutazione dei meccanismi di flusso della acque di falda e di trasmissione degli inquinanti eventualmente riscontrati nella stessa;

- *Analisi di Rischio*. Lo studio dei parametri caratteristici di un sito contaminato che incidono in modo sensibile nella valutazione del Rischio (R) e delle Concentrazioni Residue Ammissibili (CRA), finalità dell'analisi di rischio sanitario (AdR) di un sito contaminato, si inserisce nell'ambito della ricostruzione del mondo reale (naturale e antropico), dei suoi elementi e delle interazioni tra di essi.

Allegato A26C

In base alle prime risultanze del piano di investigazione iniziale si è evidenziato un inquinamento della falda da parte di prodotti surnatanti (LNAPL, benzine e gasoli) e di prodotti derivati.

Conseguentemente il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio ha comunicato le seguenti prescrizioni:

- immediata messa in sicurezza in emergenza della falda, per mezzo di barriera idraulica e contemporaneo emungimento del surnatante da pozzi e piezometri;

Contemporaneamente a questo intervento si è proceduto alla proposta di messa in sicurezza operativa attraverso:

- barriera fisica costiera;
- e ulteriore sviluppo della barriera idraulica.

A tal proposito si è in fase di definizione dei dettagli progettuali con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

3. PIANO DI CARATTERIZZAZIONE

La SARAS SPA ha presentato agli organi competenti una proposta di Piano di Caratterizzazione (ai sensi del D. M. 471/99), del sito produttivo ubicato nell'area industriale di Sarroch.

Tali attività così come previsto nel D.M. 471/99, riguardavano la definizione del Piano di Investigazione Iniziale.

Su tale proposta sono state condotte diverse istruttorie tecniche da parte degli organi competenti (MATT Direzione Generale Q.d.V, RAS ADA, Provincia di Cagliari) i cui risultati sono stati presentati in sede di Conferenza dei Servizi presso il Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio, il giorno 27/04/2004.

La SARAS SPA ha recepito le prescrizioni riportate, integrando e modificando il piano di investigazione.

Al fine di calibrare le attività operative in funzione dei nuovi obiettivi individuati e delle prescrizioni indicate e in considerazione della complessità del sito, si è ritenuto opportuno effettuare una prima analisi dello stato del sito, con l'obiettivo di individuare e descrivere le possibili fonti di contaminazione (esterne ed interne) e le modalità attraverso le quali, tali fonti possono interferire con l'ambiente.

L'analisi dei dati e delle informazioni ha consentito la corretta impostazione delle indagini del Piano di Investigazione, il cui obiettivo è l'accertamento e la verifica delle ipotesi formulate in relazione alla pericolosità del sito ed alla vulnerabilità delle componenti ambientali interessate.

3.1 Piano di investigazione iniziale

Le attività operative e la caratterizzazione del territorio e del sito specifico, sono stati realizzati attraverso l'utilizzo di una metodologia articolata nelle seguenti fasi:

- Inquadramento fisico del sito, realizzato attraverso la raccolta e l'analisi dei seguenti dati: caratteristiche geologiche, pedologiche, idrogeologiche; per quest'ultimo aspetto particolare attenzione è stata posta nella definizione delle caratteristiche della falda presente, con la ricostruzione delle superfici piezometriche
- Caratterizzazione Centri Di Pericolo (CDP):
analisi delle attività produttive, incluse quelle adiacenti al sito stesso, potenziali cause di impatto ambientale, quali: processi industriali, reagenti utilizzati, materie prime, acque di processo, stoccaggi;
- individuazione di sottoaree (denominate Zone Omogenee);
- identificazione dei Centri Di Pericolo (CDP) per ogni Area individuata;
- Formulazione ipotesi di interazione tra CA (Componenti Ambientali) e CDP;
- Ubicazione e realizzazione rete piezometri e sondaggi;
- Qualità ambientale del sito (campionamenti e analisi acque e suoli);
- Modello Concettuale del sito:
- modello di flusso e trasporto della falda;
- meccanismi di diffusione degli inquinanti nei suoli;
- meccanismi di diffusione degli inquinanti nella falda.

Qui di seguito è riportato lo schema logico esemplificante l'approccio metodologico seguito:

METODOLOGIA OPERATIVA

Caratterizzazione dei Centri Di
Pericolo (CDP)

Inquadramento fisico del sito

Analisi delle attività produttive del sito e
delle aree circostanti;

Analisi del ciclo produttivo dello
Stabilimento;

Zonizzazione sito;

Caratterizzazione dei CDP per ogni
zona individuata;

Inquadramento geologico

Inquadramento pedologico

Inquadramento idrogeologico

Inquadramento climatologico

Caratteristiche chimico fisiche di acque e
suoli

Formulazione di ipotesi di interazione tra CDP e
Componenti Ambientali (CA)

Definizione e realizzazione rete
piezometri e sondaggi e tipologie di analisi

Meccanismi di diffusione degli inquinanti nei
suoli
Meccanismi di diffusione degli inquinanti
nella falda

Qualità ambientale del sito

(acque e suoli)

Modello concettuale del sito

Modello di flusso e di trasporto nella falda

3.1.1 Analisi dei centri di pericolo

La definizione dei Centri Di Pericolo (CDP) è strettamente legata all'interazione di elementi concomitanti, quali:

sorgenti potenziali di contaminazione interne o esterne allo Stabilimento, vie di migrazione, movimentazione e stoccaggio dei materiali impiegati, componenti ambientali coinvolte e loro vulnerabilità intrinseca, destinazione d'uso dell'area.

Nel caso specifico, l'analisi preliminare svolta sul sito, ha evidenziato una situazione di evoluzione industriale dall'anno di inizio dell'attività produttiva stessa, unita allo sviluppo normativo nel campo ambientale o di norme ambientali sempre più stringenti. Lo stato di contaminazione del suolo in un sito industriale verosimilmente è il risultato della somma di specifiche contaminazioni che possono essersi verificate sin dalle prime fasi di esercizio dello Stabilimento (rilasci, dilavamenti, perdite d'impianto, etc.). Come sorgenti potenziali di contaminazione, sono state prese in esame tutte le potenziali sorgenti di contaminazione di suoli che l'esperienza individua nella gestione di un sito industriale, e in particolare di una Raffineria. A tale riguardo, l'esperienza porta a valutare come Centri Di Pericolo interni quelli riportati nella tabella n.3.1.1.1. Tenendo poi conto che il sito industriale della Raffineria Saras si trova all'interno di altre forzanti di carattere antropico che potrebbero avere interferenze con il sito stesso, si ritiene opportuno introdurre tali realtà esterne riportandole come indicato nella tabella n.3.1.1.2.

Allegato A26C

Tabella n.3.1.1.1: CDP interni

Potenziali CDP interni allo stabilimento	Localizzazione Zona omogenea
Area impianti	Zona P
Deposito nazionale: deposito e carico benzine e gasoli per autotrazione	Zona A
Area serbatoi	Zone D, E, F, G, H
Sala pompe	Zona P/ I
Aree di Stoccaggio rifiuti **	Zone: B2, C1, C2
Collettori fognari oleosi	
Linee di movimentazione prodotti e pensiline di carico	

** - Area pavimentata di deposito preliminare di rifiuti.

Allegato A26C

tabella. 3.1.1.2 forzanti esterne e quadro ambientale

Forzanti antropiche esterne allo stabilimento	Pressioni	Stati	Impatti
mezzi di trasporto marittimo petrolifero e commerciale mezzi di trasporto terrestre	Trasporto merci e sostanze pericolose ↓ Incidenti o sversamenti accidentali	Qualità acque e sedimenti aree circostanti Qualità suoli	Contaminazione aree circostanti l'area industriale Contaminazione dell'area industriale
attività industriali limitrofe	carichi inquinanti diretti	Effetti di bioaccumulo e danni sugli organismi	Rischio ecologico e per la salute umana
Discariche presenti	si	Qualità dell'aria	Degrado del paesaggio
insediamenti urbani	Carichi inquinanti diretti	Qualità acquiferi sotterranei	Rischio incidente rilevante

Allegato A26C

Per ridurre i possibili impatti che possono derivare dall'interazione dei fattori indicati nelle due tabelle sopra riportate, la Raffineria realizza le seguenti attività:

- interventi guidati a regolarizzare il traffico marittimo verso il proprio pontile e ridurre il rischio di incidenti in mare; considerato che la zona prospiciente i siti industriali è interdetta alla navigazione;
- il marginamento dei sistemi di raccolta delle acque superficiali;
- il monitoraggio dell'ambiente marino antistante la Raffineria, comprendente l'analisi di acque e sedimenti, incluso il controllo di indicatori biologici quali la Posidonia Oceanica, il *Mytilus galloprovincialis* e l' *Ascidia*, effettuato con cadenza semestrale dal 1999;
- il monitoraggio delle emissioni realizzato su tutti i camini della Raffineria con cadenza annuale ed in continuo sui principali camini;
- il monitoraggio dei microinquinanti in aria in postazioni esterne ed interne alla Raffineria, con cadenza semestrale;
- il monitoraggio in continuo della qualità dell'aria all'esterno dell'insediamento industriale;
- il monitoraggio delle deposizioni atmosferiche, con cadenza mensile;
- gli interventi sui processi produttivi diretti a ridurre le emissioni in atmosfera;
- le opere di pavimentazione all'interno del sito, finalizzate alla impermeabilizzazione dei suoli;
- le opere di cementazione o di isolamento tramite l'impiego di strati di argilla nelle zone di contenimento dei serbatoi utilizzati per accogliere i derivati dalla lavorazione dei grezzi.

Si allega la tabella n.3.1.1.3, comprendente una breve descrizione dei principali impianti della Raffineria.

Alla presente tabella segue la legenda delle sigle dei prodotti di impianto (tabella 3.1.1.4).

Allegato A26C

Tabella n.3.1.1.3 - Breve descrizione dei principali impianti - Zona omogenea di appartenenza P

impianto	Descrizione	Materie prime	prodotti
Topping 1/ Topping 2, RT2	Processo di distillazione atmosferica del petrolio greggio dal quale si ottengono le principali frazioni di petrolio da destinare ed avviare ai diversi impianti di trattamento.	1) grezzo 2) semilavorato (materiale già processato; i più tipici semilavorati sono costituiti normalmente da residui di distillazione atmosferica flussati convenzionalmente definiti fuel oil).	F.G., GPL, IC5+ BAL, BAM, BAP, Kero, GAL, GAM, GAP, R.A.
impianto Vacuum V1	distillazione sotto vuoto, consente di distillare componenti con temperatura di ebollizione equivalente atmosferica di 560°C, limitando la produzione di coke.	R.A., R.V., TAR	LVGO, HVGO, R.V.
impianto Vacuum V2	distillazione sotto vuoto, consente di distillare componenti con temperatura di ebollizione equivalente atmosferica di 560°C, limitando la produzione di coke.	R.A.	LVGO, HVGO, R.V.
Impianto Visbreaking RT1 (Viscosity Breaking)	Procedimento di conversione termica applicato ai residui della distillazione del greggio, permette di ottenere distillati leggeri da oli combustibili tramite craking termico.	R.V., R.A.	F.G., benzine, gasolio, TAR.

