



# AUTORITÀ PORTUALE DI VENEZIA

DIREZIONE TECNICA

## TERMINAL AUTOSTRADALE DEL MARE PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA INFRASTRUTTURE PORTUALI PER IL TERMINAL CABOTAGGI IN AREA EX ALUMIX A FUSINA



### PROGETTO DI BONIFICA

## VENICE RO-PORT MOS

CONCESSIONARIO: VENICE NEW PORT S.C.p.A.

AMMINISTRATORE DELEGATO:  
Piergiorgio Baita

DIRETTORE TECNICO:  
dott. ing. S. Pastore

## ANALISI DI RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE

CONSULENZA:



THETIS S.p.A.  
dott. A. Barbanti

CODICE PROGETTO

90112.000

CODICE ELABORATO

A.2

PROGETTAZIONE:

**NUOVA FUSINA**  
**INGEGNERIA**

dott. ing. G. Zanovello

DIRETTORE TECNICO E RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO DI A.P.V.

dott. ing. N. Torricella

REFERENTE PER APV

dott. E. Zanotto

rev	data	descrizione	redatto	controllato	approvato
0	GEN. 2011	EMISSIONE	A. Ghirardello	A. Tamasan	C. G. Amoroso
1	APR. 2011	REVISIONE	A. Ghirardello	A. Tamasan	C. G. Amoroso
2	LUG. 2011	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI CTS 26 MAGGIO 2011	A. Ghirardello	A. Tamasan	C. G. Amoroso



## Indice

<b>1. PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2. METODOLOGIA</b>	<b>5</b>
<b>3. CARATTERISTICHE DEL SITO</b>	<b>7</b>
3.1. INTRODUZIONE	7
3.2. ZONE DI ESPOSIZIONE	7
3.3. SORGENTI DI CONTAMINAZIONE E CONTAMINANTI	8
3.3.1. Schema del database di input	8
3.3.2. Acque	9
3.3.3. Suoli	10
MECCANISMI DI TRASPORTO	13
3.3.4. Modalità di trasporto	13
3.3.5. Fattori di trasporto	13
3.4. VIE DI ESPOSIZIONE	14
3.5. RECETTORI E BERSAGLI	15
3.6. SCHEMA DEL MODELLO CONCETTUALE	15
3.7. MODALITÀ DIRETTA: DETERMINAZIONE DEGLI INDICI DI RISCHIO	16
3.8. MODALITÀ INVERSA: CALCOLO DELLE CSR	17
3.8.1. Caratteristiche ambientali degli inquinanti	17
<b>4. ANALISI DELLO STATO DI FATTO</b>	<b>25</b>
4.1. DEFINIZIONE DELL' AREA DI CAMPIONAMENTO E CONTAMINAZIONE NEI PUNTI	25
4.2. STRATIGRAFIA DI INPUT	26
4.3. PARAMETRI CARATTERISTICI DEL SITO E DEI PERCORSI DI ESPOSIZIONE	27
4.3.1. Pavimentazione, edifici e falda	27
4.3.2. Parametri dei percorsi di esposizione	27
4.3.2.1. Densità secca	27
4.3.2.2. Foc della zona non satura e satura	27
4.3.2.3. Contenuto d'aria e d'acqua nello strato insaturo	27
4.3.2.4. Contenuto d'aria e d'acqua in frangia capillare e altezza di risalita capillare	28
4.3.2.5. Soggiacenza della falda e definizione dello spessore dello strato insaturo	28
4.3.2.6. Conducibilità idraulica	31
4.3.2.7. Gradiente idraulico	31
4.3.2.8. Infiltrazione efficace	31
4.3.2.9. Distanza dal punto di conformità L	31
4.3.2.10. Dispersività longitudinale, trasversale e verticale	31
4.3.2.11. Spessore dell'acquifero	31
4.3.3. Parametri di esposizione umana	32
4.3.3.1. Peso corporeo	32
4.3.3.2. Ingestione di suolo	32
4.3.3.3. Inalazione indoor	32

4.3.3.4.	Inalazione outdoor.....	32
4.3.3.5.	Superficie della pelle.....	33
4.3.3.6.	Lunghezza della vita .....	33
4.3.3.7.	Frequenza dell'esposizione .....	33
4.3.3.8.	Durata dell'esposizione.....	33
4.3.3.9.	Frazione di tempo speso in sito.....	33
4.3.3.10.	Caricamento di suolo sulla pelle .....	33
4.3.3.11.	Frazione di polvere indoor .....	33
4.3.4.	<i>Parametri ambientali</i> .....	33
4.3.4.1.	Velocità del vento .....	34
4.3.5.	<i>Parametri chimico-fisici e tossicologici delle sostanze</i> .....	35
4.4.	RISULTATI DELL'ANALISI DI RISCHIO IN MODALITÀ DIRETTA .....	35
4.4.1.	<i>Rischi per sostanze cancerogene</i> .....	35
4.4.2.	<i>Indice di pericolo per sostanze non cancerogene</i> .....	37
4.4.3.	<i>Indice di pericolo per la falda</i> .....	39
4.4.4.	<i>Rischio da idrocarburi</i> .....	41
4.5.	RISULTATI DELL'ANALISI DI RISCHIO IN MODALITÀ INVERSA .....	41
<b>5.</b>	<b>ANALISI DELLO STATO DI PROGETTO</b> .....	<b>44</b>
5.1.	DEFINIZIONE DELL'AREA DI CAMPIONAMENTO E CONTAMINAZIONE NEI PUNTI.....	45
5.2.	STRATIGRAFIA DI INPUT .....	46
5.3.	PARAMETRI CARATTERISTICI DEL SITO E DEI PERCORSI DI ESPOSIZIONE .....	47
5.3.1.	<i>Pavimentazione, edifici e falda</i> .....	47
5.3.2.	<i>Parametri dei percorsi di esposizione</i> .....	48
5.3.2.1.	Soggiacenza della falda e definizione dello strato insaturo .....	48
5.3.2.2.	Infiltrazione efficace .....	48
5.3.3.	<i>Parametri di esposizione umana</i> .....	49
5.3.4.	<i>Parametri ambientali</i> .....	49
5.3.5.	<i>Parametri chimico-fisici e tossicologici delle sostanze</i> .....	50
5.4.	RISULTATI DELL'ANALISI DI RISCHIO IN MODALITÀ DIRETTA .....	50
5.4.1.	<i>Rischi per sostanze cancerogene</i> .....	50
5.4.2.	<i>Indice di pericolo per sostanze non cancerogene</i> .....	51
5.4.3.	<i>Indice di pericolo per la falda</i> .....	53
5.4.3.1.	Obiettivi di bonifica per la falda .....	53
5.4.4.	<i>Rischio per gli idrocarburi</i> .....	55
5.5.	RISULTATI DELL'ANALISI DI RISCHIO IN MODALITÀ INVERSA .....	55
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>60</b>
	<b>ALLEGATO A: RISULTATI PER LO SDF</b> .....	<b>62</b>
	<b>ALLEGATO B: RISULTATI PER LO SDP</b> .....	<b>63</b>

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> <b>ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE</b>		Commessa: M0048PD	
			<i>rev.</i>	<i>data</i>
			02	Luglio 2011
			01	Aprile 2011
			00	Gennaio 2011
			<i>Pag. 3 di 63 totali</i>	

## 1. PREMESSA

Il presente documento è stato sviluppato per la valutazione del rischio sanitario e ambientale associato alla realizzazione di un Terminal portuale e commerciale per navi ro-ro, nell'area ex Alumix di Fusina (Venezia).