Allegato A26C

Impianto Mild Hydrocracking MHC-HDS I II	Impianti per la desolforazione del gasolio pesante.		HVGO desolforato, gasolio
Impianto cracking catalitico FCC (Fluid Catalytic Cracking)	produce principalmente benzina, gpl, gasolio (catalizzatore : zeoliti).	R.A., HVGO (proveniente da Vacuum ed MHC)	F.G., GPL, Benzina e gasolio da cracking, olio chiaro
Impianto reforming catalitico CCR (Continuous Catalyst Regeneration)	permette di ottenere benzine ad elevato numero di ottano (catalizzatore A base di platino)	BAM, BAP, MCN, Benzina media da crecking	F.G., Benzina riformata, GPL.
Impianto Alchilazione	produce benzina partendo da butano saturo e insaturo; utilizzo di acido fluoridrico come catalizzatore in fase omogenea,.	Butano saturo : C4 da Topping /Reforming; insaturo : butileni da FCC)	Benzina alchilata, propano e butano
Impianti desolforazione U300, U400, U500, U700	In tali unità si procede alla rimozione dello zolfo dai tagli , sino alle concentrazioni ammesse dalle severe normative vigenti.	Gasolio	Gasoli desolforati
Impianto Splittaggio (GPL T 110)	Frazionamento propano, butano	GPL	Propano e Butano
Impianto Mercox cherosene	Addolcimento cherosene	Cherosene	Cherosene addolcito
Impianto di gasificazione IGCC	Massificazione olio combustibile pesante e	TAR	Energia elettrica

Allegato A26C

	produzione di energia elettrica		al GRTN; idrogeno e vapore alla raffineria
Impianto eterificazione TAME (ter-amil metiletere)	Impianto che permette di migliorare le caratteristiche della benzina finita prodotta riducendone i componenti inquinanti presenti (olefine). Utilizzo di catalizzatore al palladio	LCN da FCC, + metanolo	Benzina eterificata

Allegato A26C

Tabella n.3.1.1.4 - Legenda sigle dei prodotti di impianto

Sigla	Prodotto
F.G.	Gas combustibile
GPL	Gas di petrolio liquefatti
IC5	Isopentano
BAL, BAM, BAP	Benzina atmosferica leggera, media, pesante
Chero	Cherosene
GAL, GAM, GAP	Gas atmosferico leggero, medio, pesante
R.A.	Residuo atmosferico
LVGO	Gasolio leggero da vacuum
HVGO	Gasolio pesante da vacuum
R.V.	Residuo vacuum
T.A.R.	Residuo Visbreaking

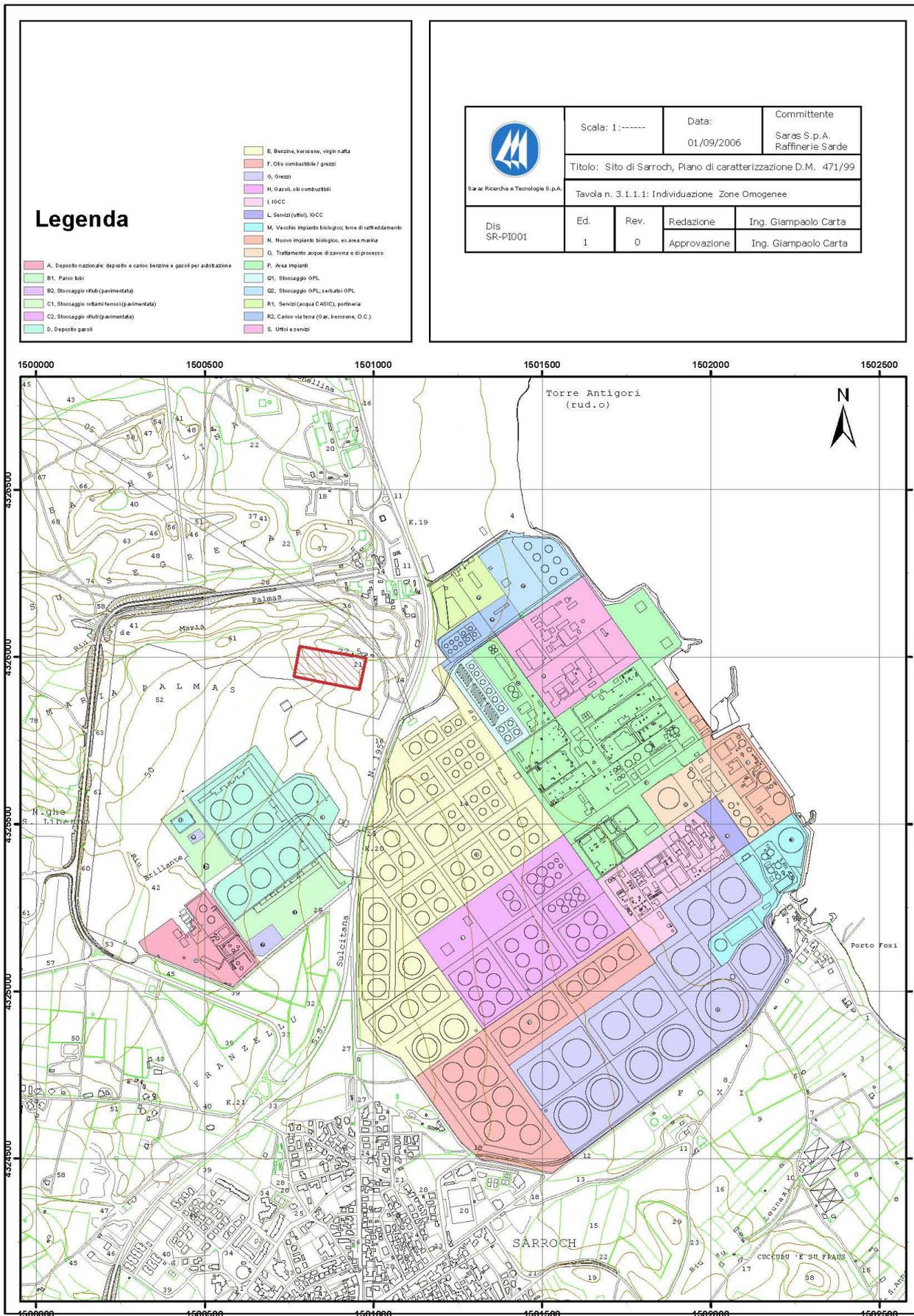
3.1.1.1 Individuazione Zone omogenee

L'approccio metodologico adottato è stato finalizzato a definire aree omogenee nelle quali le tipologie produttive, i cicli di lavorazione e le materie presenti fossero, il più possibile, uniformi.

Nelle diverse zone si sono definite le possibili fonti di contaminazione presenti, e le modalità attraverso le quali, tali fonti potrebbero rilasciare sostanze inquinanti.

Tenuto conto della complessità del sito, quest'ultimo è stato suddiviso in 21 Zone omogenee come riportato nella tavola n.3.1.1.1.

Questa metodologia ha permesso di stabilire l'ubicazione delle indagini da svolgere e la loro tipologia in funzione dei potenziali Centri Di Pericolo presenti in ogni Zona omogenea.



3.1.1.2 Ubicazione dei punti di indagine e criteri metodologici

Nell'ambito degli studi condotti, è stata predisposta l'esecuzione di una campagna d'indagini geoambientali per la verifica delle condizioni geologico-stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni dello Stabilimento, e per il campionamento di suoli ed acque da sottoporre ad analisi chimica.

La scelta dei punti di campionamento è stata eseguita sulla base di:

- modello geologico e idrogeologico concettuale preliminare;
- assetto idrogeologico generale;
- assetto produttivo e infrastrutturale del sito;
- suddivisione in zone omogenee.

In considerazione dello stato di conoscenza del sito si è ricorso ad un piano di sondaggi mirato ai bersagli della eventuale contaminazione e ai percorsi dei contaminanti, fissando un numero minimo degli stessi basato su di una maglia 50x50 metri per tutta l'estensione del sito produttivo.

Nell'ubicazione dei sondaggi si è anche tenuto conto:

- di una puntuale e critica valutazione della organizzazione pregressa e attuale dell'intero stabilimento industriale,
- delle specifiche attività attuali e pregresse che sono presenti nelle singole zone omogenee con tutte le possibili forme di interferenze con le componenti ambientali suolo/falda che una disamina tecnica ha valutato credibili,
- della gestione dei materiali, prodotti e rifiuti, nelle singole zone con gli interventi mitigatori attuali e pregressi nel campo ambientale.

Nella seguente tabella 3.1.1.2.1 si riporta il numero totale di sondaggi (SS) e di piezometri (PZ) previsti e realizzati:

Punti di campionamento	879
di cui SS	791
di cui Pz (1 ogni 2.5 ha)	88
SS eseguiti	323
Pz eseguiti	92
SS restanti	468
Pz restanti	-