Il sito è collocato nell'area di punta Fusina, all'interno della seconda zona industriale di Porto Marghera, in prossimità della centrale termoelettrica di Enel e degli impianti PIF, il margine Est è affacciato sul Canale Malamocco - Marghera

Gli interventi di bonifica e di messa in sicurezza previsti sono stati identificati sulla base dell'analisi di rischio qui presentata.

L'area ex Alumix sulla quale sorgerà il nuovo Terminal per navi ro-ro è stata oggetto di numerose campagne di caratterizzazione; fra tutte si sono giudicate più consistenti, perché sistematiche sull'area, quelle del 2005 e del 2009, successivamente validata da ARPAV. Proprio gli esiti analitici della campagna del 2009 sono assunti come riferimento per l'analisi di rischio. Oltre alle analisi sull'area di intervento eseguite dall'Autorità Portuale di Venezia, sono state anche prese in considerazione altre informazioni desunte dalle indagini svolte da ARPAV in aree esterne al sito, ma comunque di interesse per la realizzazione del Terminal.

La complementarietà delle campagne ha permesso di definire un quadro informativo dettagliato e consistente sullo stato di contaminazione di suoli e acque dell'area ex Alumix. Nella relazione A.1 sono indicati i dettagli delle evidenze chimiche, piezometriche, geognostiche riscontrate.

La contaminazione nei suoli supera le CSC di cui alla Col. B, Tab.1, D.Lgs 152/06 soprattutto nei primi 2-3 m dal piano campagna; di 1053 campioni analizzati, per uno o più analiti 60 campioni superano le CSC previste per aree industriali; solo in un punto, nel PZ16, si è riscontrata la presenza di suoli pericolosi per idrocarburi e contemporanea presenza di marker. Su 35 campioni analizzati nel top soil uno ha superamenti per PCB e uno per PCDD/F.

Per le acque emerge un diffuso superamento delle CSC ex Tab.2, D.Lgs 152/06: in tutti i piezometri nel riporto, nella prima e nella seconda falda ci sono superamenti dei limiti per almeno una sostanza; in 7 piezometri si riscontrano concentrazioni considerate Hot Spot in quanto superano di almeno 10 volte le rispettive CSC (coerentemente con quanto indicato dalla CdS del 13/08/2004).

Si evidenzia che possono essere considerati i seguenti perimetri:

1. area oggetto della gara di project financing del 2006 poi anche utilizzata come riferimento nella caratterizzazione del 2009
2. area che nel luglio del 2010 è stata data in concessione a Venice Ro Port Mos

3. area di progetto definitivo della piattaforma logistica redatto a cura del concessionario Venice Ro Port Mos in seguito alla stipula dell'atto integrativo all'Accordo di Programma Moranzani del marzo 2008.

Poiché al momento della redazione del presente documento l'unico riferimento certo per il compilatore è l'area data in concessione, le analisi sono ad essa riferite.



*Figura 1-1 Sito ex Alumix Fusina: in rosso il perimetro di gara del 2006; in verde quello della concessione del 2010; in arancio quello del progetto definitivo del giugno 2011 in corso di approvazione. I tre perimetri sono coincidenti lungo i lunghi lati a nord e a sud e lungo il margine a laguna*

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE		<i>Commessa: M0048PD</i>	
			<i>rev.</i>	<i>data</i>
			02	Luglio 2011
			01	Aprile 2011
			00	Gennaio 2011
			<i>Pag. 5 di 63 totali</i>	

## 2. METODOLOGIA

Il progetto di bonifica è stata strutturato seguendo la successione di procedure qui descritta:

1. Definizione dell'area oggetto dell'analisi (per questo si rimanda al dettaglio della relazione A.1);
2. costruzione del database analitico, in particolare con riferimento:
  - a. alle caratterizzazioni del 2005 e del 2009
  - b. agli effetti della successiva validazione ARPAV, ovvero ai coefficienti amplificativi indicati dall'Agenzia
  - c. alle indagini nella macroisola di Fusina condotte da di ARPAV;
3. Individuazione delle criticità derivanti dalla caratterizzazione chimica e assunzione che si intervenga sui campioni di suoli e acque con caratteristiche di pericolosità o di hot spot ( $C > 10 \times CSC$ );
4. costruzione del database di input per l'analisi del rischio con riferimento:
  - a. ai parametri per i quali si siano registrati superamenti delle CSC (col. B, Tab.1, All.5 alla parte IV, d.lgs. 152/06)
  - b. assumendo i valori massimi riscontrati alle diverse profondità
  - c. escludendo i campioni (pericolosi o hot spot) che si è considerato di rimuovere in corrispondenza dei quali l'intervento si assume riduca le concentrazioni
5. analisi dello stato di fatto in due step successivi
  - a. modalità diretta per la valutazione delle sostanze e dei percorsi più significativi sul piano del rischio sanitario;
  - b. modalità inversa per il calcolo delle CSR con le quali quindi confrontare le concentrazioni chimiche riscontrate nel sito
6. identificazione degli interventi di bonifica fra le due opzioni possibili:
  - a. asportazione/riduzione delle concentrazioni
  - b. intervento sui percorsi di esposizione
7. analisi dello stato di progetto (si rimanda ai dettagli descritti negli elaborati A.3 e A.4) avendo assunto di intervenire sui percorsi di esposizione ovvero di realizzare nei piazzali con maggiori evidenze di contaminazione un capping costituito dal riporto di 40 cm del terreno proveniente dallo scavo della darsena sud, fresature a CaO e successivo pacchetto tecnologico di 60 cm della pavimentazione. L'analisi è stata condotta nei due seguenti step successivi:
  - a. modalità diretta per la determinazione degli analiti e dei percorsi più significativi sul piano del rischio sanitario;
  - b. modalità inversa per il calcolo delle CSR rispetto alle quali
    - i. fissare l'ammissibilità al riuso del terreno proveniente dallo scavo della darsena sud;

	<p style="text-align: center;">PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA  <b>PROGETTO DI BONIFICA</b>  ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE</p>	Commessa: M0048PD	
		<i>rev.</i>	<i>data</i>
		02	Luglio 2011
		01	Aprile 2011
		00	Gennaio 2011
		<i>Pag. 6 di 63 totali</i>	

- ii. verificare la complessiva sostenibilità sanitaria e ambientale delle scelte adottate.

L'analisi di rischio è stata condotta seguendo quanto previsto dall'Allegato 1 al Titolo V, Parte IV del D.Lgs 04/08 e dai "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati" di APAT, rev. 2 del Marzo 2008.

Per le elaborazioni è stato utilizzato il software Giuditta versione 3.2 realizzato dalla Provincia di Milano e indicato da APAT tra quelli utilizzabili per la valutazione del rischio. La versione 3.2 ha recepito in particolare l'aggiornamento dei parametri chimico-fisici e tossicologici contenuti nel database ISS – ISPESL del maggio 2008.



	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE	Commissa: M0048PD	
		rev.	data
		02	Luglio 2011
		01	Aprile 2011
		00	Gennaio 2011
		<i>Pag. 7 di 63 totali</i>	

### 3. CARATTERISTICHE DEL SITO

#### 3.1. Introduzione

Per la realizzazione dell'analisi di rischio, come indicato dalla normativa di riferimento, e la costruzione del modello concettuale del sito oggetto d'esame si è proceduto alla definizione delle seguenti componenti:

- Zona di esposizione
- Sorgenti della contaminazione
- Contaminanti indice
- Meccanismi di trasporto
- Vie e modalità di esposizione alla contaminazione
- Recettori e bersagli della contaminazione

Successivamente sono stati determinati gli indici di rischio (modalità diretta) e le concentrazioni soglia di rischio (modalità inversa) per lo stato di fatto e per lo stato di progetto

#### 3.2. Zone di esposizione

L'area oggetto di interesse per la valutazione nell'analisi di rischio considera una vasta porzione del sito ex Alumix risultante oltre colonna B, Tab. 1, All. 5, parte IV, d.lgs. 152/06, escludendo una fascia di terreni a Nord entro Col. B e l'area destinata alla realizzazione delle due darsene.

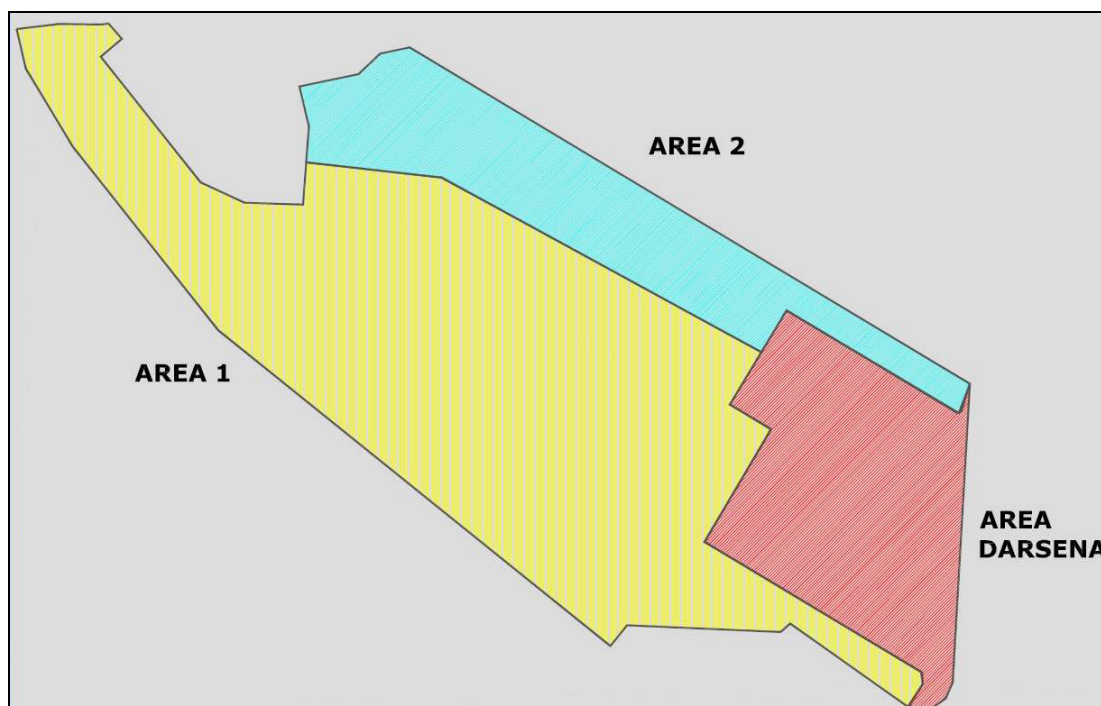


Figura 3-1 Suddivisione dell'area progettuale per l'analisi di rischio (perimetro layout progettuale).

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE	Commessa: M0048PD	
		<i>rev.</i>	<i>data</i>
		02	Luglio 2011
		01	Aprile 2011
		00	Gennaio 2011
		<i>Pag. 8 di 63 totali</i>	

- **AREA 1:** costituisce l'area oggetto dell'analisi di rischio; si presenta con zone verdi per circa il 60%, piazzali e strade per la viabilità interna ed edifici (magazzini, centrale termoelettrica, fonderia, edificio per le celle elettrolitiche). Per lo stato di progetto si prevede il riporto di terreno proveniente dallo scavo della darsena sud, il pacchetto di pavimentazione, la realizzazione di una viabilità ferroviaria e stradale ed edifici commerciali/direzionali.
- **AREA 2:** è una fascia posizionata a Nord del sito ex Alumix ed è esclusa dall'analisi di rischio in quanto ovunque sempre con concentrazioni inferiori alle CSC delle aree industriali. Non è ai stata sede di lavorazioni perché probabilmente destinata all'espansione dell'insediamento industriale. Il progetto ne prevede la pavimentazione con il solo spessore di 60 cm funzionale ai nuovi piazzali portuali.
- **AREA DARSENE:** poco meno di 8 ha nella porzione a est sono interessati dalla realizzazione di due darsene, con un ammontare complessivo di terreni e sedimenti da movimentare pari a circa 1.100.000 m<sup>3</sup>. Il progetto distingue il volume di scavo in:
  - o terreni sopra al medio mare: qui sono presenti 10 punti "oltre B" (per metalli e HC C>12)
  - o sedimenti al di sotto del medio mare: per il confronto coi limiti di cui al Protocollo Fanghi 1993, i sedimenti sono per lo più "entro C" fino a -3m s.m.m ed "entro A" nell'intervallo -3m÷-10.5m s.m.m.

### 3.3. *Sorgenti di contaminazione e contaminanti*

#### 3.3.1. **Schema del database di input**

Per la definizione del database di input alcune considerazioni di valutazione preliminare, sono state svolte confrontando la campagna 2005 con la 2009 per la definizione di un quadro chimico delle famiglie di contaminanti presenti nell'area. L'indagine svolta nel 2009 conferma, migliorando il dettaglio conoscitivo complessivo, la classe di contaminanti registrati durante la campagna del 2005 presenti da cui provengono i superamenti del limite B per metalli, IPA e Idrocarburi C>12.

Per le analisi sulla matrice suolo in Giudittà 3.2 è stato dichiarato un sondaggio virtuale rappresentativo dell'intera area 1 adottando per ogni suddivisione stratigrafica considerata nella caratterizzazione (e quindi nel sondaggio virtuale), la massima concentrazione presente nel sito alla rispettiva profondità<sup>1</sup>. Si rammenta che la caratterizzazione 2009 ha indagato complessivamente 153 verticali con campioni analizzati per lo più nei primi 5m dal piano campagna; in 24 verticali che ricadono nelle aree retroportuali 1 e 2 i sondaggi si sono spinti anche oltre i 5 m e fino ai 20 m.