Tab. 3.1.1.2.1 – stato di avanzamento dei lavori di perforazione

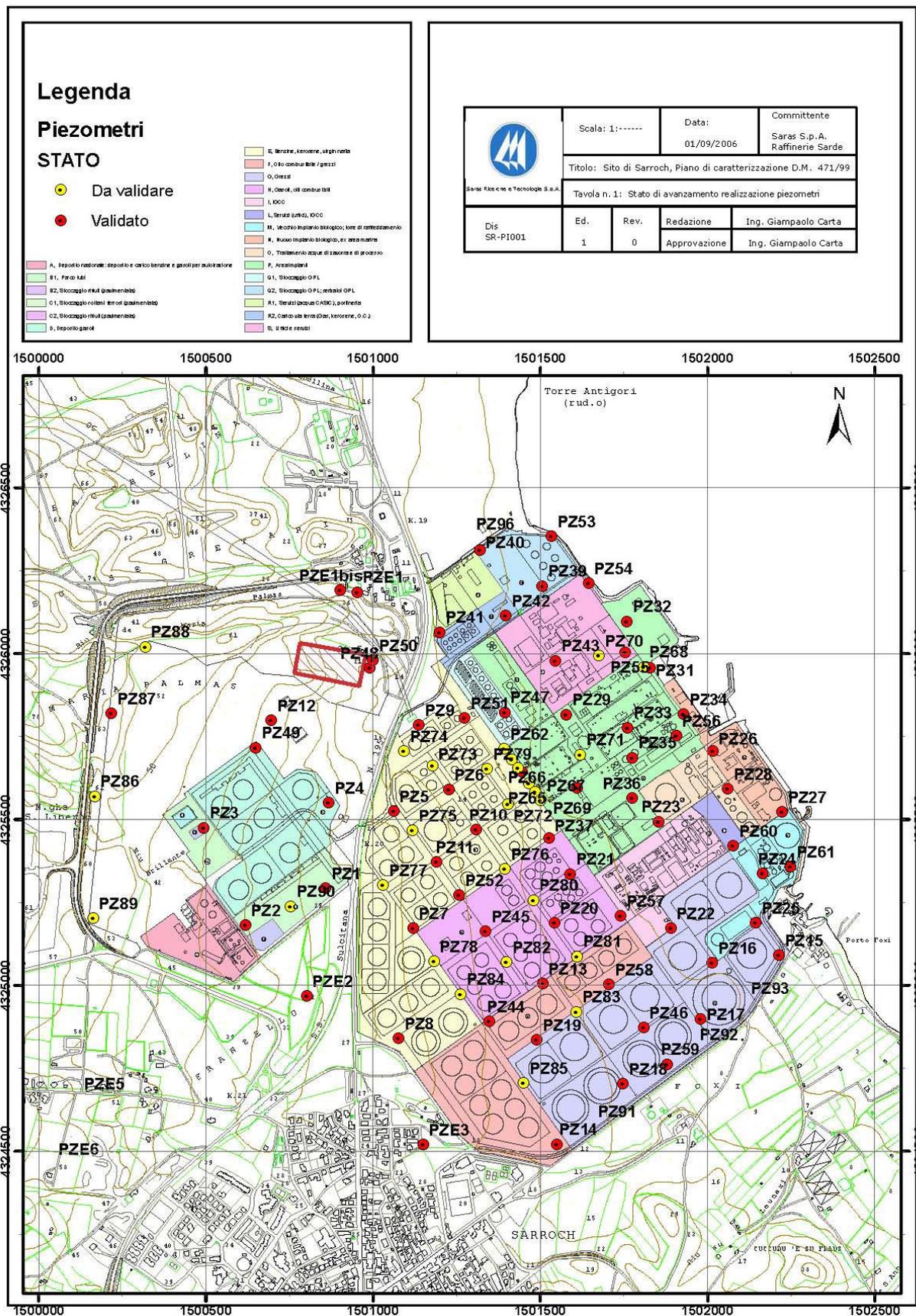
Legenda

- Punti misura - Gas Survey
- Serbatoi
- Bacini di cont. in cemento
- Bacini di contenimento
- Perimetro fiscale
- Pavimentazione in cemento o asfalto
- Rete stradale

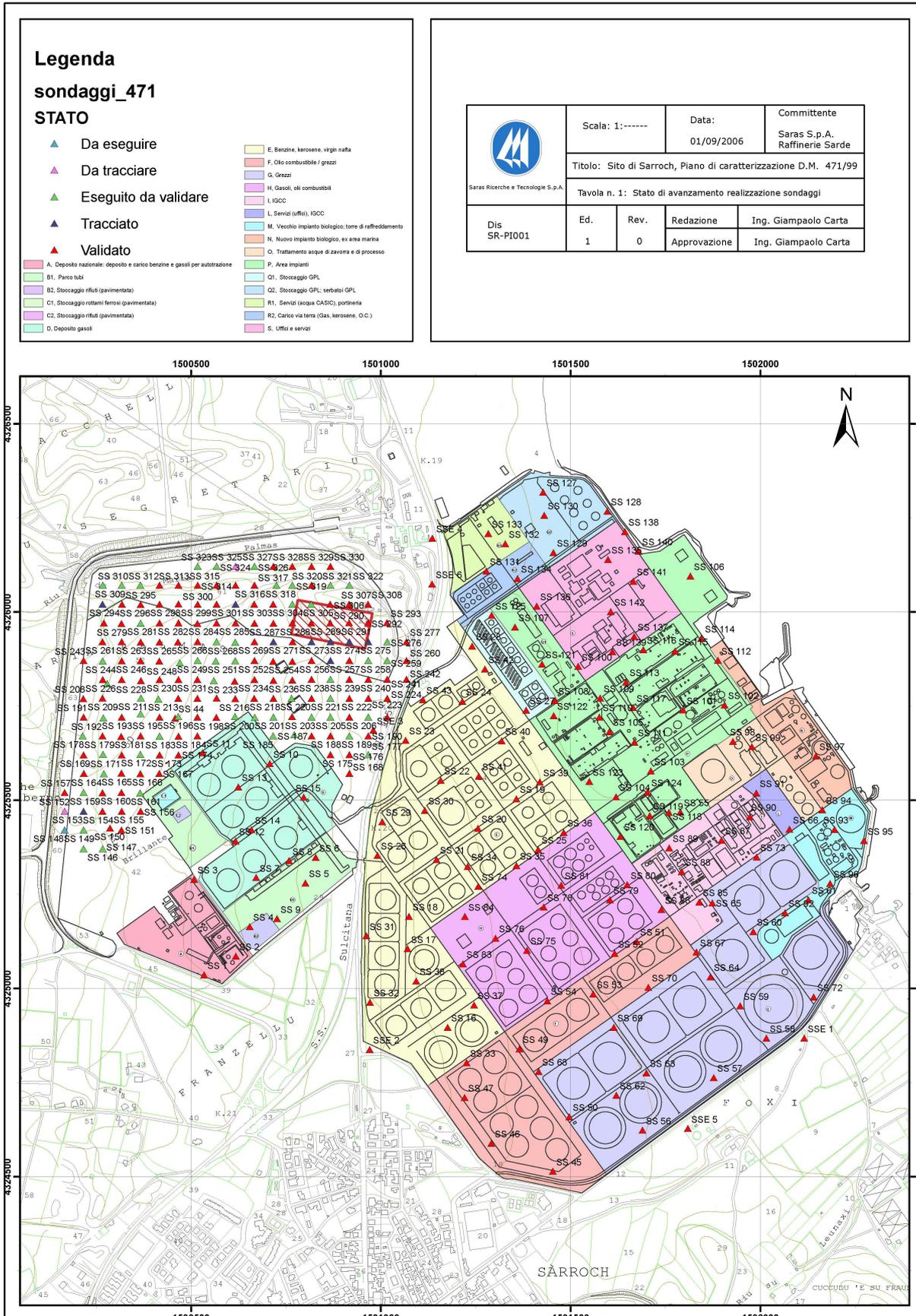
Scala: 1:3.000		Data: 08/03/2005		Committente Saras Raffinerie	
Titolo: Sito di Sarroch, Piano di caratterizzazione D.M. 471/99					
Tavola n. 3: "Gas Survey" - Maglia di campionamento					
Dis. SR-PI002	Ed. 1	Rev. 1	Redazione Approvazione	Dott.ssa Carla Pirius Ing. Gianpaolo Carta	



Tav. 3.1.1.2.1 Gas Survey - rete di campionamento



Tav. 3.1.1.2.2 Rete di piezometri realizzati



Tav. 3.1.1.2.3 Rete di sondaggi realizzati

3.1.1.3 Indagine dei suoli con "Gas Survey"

Come richiesto dall'Istruttoria, è stata realizzata una campagna di "gas survey", allo scopo di indagare lo strato superficiale di suolo sull'eventuale presenza di componenti organici volatili (VOC) e di idrocarburi leggeri.

- *La maglia di campionamento* è stata impostata con una maglia quadrata regolare costituita da celle di dimensioni di 50 m avente gli assi del reticolo paralleli alle direzioni delle rete stradale interna allo stabilimento.
- Il numero di campioni complessivo è stato di circa 550 punti.
- *La metodica di campionamento* risponde alle norme ASTM 4547_03. Per il prelievo dei campioni è stato utilizzato un campionatore tipo "EnCore® Sampler":
- Al prelievo del campione di suolo ha seguito una misura in foro dei VOC per mezzo di un rivelatore a fotoionizzazione (PID) fornito di asta campionatrice.

Su tali campioni è in fase di conclusione l'analisi dei BTEX e degli idrocarburi leggeri (C<12).

3.1.1.4 Indagine del suolo-sottosuolo con sondaggi a carotaggio continuo

I parametri chimico fisici del suolo oggetto dell'indagine sono (tab. 3.1.1.4.1):

Allegato A26C

	Composti inorganici (sul T.Q.)		Policiclici aromatici		Caratteristiche Pedologiche
4	Cadmio	29	Benzo(a)antracene		Tessitura
5	Cobalto	30	Benzo(a)pirene		Struttura
6	Cromo totale	31	Benzo(b)fluorantene		Scheletro
9	Nichel	32	Benzo(k)fluorantene		Cementazione
10	Piombo	33	Benzo(g,h,i)perilene		Granulometrica
11	Rame	34	Crisene		
15	Vanadio	35	Dibenzo(a,h)antracene		Composti inorganici (test di cessione)
16	Zinco	36	Indenopirene	4	Cadmio
	pH	37	Pirene	5	Cobalto
	Cianuri liberi	38	Sommatoria (31, 32, 33, 36)	6	Cromo totale
				9	Nichel
	Aromatici		Fenoli non clorurati	10	Piombo
19	Benzene	67	o m p fenolo	11	Rame
20	Etilbenzene	68	fenolo	15	Vanadio
21	Stirene			16	Zinco
22	Toluene		Idrocarburi		
23	Xilene	91	Idrocarburi Leggeri < C12		Amianto
		92	Idrocarburi pesanti >C12		
			Diossine e furani		

Allegato A26C

		89	Sommatoria PCDD, PCDF (conversione T.E.)		
		90	PCB's/PCT's		
			Speciazione Idrocarburi		

tab. 3.1.1.4.1 – parametri chimico fisici determinati nei suoli

Allegato A26C

Ad oggi, sono state completate le analisi su circa 390 fra sondaggi e piezometri e sono in lavorazione le analisi relative ad altri 30 sondaggi.

In riferimento alla formazione del campione di terreno dalle carote, in accordo con l'Autorità locale competente e con il "Protocollo d'intesa per gli interventi di risanamento dei siti di Enichem SpA e Polimeri Europa SpA in Regione Sardegna - Linee guida operative per la redazione, esecuzione e gestione dei Piani di Caratterizzazione D.M. 471/99" approvato dalla Regione Sardegna, le analisi dei suoli vengono effettuate su campioni metrici preventivamente omogeneizzati.

Generalmente sono stati riscontrati pochi casi di valori di concentrazione superiore alla norma. Di questi, la maggior parte sono stati rilevati nei test di cessione e nelle analisi degli idrocarburi con C>12.

3.1.1.5 Indagine degli acquiferi sotterranei

Attualmente sono stati realizzati 92 piezometri e 15 pozzi.

I parametri chimico fisici delle acque oggetto dell'indagine sono (tab. 3.1.1.5.1):

Allegato A26C

	Metalli		Composti organici aromatici	Parametri caratterizzanti
4	Cadmio	24	Benzene	pH
5	Cobalto	25	Etilbenzene	Temperatura
6	Cromo totale	26	Stirene	Conducibilità
9	Nichel	27	Toluene	O ₂ disciolto
10	Piombo	28	para-Xilene	Potenz RedOX
11	Rame		MTBE	Solfati
15	Vanadio		TAME	Nitriti
16	Zinco		Altri eteri	Nitrati
10	Ferro			N-Ammoniacale
16	Manganese		Fenoli non clorurati	
		67	o m p fenolo	
	Inquinanti inorganici	68	fenolo	
20	Cianuri (liberi)			
			Idrocarburi	
	Policiclici aromatici		Idrocarburi C5-C9 GROS (come n-esano)	
29	Benzo(a)antracene		Idrocarburi C10-C28 DROS (come n-esano)	
30	Benzo(a)pirene		Idrocarb totali	
31	Benzo(b)fluorantene			
32	Benzo(k)fluorantene		Metanolo	

Allegato A26C

33	Benzo(g,h,i)perilene				
34	Crisene		PCB's/PCT's		
35	Dibenzo(a,h)antracene				
36	Indenopirene				
37	Pirene				
38	Sommatoria (31, 32, 33, 36)				

tab. 3.1.1.5.1 – Parametri chimico fisici delle acque

Allegato A26C

Ad oggi sono state realizzate due campagne di campionamento delle acque di falda. La prima campagna è stata realizzata tra il 16 ed il 23 dicembre 2004. La seconda campagna di campionamento è stata realizzata nel mese di luglio 2006 (attualmente è in fase di completamento delle analisi chimiche).

Nella prima campagna di campionamento delle acque i principali parametri risultati superiori ai limiti del D.M: 471/99 sono :

- idrocarburi totali;
- BTEX;
- PCB;
- inoltre è stata riscontrata la presenza di prodotto surnatante (benzine-gasoli) in prossimità dell'area di stoccaggio dei prodotti;

3.2 Modello Preliminare Concettuale del sito

La costruzione del modello Preliminare concettuale (geologico, idrogeologico, di contaminazione) del sito di Sarroch si è basata sull'analisi critica dei risultati sito-specifici ricavati dalla campagna di caratterizzazione effettuata fino ad oggi. Essa è stata condotta attraverso le seguenti principali campagne geognostico/ambientali:

- caratterizzazione meteorologica;
- caratterizzazione idrogeologica;
- campagne di rilevamento piezometrico;
- prove di pozzo e di pompaggio;
- caratterizzazione geologica:
- stratigrafica;
- strutturale;
- geomorfologia;
- caratterizzazione geofisica:
- indagini geoelettriche;
- caratterizzazione ambientale delle matrici suolo e acque sotterranee;
- attività di drilling e sampling;
- analisi di laboratorio.

Il "progress" delle campagne di caratterizzazione sito-specifiche geologico/idrogeologiche è consistito in:

- estensione dell'area di modellazione e di indagine idrogeologica da 3.8 kmq iniziali a 4.3 kmq attuali;
- elaborazione dei dati stratigrafici relativi ai 252 (dei complessivi 791 da realizzare) sondaggi geognostico/ambientali e degli 85 piezometri eseguiti;
- esecuzione di indagini geoelettriche e la relativa elaborazione numerica in chiave geologico/idrogeologica;
- le campagne di rilevamento piezometrico della falda freatica presente nell'area basate su un numero crescente di piezometri disponibili (85 dei complessivi 88+14 da realizzare);
- progressiva realizzazione dei pozzi barriera previsti con l'elaborazione dei parametri idrogeologici sito-specifici derivanti dalle prove di pozzo e di pompaggio;
- aggiornamento del software utilizzato per la calibrazione del modello idrogeologico digitale del sito (per una simulazione dinamico/interattiva e predittiva delle dinamiche delle acque sotterranee in relazione alla contaminazione rinvenuta in sito e al dimensionamento degli interventi di messa in sicurezza d'emergenza e definitiva dell'area);

Allegato A26C

- attività di aggiornamento numerico/concettuale e di elaborazione dei dati disponibili ha consentito un affinamento del quadro conoscitivo già acquisito ed un conseguente update del modello concettuale idrogeologico del sito.

Dall'attività di cui sopra e grazie alle migliori performances elaborative del nuovo software (Visual MODFLOW pro 4.1), è stato possibile operare una più precisa modellazione dell'assetto idrogeologico del sito e quindi rivisitare il disegno complessivo della barriera (dinamica e fisica) in termini sia di portate complessive di emungimento sia della geometria e della estensione della barriera fisica.

Attualmente il Piano di caratterizzazione è ancora in fase di completamento. Per la vastità dell'area indagata si è ancora nella fase del piano di investigazione iniziale.

Tuttavia in base ai risultati preliminari delle analisi dei suoli e delle acque di falda si può affermare che:

i suoli non presentano particolari situazioni di inquinamento in atto, salvo alcuni punti isolati; nelle acque di falda è stata rilevata la presenza di surnatante (LNAPL) in prossimità dell'area di stoccaggio dei prodotti nei serbatoi. Inoltre, in base ai risultati della prima campagna di campionamento (le analisi della seconda campagna sono in fase di completamento) è stata rilevata la presenza di inquinamento da idrocarburi totali e BTEX.

In base alle prime risultanze delle analisi il Ministero dell'Ambiente e del Territorio ha prescritto l'immediata messa in sicurezza di emergenza della falda consistente nell'emungimento del prodotto surnatante dai piezometri in cui è stato rilevato e contemporaneamente ad esso è stata iniziata la realizzazione di una barriera idraulica con lo sviluppo di una batteria di pozzi aventi lo scopo di intercettare le acque inquinate e ad inviarle all'impianto di trattamento autorizzato della Raffineria per venire, in seguito, riciclate nella produzione.

Parallelamente all'attività di messa in sicurezza di emergenza ha iniziato la fase di progettazione per la messa in sicurezza operativa, con la proposta al MATT della realizzazione dei seguenti interventi:

realizzazione di una barriera idraulica, avente lo scopo di intercettare le acque di falda, di mandarle al trattamento e seguente riutilizzo in impianto;

realizzazione di una barriera fisica lungo la linea di costa, sino ad incontrare in profondità la vulcanite impermeabile. Tale barriera avrà lo scopo di bloccare lo sbocco delle acque di falda a mare e contemporaneamente di permettere il completo recupero e depurazione delle acque di falda.

3.3 Modello numerico della falda

La presente nota riporta l'adeguamento del progetto di messa in sicurezza d'emergenza ed operativa del sito petrolifero di Sarroch della Saras SpA alle osservazioni emerse dalla Conferenza dei Servizi Decisoria (CSD) del settembre 2005.

Le osservazioni tecniche emerse dalla CSD del settembre 2005 consistevano in una valutazione tecnico-applicativa di due possibili alternative per la messa in sicurezza d'emergenza e operativa della falda:

- ❖ realizzazione di una barriera dinamica;
- ❖ realizzazione di una barriera fisica.

Ambedue le alternative sono state studiate nel dettaglio integrandole al quadro conoscitivo geologico-idrogeologico-ambientale del sito.

Di ciascuna alternativa sono stati elaborati degli scenari simulativi al fine di studiarne e verificarne la realizzabilità e l'efficacia.

Il progress della campagna di caratterizzazione sito-specifica ha permesso un ulteriore affinamento del modello concettuale geologico-idrogeologico del sito e con esso un conseguente miglioramento degli scenari simulativi con software MODFLOW, che in termini di predittività e contenuti possono oramai considerarsi consolidati.

In sintesi si è pervenuti ai seguenti risultati tecnici:

- la messa in sicurezza d'emergenza può essere proficuamente attuata, con alcuni accorgimenti, mediante una barriera dinamica di sbarramento ed intercettazione della contaminazione;
- la messa in sicurezza operativa potrà essere garantita dall'azione congiunta di una barriera dinamica di emungimento e una barriera fisica di sbarramento.

3.4 Analisi di rischio

Nell'ambito dell'integrazione del Piano di Caratterizzazione si sta procedendo con la realizzazione dell'Analisi di Rischio.

Per l'analisi di rischio del sito SARAS si è scelto di utilizzare il Software Giuditta ver. 3.0: in questa fase si sta procedendo con lo studio dei parametri caratteristici del sito che incidono in modo sensibile nella valutazione del Rischio e delle Concentrazioni Residue Ammissibili.

Nell'ambito del modello concettuale di caratterizzazione si stà procedendo ad un suo continuo aggiornamento attraverso:

- la prosecuzione dei carotaggi e le conseguenti analisi;
- campagne periodiche di campionamento dell'acqua di falda.

Parallelamente si sta procedendo ad una suddivisione del sito in sub-aree per tenere conto delle disomogeneità ed anisotropie delle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche, nonché della tipologia ed origine della contaminazione e delle modalità di esposizione e della tipologia dei recettori esposti.

4. MESSA IN SICUREZZA D'EMERGENZA DELLA FALDA

Al fine di trovare la migliore configurazione per l'intervento di messa in sicurezza di emergenza della falda, è stata esplorata anche una seconda ipotesi di configurazione in termini di disposizione dei pozzi e singole portate di emungimento.

In particolare in questa seconda configurazione è stata simulata la realizzazione di una serie di 6 pozzi barriera disposti lungo il confine nord della raffineria, in aggiunta alla batteria di pozzi barriera disposti lungo la linea mediana, esplorata nella simulazione di cui al punto precedente.

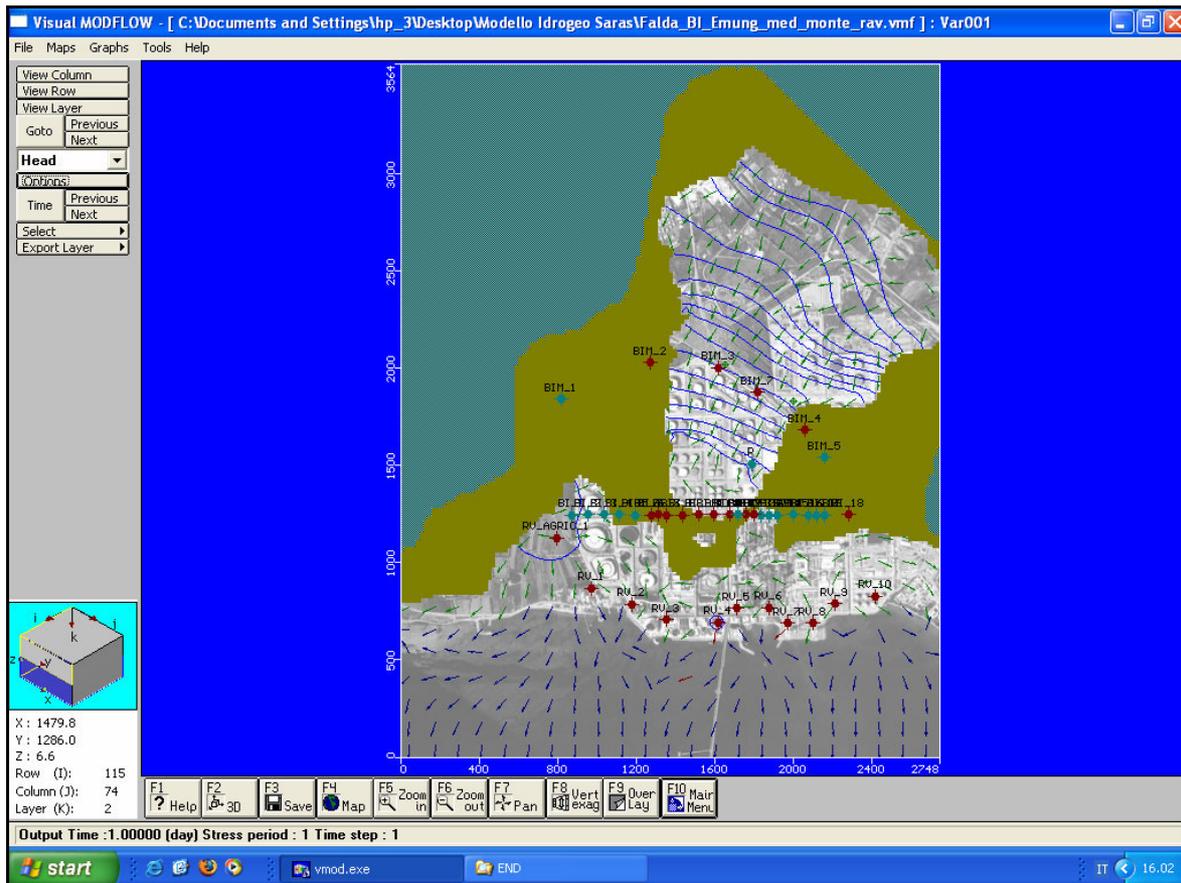
Questa esigenza nasce fondamentalmente da due considerazioni:

1. da un lato prevedere una configurazione alternativa che risponda alle normali esigenze di manutenzione che si avranno in futuro con la messa in esercizio della configurazione definitiva della barriera idraulica;
2. dall'altro disporre di una configurazione alternativa e complementare in grado di alleggerire il carico idraulico a valle, al fine di semplificare la gestione delle acque sotterranee in fase di cantiere della barriera fisica lungo il fronte mare, scenario questo che viene descritto nelle pagine successive.

Sulla base delle considerazioni argomentate nella simulazione precedente, anche in questa configurazione sono stati mantenuti i pozzi in ravvenamento lungo il fronte mare.

Nelle pagine seguenti viene descritta, attraverso una sequenza di layout estrapolati dal modello, la configurazione ipotizzata e gli effetti generati sulla falda.

Nella prima figura si può osservare come la disposizione dei 6 pozzi barriera lungo il lato nord, dei quali solo 4 attivi in questa ipotesi (il puntino rosso indica che il pozzo è attivo, il puntino verde che invece il pozzo è spento), consenta di intercettare a monte buona parte della falda, pertanto lungo la linea mediana il numero di pozzi attivi necessari per ottenere il contenimento della falda e quindi dell'inquinamento si riduce a 10, rispetto ai 20 della prima configurazione, soddisfacendo in questo modo alle esigenze di cui al punto 1 di cui sopra.

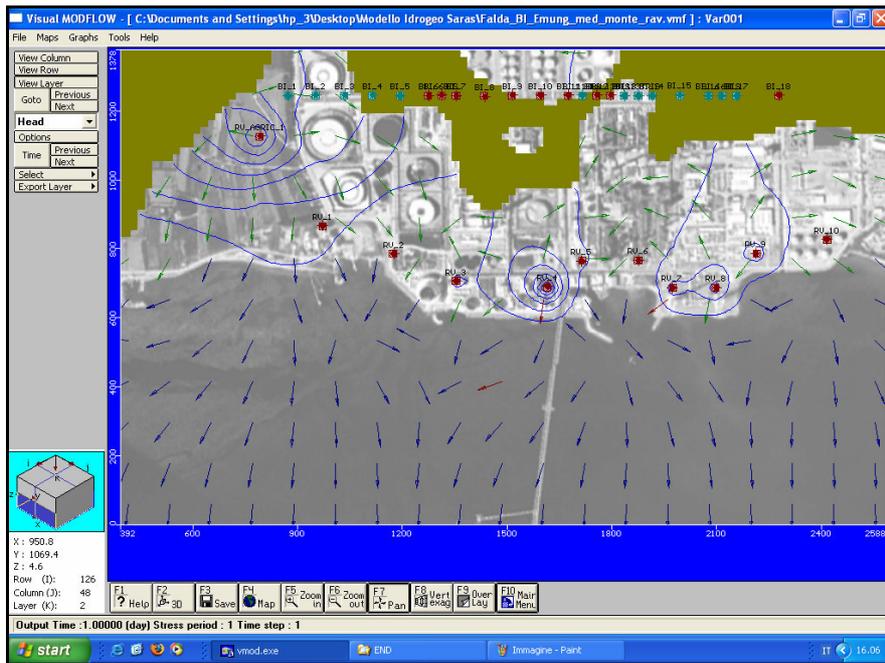


Scenario 2 - Layout simulazione con doppia barriera di emungimento monte-linea mediana e di ravvenamento sul fronte mare

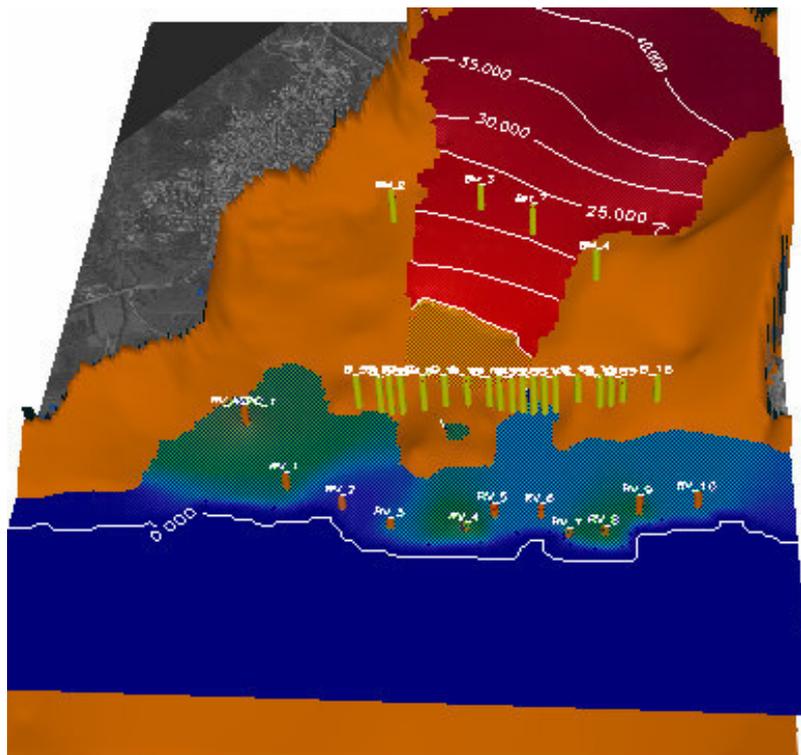
E' evidente, dalla analisi della figura, come si riesca anche con questa configurazione a determinare una chiusura del flusso della falda in corrispondenza della linea mediana. Questa configurazione corrisponde ad un emungimento di circa 19 mc/giorno, leggermente inferiore alla configurazione precedentemente. Questo aspetto presenta due chiavi di lettura estremamente interessanti:

1. da un lato una portata inferiore di emungimento sta a significare una migliore disposizione del fronte dei pozzi, che si traduce in una maggiore efficienza complessiva del sistema ipotizzato;
2. dall'altro è evidente dalla figura come questa maggiore efficienza complessiva si traduca in un minore restringimento della falda, pur determinando l'indispensabile sbarramento lungo la linea mediana dei pozzi.

Le figure alla pagina seguente mostrano, rispettivamente, un dettaglio della zona a valle in cui è attivo il fronte dei pozzi in ravvenamento e una estrapolazione tridimensionale della configurazione simulata.



Scenario 2 – dettaglio azione ravvenamento



Scenario 2 – vista 3D scenario simulato

4.1 Quadro di sintesi della messa in sicurezza d'emergenza della falda

Si riporta di seguito un quadro sintetico riepilogativo contenente alcuni parametri numerici relativi alle simulazioni relative alla messa in sicurezza d'emergenza della falda:

	SCENARIO	N. pozzi in emungimento	Portata Emunta (mc/giorno)	N. pozzi in ravvenamento	Portata in ravvenamento (mc/giorno)
Messa in sicurezza d'emergenza	SCENARIO 2	31	19	11	20

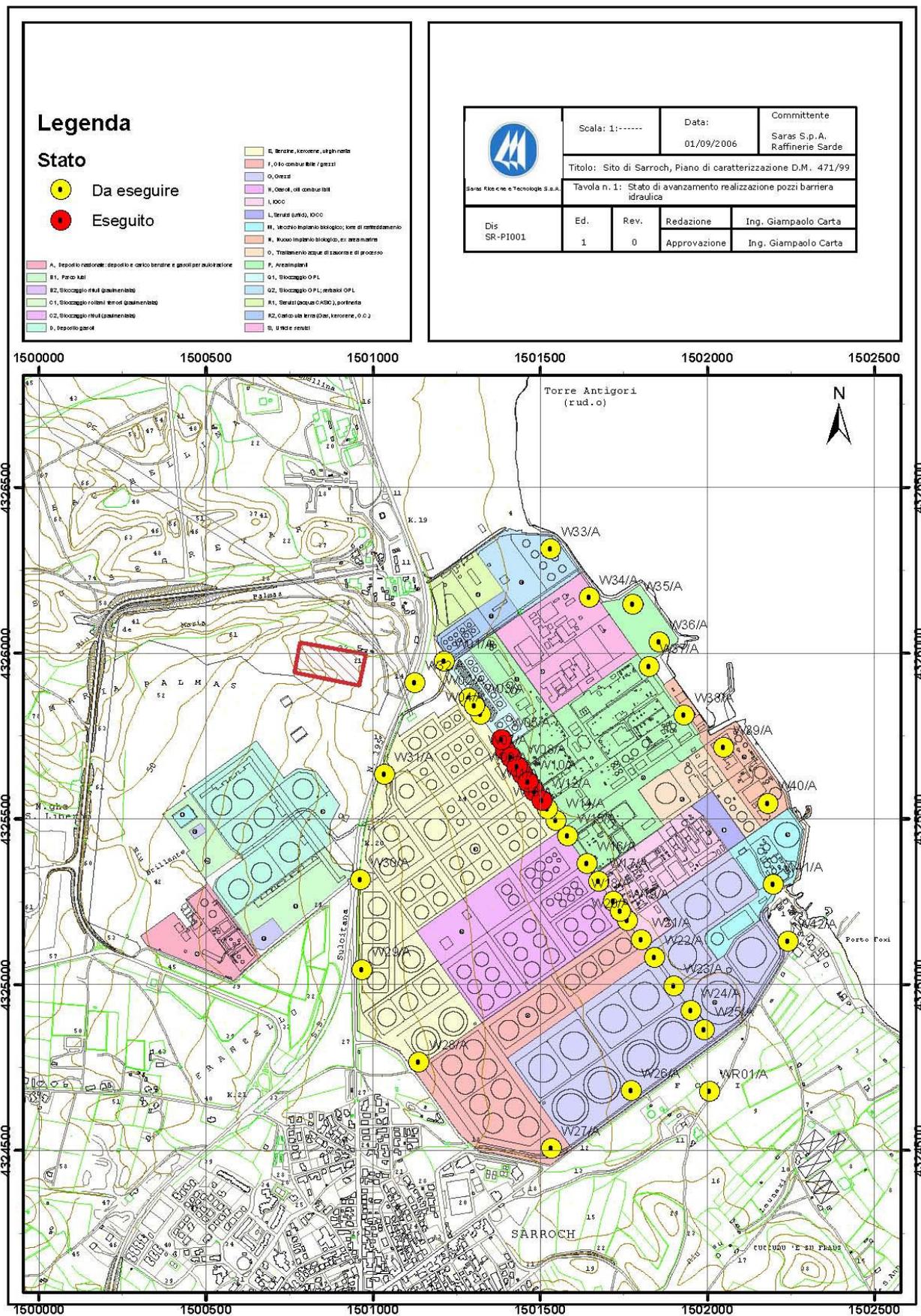
4.2 Attività realizzata per la messa in sicurezza d'emergenza