In base a questo l'elaborazione dei dati in input nel calcolo ha considerato complessivamente 6 livelli, corrispondenti alle informazioni disponibili per gli strati

<sup>1</sup> Si veda quanto già indicato nel cap. 2 in relazione all'esclusione dei punti rimossi perché pericolosi o hot spot e alla considerazione dei coefficienti amplificativi indicati da ARPAV con la validazione della campagna 2009

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE	Commessa: M0048PD	
		<i>rev.</i>	<i>data</i>
		02	Luglio 2011
		01	Aprile 2011
		00	Gennaio 2011
		<i>Pag. 9 di 63 totali</i>	

- 0÷1m
- 1÷2m
- 2÷3m
- 3÷4m
- 4÷5m
- oltre i 5 m.

Le massime concentrazioni sono state associate a campioni che nel calcolo sono stati dichiarati alla profondità intermedia tra top e bottom dello spessore rispettivo. Per il campione rappresentativo delle massime concentrazioni analizzate oltre i 5m di profondità è stata dichiarata la profondità di 5 m.

Si deve approfondire il tema: l'analisi di rischio ha particolare rilevanza e significatività con riferimento allo spessore del suolo insaturo. D'altra parte Giuditta 3.2 utilizzato per l'analisi di cui si tratta, tanto nella procedura diretta quanto in quella inversa, per ogni area considerata, assume un solo valore di concentrazione riferito al suolo superficiale (0÷1m da p.c.) ed un unico valore per il suolo profondo, pari al massimo fra quelli dichiarati al di sotto del primo metro.

Per questo includere il riferimento ai dati di caratterizzazione profondi anche nello spessore saturo è cautelativo, poiché aumenta la serie statistica dalla quale si estrae il valore massimo per ogni area considerata nell'analisi di rischio.

### **3.3.2. Acque**

Per quanto concerne la falda come sorgente di contaminazione, anche in questo caso sono state cautelativamente considerate le massime concentrazioni presenti nelle acque nel riporto, maggiormente contaminate rispetto alle altre due falde sottostanti.

Si inserisce di seguito il set di analiti relativi alla falda del riporto per i quali si sia riscontrato il superamento delle rispettive CSC (ex tab.2, All. 5 alla parte IV, d.lgs 152/06)

Sostanze	UM	Concentrazioni
Cianuri liberi	mg/L	2,13
Cromo (VI)	mg/L	0,025
Antimonio	mg/L	0,016
Arsenico	mg/L	0,29
Berillio	mg/L	0,0005
Cadmio	mg/L	0,0006
Cobalto	mg/L	0,047
Cromo totale	mg/L	0,029
Ferro	mg/L	24
Manganese	mg/L	1,3
Mercurio	mg/L	0,0022
Nichel	mg/L	0,048
Piombo	mg/L	0,098
Rame	mg/L	0,065
Selenio	mg/L	0,012
Zinco	mg/L	0,14
Stagno	mg/L	0,006
Vanadio	mg/L	0,56
Benzo(a)Antracene	mg/L	0,00014
Benzo(a)Pirene	mg/L	0,00015
Benzo(b)Fluorantene	mg/L	0,00028
benzo(k,,j)fluorantene	mg/L	0,00008
Benzo(g,h,i)Perilene	mg/L	0,00014
Crisene	mg/L	0,00021
Dibenzo(a,h)Antracene	mg/L	0,000023
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/L	0,00015
Pirene	mg/L	0,00033

*Tabella 3-1 Concentrazioni adottate per la falda*

### 3.3.3. Suoli

Si riportano le concentrazioni inserite nella stratigrafia dei suoli adottata espresse in mg/kg<sub>ss</sub>.

Come anticipato, sono state utilizzate le massime concentrazioni registrate nel sito sulla scorta della caratterizzazione del 2009 alla quale sono stati applicati i coefficienti amplificativi indicati da ARPAV sulla base della validazione effettuata.

Per lo strato nel primo metro dal p.c. sono anche stati inclusi i dati relativi ai superamenti nel top soil per PCB e PCDD/F.

Non sono inclusi i valori di concentrazione riscontrati nel campione PZ16 risultato pericoloso nello strato 1÷2m, in considerazione del fatto che il progetto di bonifica assume di attuare in quel punto un intervento di rimozione.

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> <b>ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE</b>		Commessa: M0048PD	
			rev.	data
			02	Luglio 2011
			01	Aprile 2011
			00	Gennaio 2011
			Pag. 11 di 63 totali	

SOSTANZA [mg/kgss]	STRATO 0-1m	STRATO 1-2m	STRATO 2-3m	STRATO 3-4m	STRATO 4-5m	STRATO > 5m
Cianuri liberi			111			
Arsenico	85					140
Berillio	15	13	13			
Mercurio		8	5,9	10	11	
Rame			609			
Vanadio	250					
Idrocarburi C>12	4250	2590	14700	1030		
Benzo(a)Antracene	58,6	37,7	67,9			
Benzo(a)Pirene	59,1	10,5	79,6			
Benzo(b)Fluorantene	83,8	28,1	123	10,8		
Benzo(k,,j)fluorantene	40,4	8,26	42,5			
Benzo(g,h,i)Perilene	34,3	3,72	37,9			
Crisene	99	49,3	120	12,1		
Dibenzo(a,e)Pirene	16		12			
Dibenzo(a,l)Pirene	14		14			
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	30,5	3,84	32		8	
Pirene	136	104	105			
PCB	6,2					
PCDD/F	1,22E-04					

Tabella 3-2 Concentrazioni massime rilevate superiori alle rispettive CSC (col.B, Tab.1, d.lgs 152/06) in Area I; i valori qui riportati fanno riferimento alla sostanza secca

Per maggiore chiarezza circa le assunzioni fatte si precisa e si ribadisce quanto segue.

I valori indicati nella Tabella 3-2 sono le massime concentrazioni in ciascuno strato degli analiti per i quali si è verificato il superamento delle CSC; il riferimento è alla caratterizzazione 2009 avendo applicato i coefficienti correttivi (amplificativi) di ARPAV.

A fronte della massima soggiacenza considerata (2.2 m), il modello considera che lo strato insaturo sia suddiviso in un primo metro di suolo superficiale (0÷1 m) e da un successivo spessore di suolo profondo (1÷2.2 m).

Lo strato di suolo superficiale è quindi interamente compreso nello strato insaturo e, come detto, considera per i vari analiti le massime concentrazioni presenti nel primo metro.

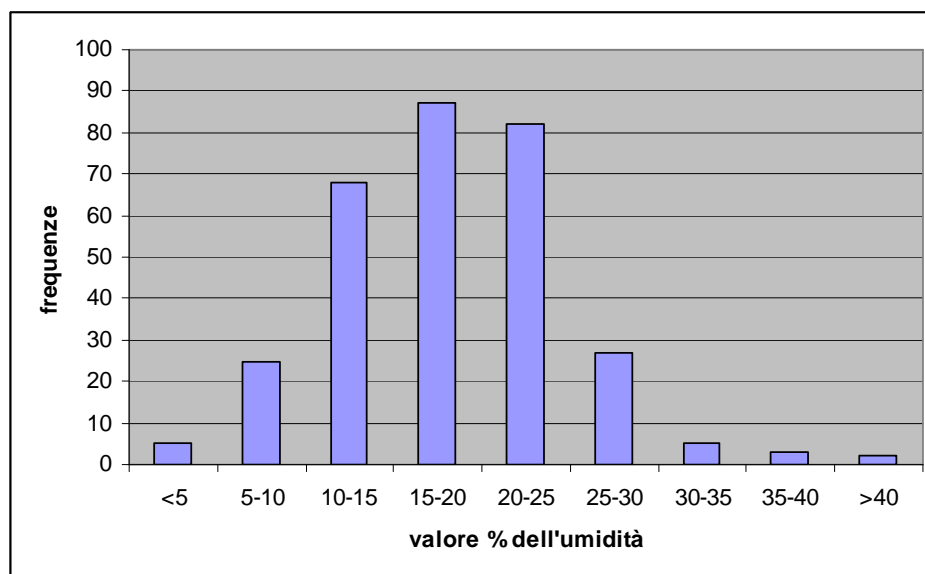
Per lo strato di suolo profondo (saturo o in saturo) ogni analita è assunto in automatico dal software con valore pari al massimo riscontrato al di sotto del primo metro e posto alla profondità in cui è stato riscontrato dalla caratterizzazione: per questo nello spessore insaturo profondo (1÷2.2 m) le concentrazioni assunte nell'analisi sono effettivamente le massime a quella profondità; la cautela è ulteriormente accresciuta per effetto dei riferimenti anche alle massime concentrazioni a profondità maggiori, nel saturo.

Ai fini del calcolo del rischio sanitario e ambientale connesso alla circostanza analitica rappresentata, il software Giuditta 3.2 fa riferimento alle concentrazioni in termini di tal quale, derivate da quelle in sostanza secca tramite l'umidità assunta pari al 20% secondo la seguente relazione:

$$C_{ss} = (1 + w) \cdot C_{TQ}$$

in cui  $w$  è, appunto, l'umidità intesa come rapporto fra la massa dell'acqua e quella della sostanza secca.

Attraverso un'elaborazione statistica dei dati analitici disponibili, a seguito della caratterizzazione svolta nel 2009, emerge che nei primi 2 m dello strato insaturo, di cui si dispongono complessivamente 304 dati, i valori di umidità nell'intorno del 20% sono i più frequenti; da qui la scelta progettuale di tale valore per lo svolgimento dell'analisi di rischio.



**Figura 3-2 – Distribuzione dei valori di umidità nello strato insaturo**

In aggiunta a quanto sopra si deve specificare che il software Giuditta 3.2 fa riferimento alle concentrazioni espresse in tal quale solo per la determinazione degli indici di rischio in modalità diretta, quindi solo in questo caso ha effettivamente rilevanza l'umidità dichiarata in quanto in base ad essa si converte da C<sub>ss</sub> a C<sub>tq</sub>.

In modalità inversa invece le CSR sono calcolate e restituite in riferimento alla sostanza secca: in ragione di ciò le scelte progettuali, tarate appunto sulle CSR calcolate in modalità inversa, non hanno legami di sorta con l'umidità assunta.

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE		Commessa: M0048PD	
			rev.	data
			02	Luglio 2011
			01	Aprile 2011
			00	Gennaio 2011
			Pag. 13 di 63 totali	

## *Meccanismi di trasporto*

### **3.3.4. Modalità di trasporto**

I meccanismi di trasporto dei contaminanti identificati per lo stato di progetto e per lo stato di fatto sono i seguenti:

- l'erosione del vento, che determina il sollevamento di polvere outdoor
- la volatilizzazione, che ne comporta la dispersione in aria e l'accumulo negli ambienti chiusi
- dilavamento dal suolo e la diluizione in falda
- il trasporto e la dispersione in falda.

Nel paragrafo successivo si elencano le vie di esposizione corrispondenti ai meccanismi di trasporto che intervengono nello scenario attuale e futuro in esame.

### **3.3.5. Fattori di trasporto**

Giuditta 3.2 utilizza specifici fattori di trasporto per il calcolo della concentrazione al punto di esposizione. APAT valuta l'attinenza del software ai meccanismi di trasporto e al calcolo dei fattori che lo determinano come alta o medio/alta per tutti i parametri.<sup>2</sup>

In particolare:

- **Il Dilavamento dal suolo verso la falda** si calcola attraverso il fattore di lisciviazione in falda da suolo superficiale e/o profondo, LF, meccanismo di trasporto considerato sia nello stato attuale che nel scenario futuro. In questo tipo di trasporto viene anche considerato il fattore di attenuazione dipendente dalle dispersività, dalle velocità, dalle caratteristiche meccaniche etc.
- **L'inalazione all'aperto di vapori dal suolo superficiale** si calcola attraverso il fattore di volatilizzazione di vapori dal suolo superficiale, VF<sub>ss</sub>. Questa tipologia di fattore di trasporto è presente sia per lo stato di fatto che per quello di progetto, in cui è previsto un capping di 1m (terreno e pacchetto di pavimentazione) per la messa in sicurezza dell'area.
- **L'inalazione indoor di vapori dal suolo superficiale e profondo** determinato attraverso la dose massima giornaliera MDI in cui il parametro V<sub>resp</sub> esprime il fattore di volatilizzazione aria/soilo indoor correlato con le caratteristiche fisiche delle fondazioni degli edifici che sussistono nell'area oggetto di analisi di rischio.
- **L'inalazione di vapori outdoor dal suolo profondo** prende in considerazione il fattore di volatilizzazione suolo profondo/aria outdoor, VF<sub>samb</sub>, dipendente dai parametri ambientali introdotti.
- **L'inalazione all'aperto di vapori dalla falda** è determinato sulla base del fattore di volatilizzazione di vapori outdoor dalla falda, VF<sub>wamb</sub>. Tale meccanismo di trasporto è

<sup>2</sup> cfr. APAT, "Criteri Metodologici per l'applicazione e l'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati", rev.2 marzo 2008, capitolo 5

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE	Commessa: M0048PD	
		rev.	data
		02	Luglio 2011
		01	Aprile 2011
		00	Gennaio 2011
		Pag. 14 di 63 totali	

considerato per lo scenario attuale, mentre per lo stato di progetto si prevede l'intervento di bonifica nella falda.

- **L'inalazione all'aperto di polvere** è invece calcolata sulla base della concentrazione nella polvere outdoor,  $V_{pf}$ , dipendente dai parametri ambientali inseriti nel modello. Questa modalità di trasporto legata alla contaminazione presente nel suolo superficiale è valida solamente per lo stato di fatto.
- **L'ingestione e il contatto dermico** non sono calcolati in funzione di un fattore di trasporto, ma di una dose massima giornaliera (MDI) dipendente dall'esposizione e dalla frequenza. Anche questi due modalità di esposizione saranno prese in considerazione solo nello stato attuale proprio per la presenza di una contaminazione >B nello strato superficiale.