Le attività in corso e realizzate per la messa in sicurezza d'emergenza della falda sono le seguenti:

- estrazione del surnatante da 8 pozzi barriera con sistema skimmer fisso ad azoto e conferimento a stoccaggio del prodotto estratto (acqua e surnatante);
- estrazione del surnatante dai piezometri con sistema skimmer mobile ad azoto e conferimento a stoccaggio del prodotto estratto (acqua e surnatante);
- prosecuzione dell'attività di realizzazione di una nuova serie di pozzi sulla strada seconda, atti ad intercettare il flusso della falda a valle della zona principalmente compromessa.

Ciò In applicazione del progetto, precedentemente esposto, di messa in sicurezza d'emergenza della falda.

Attualmente sono stati realizzati e sono in pompaggio 8 pozzi sulla seconda strada (vedi Tav. 4.2.1).



Tav. 4.2.1 - Pozzi realizzati per la messa in sicurezza d'emergenza

5. MESSA IN SICUREZZA OPERATIVA DELLA FALDA

Definiti i possibili scenari di messa in sicurezza d'emergenza della falda, si è passati alla fase successiva di definizione degli scenari possibili nell'ambito dell'attività di messa in sicurezza operativa del sito.

Nella sua formulazione più generale gli elementi caratterizzanti l'intervento sono rappresentati da:

1. realizzazione di una barriera fisica, simulata in due configurazioni differenti;
2. ottimizzazione delle portate di emungimento relative ai pozzi previsti nello scenario di messa in emergenza della falda, che pur rimanendo sostanzialmente gli stessi in termini di quantità e localizzazione, hanno subito una ridefinizione in termini di funzionalità e singole portate di emungimento, in ragione della nuova configurazione.

Poiché l'azione del muro si traduce in un effetto duplice di contenimento della falda da un lato, cui viene sbarrato in modo definitivo lo sfogo verso mare, e di contenimento dell'inquinamento dall'altra come diretta conseguenza del primo aspetto, la funzione dei pozzi barriera subisce in alcuni aspetti delle variazioni:

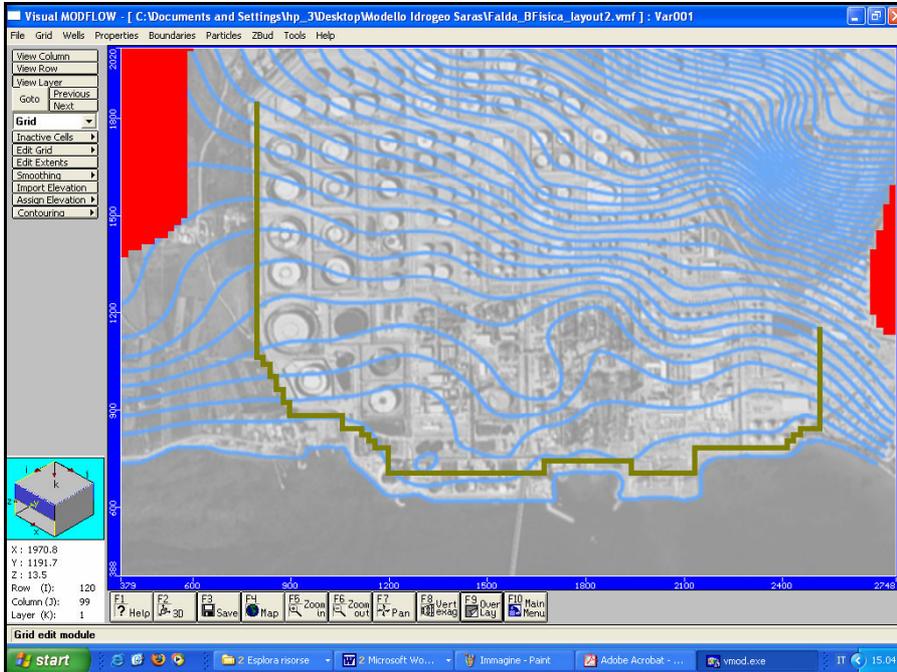
1. i pozzi disposti lungo la linea mediana, nella prima configurazione dell'intervento di messa in sicurezza d'emergenza, e in aggiunta a monte della raffineria, nella seconda configurazione, svolgono nei successivi scenari una funzione di controllo e modulazione del livello della falda di modo da controllarne il naturale innalzamento che si verificherebbe per la presenza del muro;
2. i pozzi disposti lungo il fronte mare, per i quali si era ipotizzata una funzione di barriera in ravvenamento per contrastare l'ingressione salina e contestualmente compensare in termini di bilancio di massa l'emungimento a monte, contribuiscono in questa fase a svolgere al pari degli altri pozzi le funzioni enunciate al punto 1, pertanto diventano anch'essi pozzi in emungimento.

Le simulazioni concluse si riferiscono sostanzialmente a due ipotesi. Nella prima è stato simulato uno scenario con una barriera fisica di estensione limitata al fronte mare del sito, nel secondo scenario la barriera fisica è stata estesa fino a chiudere le due ali dello stabilimento.

Di seguito vengono argomentati gli scenari proposti.

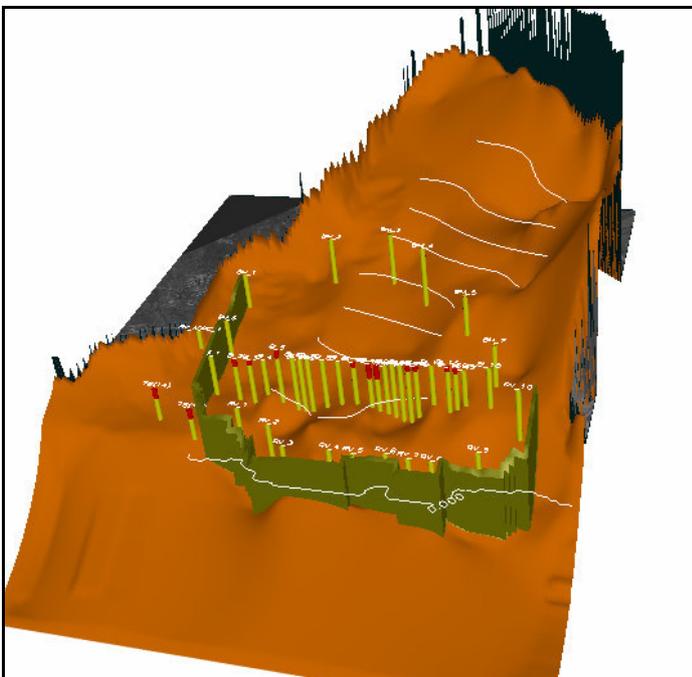
Allegato A26C

Come detto in questo ulteriore scenario si è ipotizzato un incremento della lunghezza della barriera fisica, estesa lungo il confine sud-ovest della raffineria (limite ovest nella figura estrapolata dal modello, ruotata per le ormai note esigenze del modello). Si veda in proposito la figura seguente.



Scenario 2- Layout barriera fisica estesa

Si veda anche la seguente ricostruzione tridimensionale.

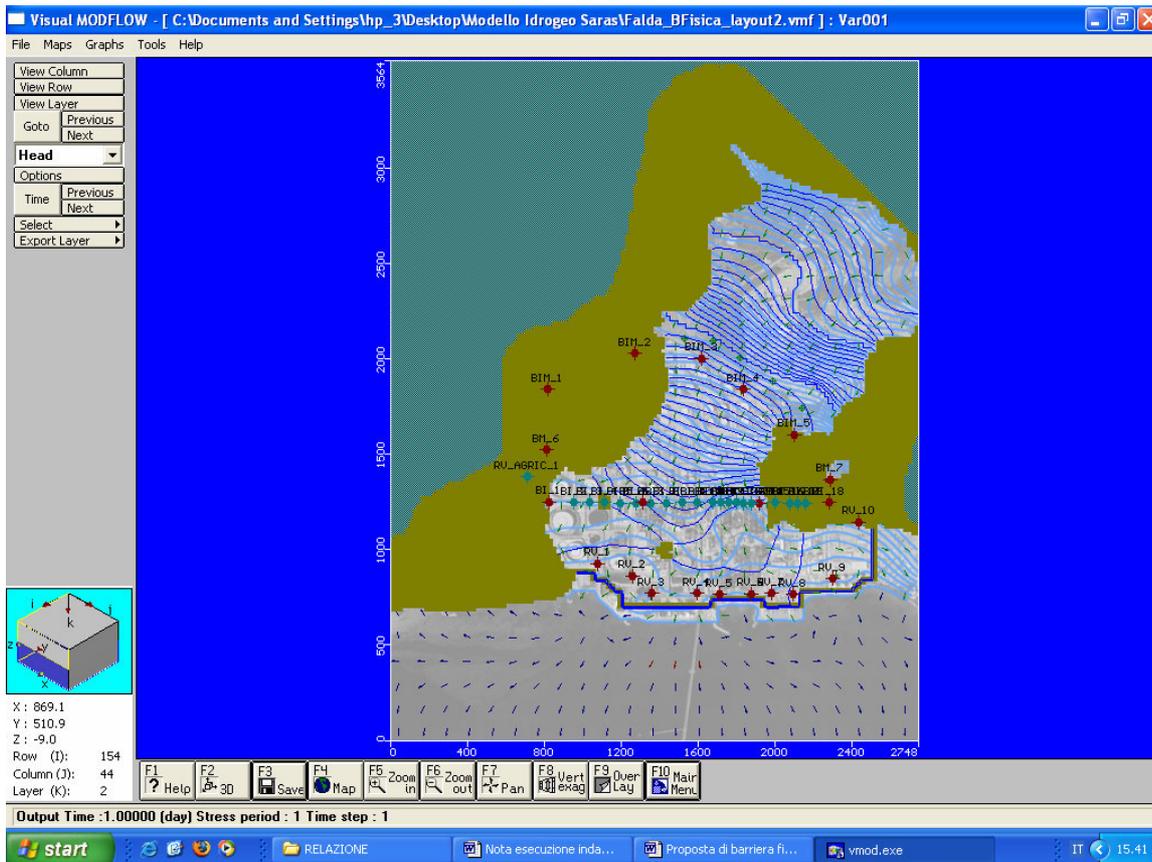


Anche in questa figura l'area di color arancione rappresenta la vista tridimensionale del bottom dell'acquifero sul quale si ancora la barriera fisica in progetto.