### 3.4. Vie di esposizione

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei rischi inerenti lo stato di fatto, con area completamente priva di edifici, e lo stato di progetto, in cui si prevede il riporto di terreno, la completa pavimentazione, e la costruzione di edifici destinati ad attività commerciali e direzionali.

Rischi	Stato di fatto	Stato di progetto
Dilavamento dal suolo verso la falda	X	X
Inalazione all'aperto di vapori dal SS	X	X
Inalazione indoor di vapori dal SS e SP		X
Inalazione di vapori outdoor dal SP	X	X
Inalazione all'aperto di vapori dalla falda	X	X
Inalazione all'aperto di polvere	X	
Contatto dermico	X	
Ingestione	X	

*Tabella 3-3-Sintesi dei rischi*

Nello stato attuale a differenza di quello di progetto sono state escluse le vie e le modalità di esposizione relative ad ambienti indoor, non presenti nell'area.

Per lo stato attuale si sono quindi considerate le vie di esposizione terreno (SS e SP), acqua (GW) e aria e le relative modalità di esposizione come di seguito riportato:

- SS: Ingestione di suolo, contatto dermico, inalazione di vapori e particolato, dilavamento di suolo verso la falda.
- SP: Inalazione di vapori, dilavamento di suolo verso la falda
- GW: Inalazioni di vapori e migrazione della fase dissolta in falda.

Nello stato di progetto si è intervenuti modificando l'altimetria media del piano campagna (posto a circa 3.2 m s.l.m.) prevedendo la completa pavimentazione dell'area escludendo quindi le modalità di esposizione relative al suolo superficiale eccezion fatta per i vapori provenienti dal suolo superficiale.

Si sono considerate quindi le seguenti vie e modalità di esposizione:



	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> <b>ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE</b>		Commessa: M0048PD	
			rev.	data
			02	Luglio 2011
			01	Aprile 2011
			00	Gennaio 2011
		Pag. 15 di 63 totali		

- SS: Inalazione di vapori outdoor, Inalazione di vapori indoor
- SP: Inalazione di vapori outdoor, dilavamento di suolo verso la falda, inalazione di vapori indoor.
- GW: Inalazioni di vapori e migrazione della fase dissolta in falda.

### 3.5. Recettori e bersagli

I bersagli individuati sono la falda e la categoria dei Lavoratori, data la destinazione d'uso di tipo commerciale/industriale configurata per l'area ex Alumix.

### 3.6. Schema del modello concettuale

In seguito vengono presentati gli schemi relativi ai rischi di esposizione meccanismi di trasporto e bersagli interessati.

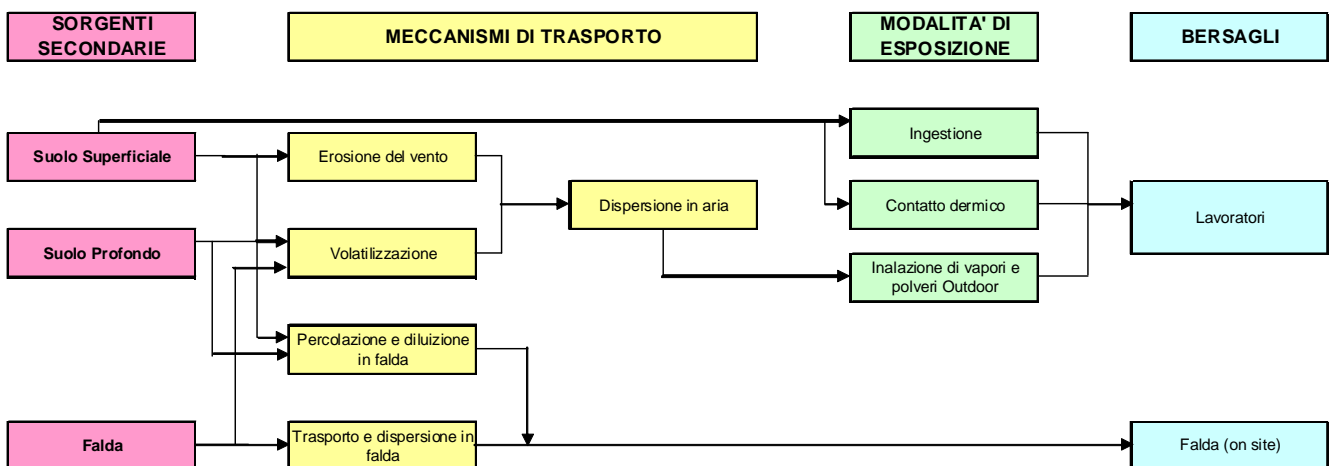


Figura 3-3 -Schema modello concettuale nello stato di fatto

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE		Commessa: M0048PD	
	rev.		data	
	02		Luglio 2011	
	01		Aprile 2011	
	00		Gennaio 2011	
	Pag. 16 di 63 totali			

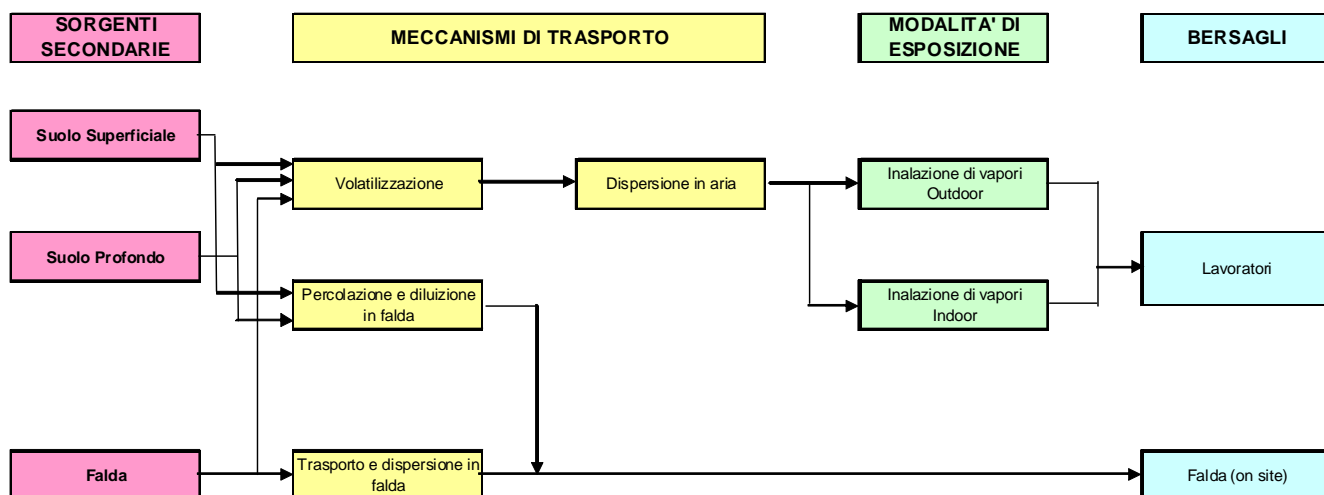


Figura 3-4 - Schema modello concettuale nello stato di progetto

### 3.7. Modalità diretta: determinazione degli indici di rischio

Il rischio per la salute umana viene differenziato in individuale e cumulativo. Il rischio individuale viene calcolato per ciascun contaminante e per una o più vie d'esposizione, mentre il rischio cumulativo invece viene calcolato come sommatoria degli effetti di più sostanze per una o più vie di esposizione.

Secondo quanto previsto dall'All. 1, Titolo V, Parte IV, del d.lgs. 04/08, "Si propone  $1 \times 10^{-6}$  come valore di rischio incrementale accettabile per la singola sostanza cancerogena e  $1 \times 10^{-5}$  come valore di rischio incrementale accettabile cumulato per tutte le sostanze cancerogene, mentre per le sostanze non cancerogene si applica il criterio del non superamento della dose tollerabile o accettabile (ADI o TDI) definita per la sostanza (Hazard Index complessivo I)." Per le sostanze non cancerogene il valore di riferimento per I è pari a 1. Le linee guida APAT sono in accordo con i criteri di accettabilità sopra esposti. Il modello assumono e quindi i seguenti valori di accettabilità del rischio:

- **Rischio per la singola sostanza cancerogena (individuale)  $R: \leq 1 \times 10^{-6}$**
- **Rischio per tutte le sostanze cancerogene (cumulativo)  $R_{cum}: \leq 1 \times 10^{-5}$**
- **Indice di pericolo per la singola sostanza non cancerogena (individuale)  $HI: \leq 1$**
- **Indice di pericolo per tutte le sostanze non cancerogene (cumulativo)  $HI_{cum}: \leq 1$**

Il software procede al calcolo del rischio per ciascuna sostanza associato alle diverse modalità di esposizione (rischio individuale), del rischio per ciascuna sostanza associato alle sorgenti di contaminazione (rischio cumulativo per ciascuna sostanza) e del rischio derivante da tutte le sostanze per ciascuna sorgente di contaminazione (rischio cumulativo).

L'indice di pericolo per la falda è pari a 1, ma le stime di rischio associate alle diverse sorgenti di contaminazione (suolo e falda), diversamente da quanto previsto per il bersaglio umano, non hanno

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> <b>ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE</b>		Commessa: M0048PD	
			<i>rev.</i>	<i>data</i>
			02	Luglio 2011
			01	Aprile 2011
			00	Gennaio 2011
			Pag. 17 di 63 totali	

carattere cumulativo: nel manuale APAT vi è l'indicazione di considerare la sorgente che presenta valori di concentrazione (e quindi stime di rischio) più conservativi.

Successivamente vengono riportati gli input al modello e i risultati dell'analisi di rischio relativamente allo stato di fatto dell'area retro portuale ex Alumix.

### 3.8. *Modalità inversa: calcolo delle CSR*

A partire dalle caratteristiche sito specifiche inserite (foc, soggiacenza della falda, dimensioni spaziali dell'area, contenuto d'aria e d'acqua nel terreno, ecc.), il programma Giuditta 3.2 determina le CSR con le quali si procede successivamente a confrontare quelle note nel sito per effetto della caratterizzazione: nei punti in cui le concentrazioni risultino maggiori delle CSR occorre intervenire poiché il rischio ad essi associabile non è ammissibile.

Si fa presente che, quando il valore della CSR di una determinata sostanza è particolarmente elevato può capitare che si superi la concentrazione di saturazione: in questi casi il software Giuditta 3.2 evidenzia la concentrazione di saturazione  $C_{sat}$  (valore riportato fra parentesi negli output) distintamente dalla CSR.

Circa tali circostanze, effettivamente occorse nell'analisi di cui si riferisce, si precisa quanto segue.

#### 3.8.1. **Caratteristiche ambientali degli inquinanti<sup>3</sup>**

L'impatto di un contaminante sull'ambiente dipende dalle sue proprietà chimico-fisiche oltre che, ovviamente, dalla sua tossicità. La mobilità è un fattore importante: i composti più mobili rappresentano un pericolo maggiore per la falda acquifera, quelli meno mobili costituiscono un pericolo localizzato, ma più persistente. Tra le proprietà chimico-fisiche di un contaminante, quella più rilevante è la solubilità in acqua, da cui dipende non solo la mobilità, ma anche la biodisponibilità. Così i contaminanti:

- in superficie con l'acqua piovana, sono disciolti o trascinati con i detriti.
- nell'atmosfera sono portati dai movimenti convettivi o dal vento, in forma di vapore o di polvere.
- se fluidi, percolano direttamente verso il basso fino alla superficie della falda (LNAPL) o al fondo (DNAPL)
- verso il sottosuolo e la falda sono disciolti nelle acque meteoriche che si infiltrano nel terreno.
- con l'acqua di falda si spostano in soluzione o come prodotto libero

<sup>3</sup> cfr: "BONIFICA DEI SITI CONTAMINATI": Cenni di normativa, caratteristiche degli inquinanti e principali tecnologie di bonifica", Silvia Scaffoni, Dipartimento di Idraulica Trasporti e Strade dell'Università La Sapienza di Roma

<b>NUOVA FUSINA</b> <b>INGEGNERIA</b>	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE	Commessa: M0048PD	
		rev.	data
		02	Luglio 2011
		01	Aprile 2011
		00	Gennaio 2011
		<i>Pag. 18 di 63 totali</i>	

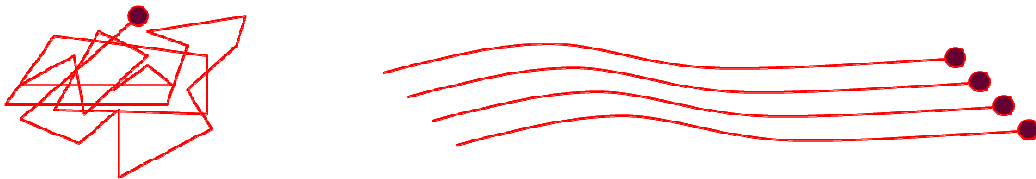
La maggior parte dei modelli che descrivono il comportamento dei contaminanti nel sottosuolo è basata sostanzialmente su due tipi di fenomeni:

- la partizione di equilibrio del contaminante tra le varie fasi del suolo (aria, acqua, particelle solide, carbonio organico, fase libera);
- il movimento di queste fasi per diffusione e per advezione idrodinamica.

A questi fenomeni può poi aggiungersi l'eventuale trasformazione/ degradazione chimica o biochimica del contaminante nel tempo.