L'esito della simulazione, condotta secondo le specifiche più volte ricordate in questa nota, e cioè con un progressivo incremento delle portate emunte, fino al raggiungimento della configurazione

Allegato A26C

ottimale, è riportato nella figura seguente. Anche in questo caso la portata complessivamente emunta si attesta intorno ai 19 mc/giorno.



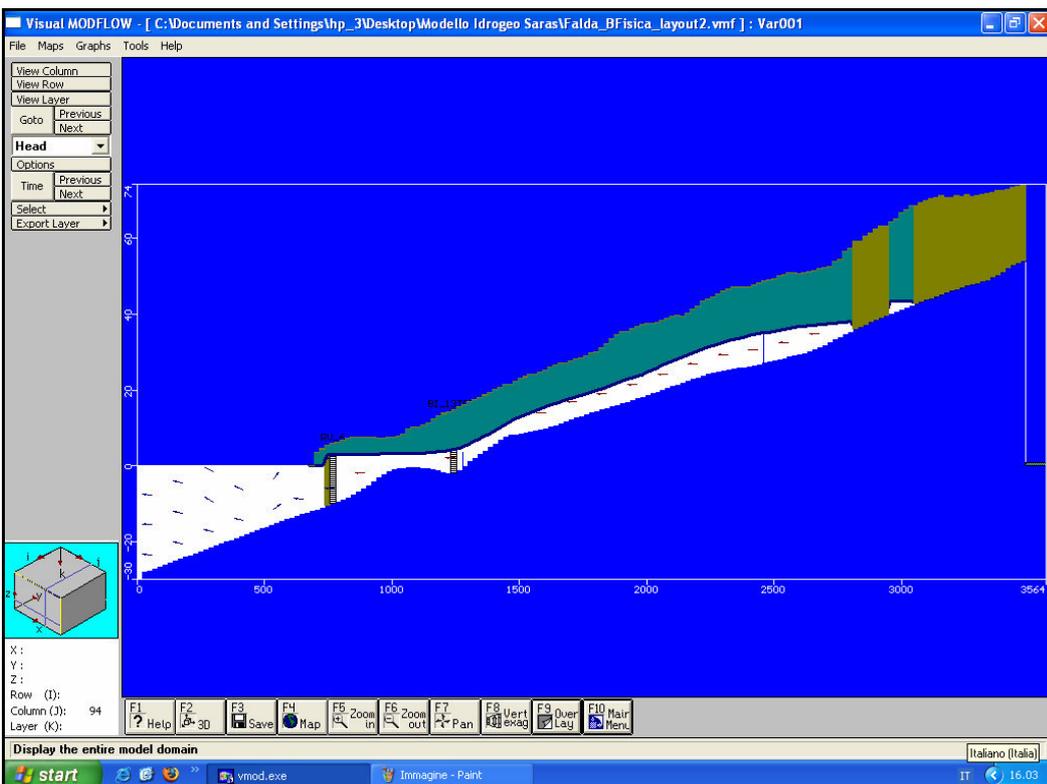
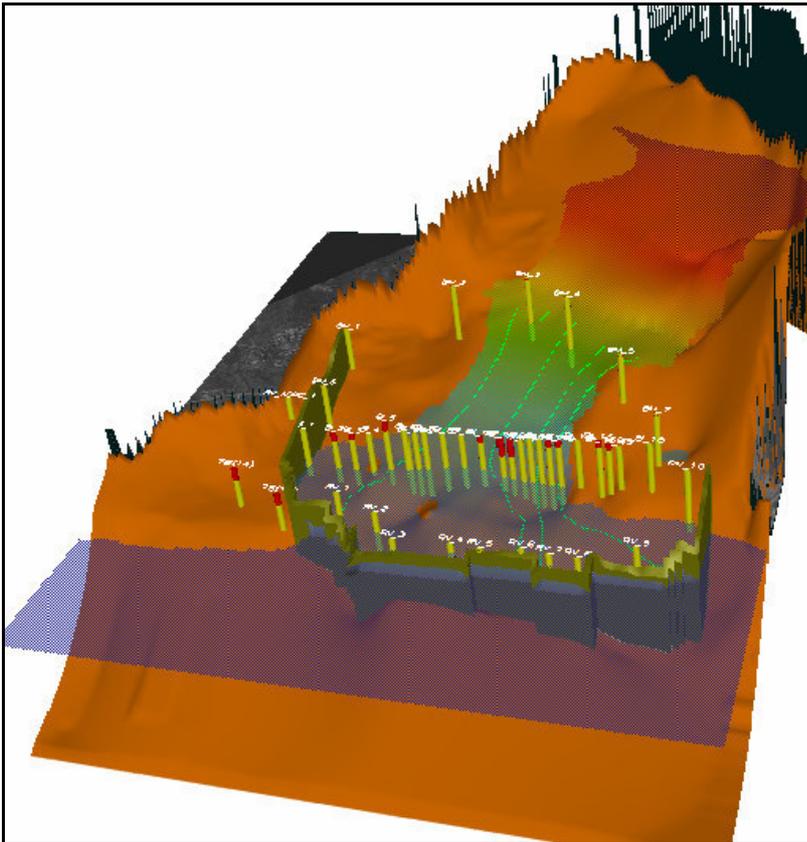
Scenario 2 – Output simulazione con portata di 19 mc/giorno

Rispetto all'ipotesi simulata nello scenario 1 si può notare come con questa configurazione si possano ottenere i seguenti risultati:

l'effetto barriera è facilmente raggiungibile, come nello scenario 1;

rispetto allo scenario 1, l'estensione della barriera fisica consente però di affrontare la gestione ottimale del sito in termini di messa in sicurezza operativa del sito, attività di bonifica, e qualsiasi altro tipo di scenario incidentale intrinseco alla tipologia del sito produttivo, in modo migliore; si vedano anche le figure seguenti con, rispettivamente, la ricostruzione tridimensionale e una sezione del risultato della simulazione:

Allegato A26C

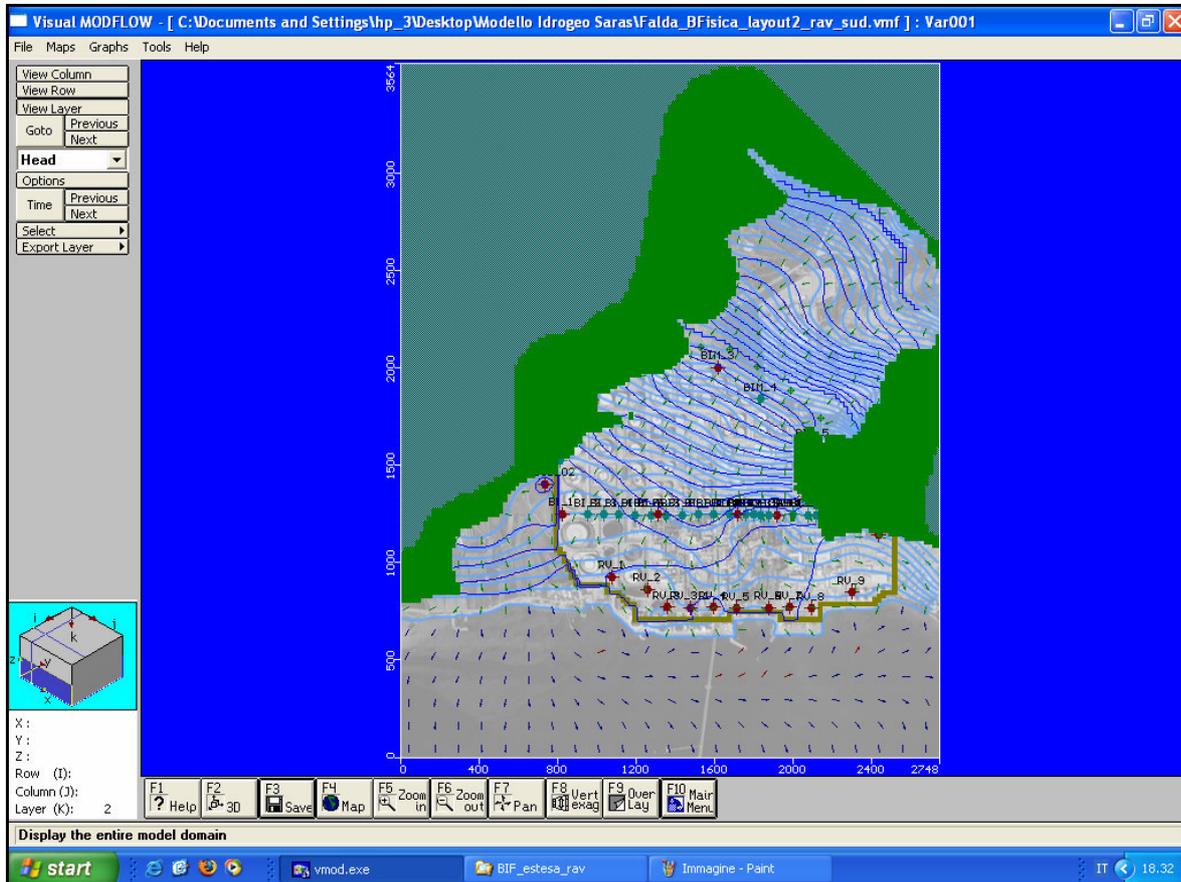


l'estensione della barriera fisica genera, come del resto si è discusso per lo scenario 1, una situazione di prosciugamento della falda nella solita zona agricola sul lato meridionale della raffineria (ad ovest nella figura): il vantaggio in questo caso è che l'azione di ravvenamento non solo non determina alcuna interferenza con il sistema di messa in sicurezza del sito (si vedano a Settembre 2006

Allegato A26C

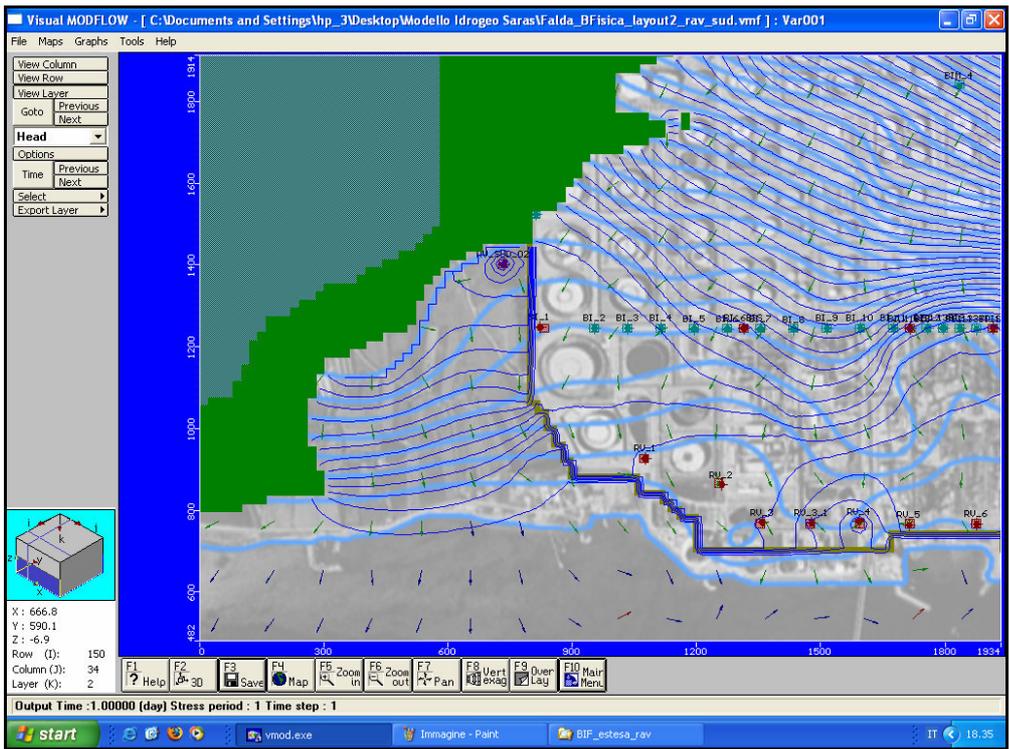
questo proposito le figure successive che mostrano la simulazione con il ravvenamento della falda freatica superficiale nella zona agricola), ma può essere gestito e progettato in modo indipendente, a garanzia dei target prefissi e dei risultati raggiungibili.

Si riportano ad esempio le figure esplicative di quanto sopra esposto.

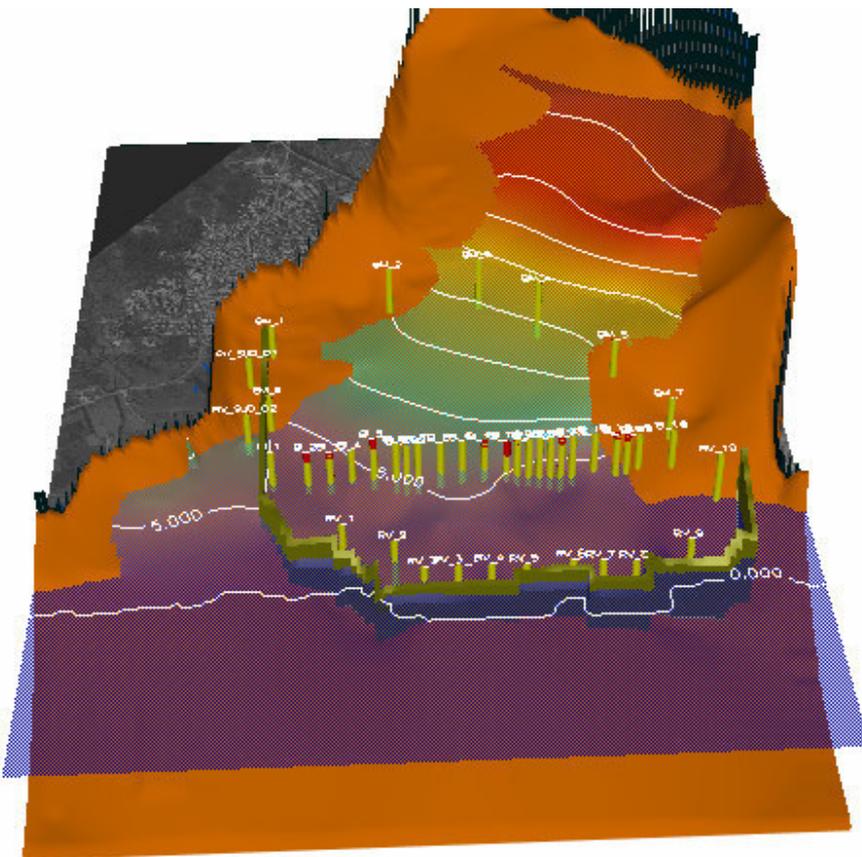


Scenario 2 – Output simulazione emungimento e ravvenamento

Allegato A26C

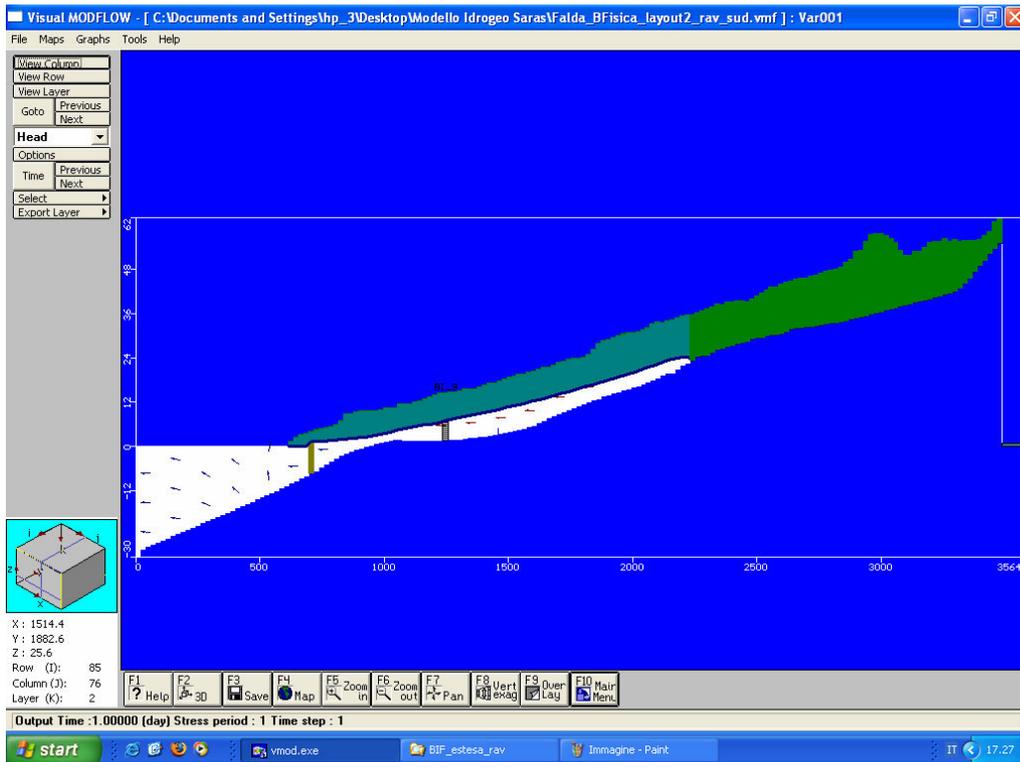


Scenario 2 – Dettaglio azione di ravvenamento

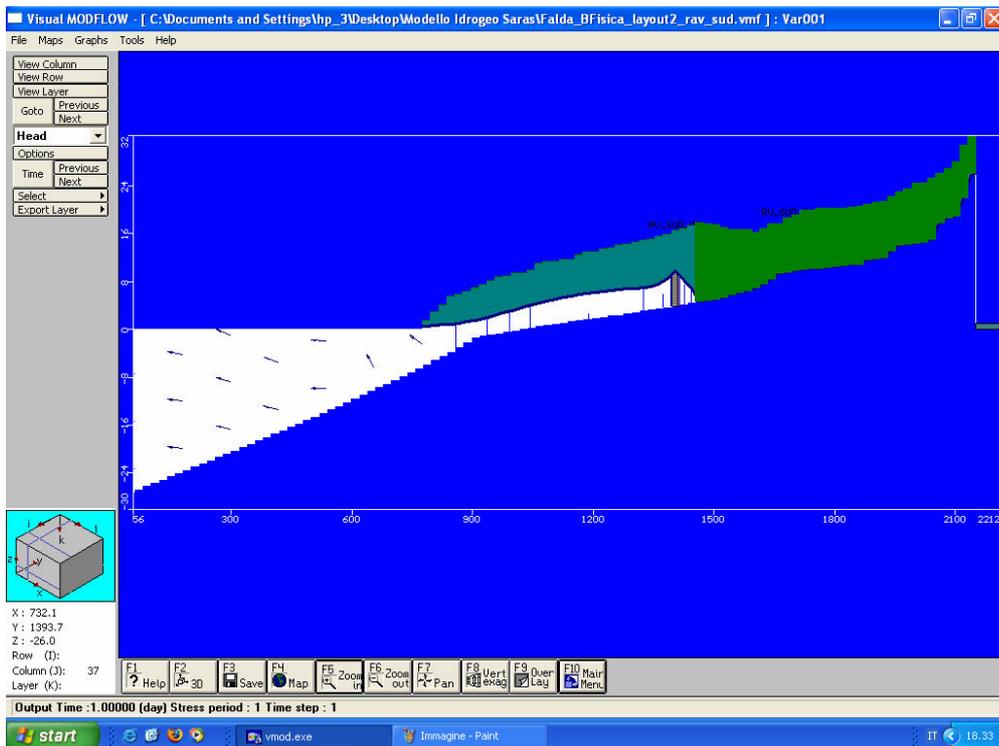


Scenario 2 – Ricostruzione 3D output simulazione

Allegato A26C



Scenario 2 – Sezione output simulazione



Scenario 2 – Dettaglio sezione azione di ravvenamento

5.1 Quadro di sintesi della messa in sicurezza operativa della falda

Si riporta di seguito un quadro sintetico riepilogativo contenente alcuni parametri numerici relativi alle simulazioni relative alla messa in sicurezza operativa della falda:

	SCENARIO	N. pozzi in emungimento	Portata Emunta (mc/giorno)	N. pozzi in ravvenamento	Portata in ravvenamento (mc/giorno)
Messa in sicurezza operativa	SCENARIO 2	42	19	1	2

5.2 Attività realizzata per la messa in sicurezza operativa della falda

Relativamente alla messa in sicurezza operativa della falda, è in fase di editing la proposta di Progetto Definitivo della Barriera Fisica e della Barriera Idraulica.

La proposta di progetto preliminare della Barriera fisica e dinamica è già stata presentata al MATT.