I movimenti e la migrazione di un contaminante nel suolo sono dovuti a due tipi di fenomeni:

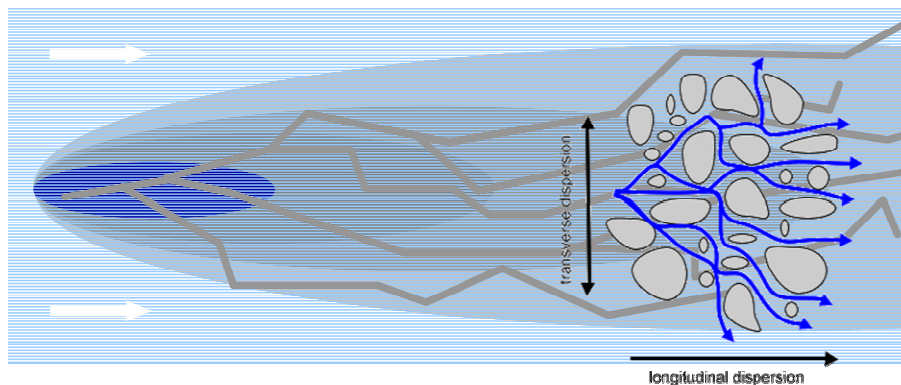
- movimenti microscopici di diffusione molecolare, importante per piccole distanze (o in assenza di altra causa di movimento) e riconducibili ad un accumulo di spostamenti casuali a media nulla e innescati da gradienti di concentrazione
- i movimenti che seguono le leggi dell'idrodinamica, importanti per grandi distanze innescati da gradienti di pressione nel fluido



*Figura 3-5: a sinistra lo schema dei movimenti del contaminante a media nulla e a destra quelli governati da advezione idraulica*

Il contaminante disciolto si muove con l'acqua di falda; d'altra parte il suo moto può essere molto più lento di quello dell'acqua per effetto, per esempio, dell'adsorbimento al suolo, che trattiene il contaminante e non gli permette di avanzare fino a che non si sia adsorbita la quantità che compete all'equilibrio di partizione. Il rallentamento è tanto maggiore quanto più grande è  $k_d$ ; si consideri inoltre che l'avanzamento del contaminante con l'acqua di falda non può essere uniforme, a causa della struttura porosa della falda (su piccola scala), e a causa delle disomogeneità del sottosuolo (su scala maggiore).

Questi fenomeni, uniti alla diffusione molecolare, danno luogo alla dispersione idrodinamica, che "sparpaglia" il contaminante anche nelle direzioni perpendicolari a quella media di avanzamento, diluendo e allargando lentamente il pennacchio (plume) di contaminazione



*Figura 3-6: schema della dispersione in falda per effetto delle diverse componenti chimiche e fisiche che governano i processi*

L'avanzamento del pennacchio di contaminazione nella falda è di regola accompagnato da una diminuzione della sua concentrazione (attenuazione naturale) per cause fisiche (dispersione e/o lenta evaporazione attraverso il suolo insaturo verso l'atmosfera) e processi chimici di trasformazione e degradazione.

È per le specie organiche che sono particolarmente importanti i processi mediati dai microrganismi naturalmente presenti nel suolo o nella falda, che possono utilizzare i composti organici come fonte di energia o di carbonio, trasformandoli in altre specie chimiche, spesso fino alla loro completa mineralizzazione (con CO<sub>2</sub> e acqua come prodotti finali).

In termini generali i processi che influenzano la mobilità delle sostanze inquinanti possono essere sia quelli propri dei processi idraulici, sia quelli abiotici o fisici (assorbimento, scambio ionico, precipitazione, idrolisi, volatilizzazione), sia quelli biotici (aerobici e anaerobici).

Per i primi è rilevante conoscere la successione stratigrafica degli orizzonti geologici, le caratteristiche litologiche, lo spessore, la profondità e la continuità laterale di ogni strato a differente permeabilità, la permeabilità, la velocità e la direzione di flusso, le fluttuazioni stagionali del livello delle acque sotterranee. Oltre a ciò occorre anche distinguere l'assetto dei principali strati idrogeologici (strato insaturo, strato saturo, base impermeabile, ulteriori strati profondi), le caratteristiche idrauliche dei principali strati idrogeologici:

Anche i parametri fisici del suolo danno effetti sul regime del trasporto della contaminazione:

- granulometria
- peso dell'unità di volume totale
- densità dei grani
- peso dell'unità di volume del terreno secco
- porosità
- contenuto idrico - umidità
- permeabilità dell'aria

Oltre ai precedenti anche la chimica delle superfici ha effetti rilevanti sulla dispersione. Fra le variabili espressive dei processi superficiali si ricordano le seguenti:

Particelle	Dimensioni (mm)	Area superficiale (m <sup>2</sup> /g)
Argilla (montmorillonite)	< 0.002	500-700
Limi	0.002-0.02	0.1-2
Sabbia	0.02-2	<0.1
Scheletro	> 2	

Tabella 3-4: superficie per unità di massa di alcuni terreni tipici

- caratteristiche superficiali delle fasi solide (area superficiale, cariche elettriche superficiali, contenuto di sostanza organica)
- coefficiente di ripartizione solido/liquido

$$K_d = \frac{\text{conc. sul suolo}}{\text{conc. in soluzione}}$$

- coefficiente di ripartizione

$$K_{oc} = \frac{K_d}{f_{oc}}$$

Ancora sul tema delle variabili fisiche, le interazioni di un singolo contaminante con il suolo possono essere schematizzate con la presenza nel terreno in 4 fasi distinte:

- come soluto, nell'acqua dei pori del suolo (macroscopici e microscopici)
- come vapore, nell'aria dei pori del suolo
- adsorbito al suolo (se è inorganico o polare) o al carbonio organico del suolo (se il contaminante è organico)
- in forma libera

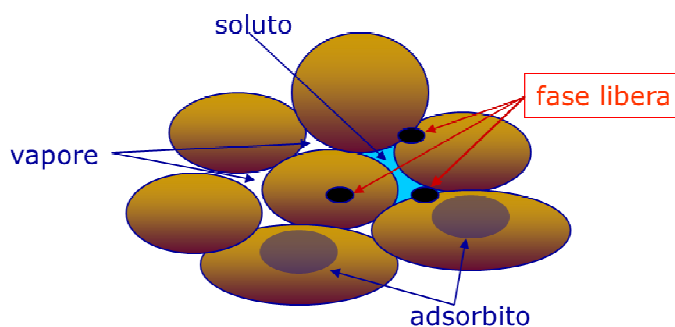


Figura 3-7: schema delle fasi in cui è possibile che un contaminante interessi le matrici ambientali

Quando il contaminante è in piccole concentrazioni (<C<sub>sat</sub>), il contaminante si suddivide fra soluto, vapore e adsorbito secondo rapporti fissati dalle costanti di partizione.

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE	Commissa: M0048PD	
		<i>rev.</i>	<i>data</i>
		02	Luglio 2011
		01	Aprile 2011
		00	Gennaio 2011
		<i>Pag. 21 di 63 totali</i>	

L'equilibrio tra il soluto nell'acqua e il vapore nell'aria dei pori è fissata dalla costante di Henry. La partizione tra soluto e fase adsorbita è invece determinata dalla costante  $k_d$ :

- per le sostanze organiche  $k_d = k_{OC} \times f_{OC}$  dove  $k_{OC}$  è la costante di partizione carbonio organico/acqua (specifica del contaminante), e  $f_{OC}$  è la frazione di carbonio organico nel suolo.
- metalli e organici polari, invece, si adsorbono direttamente al suolo; la  $k_d$  può dipendere dal pH.
- l'assorbimento può non essere lineare, e seguire isoterme del tipo Langmuir o Freundlich, o altre.

Alla  $C_{sat}$ , il soluto raggiunge la solubilità nell'acqua e il vapore raggiunge la tensione di vapore nell'aria dei pori. Al di sopra di questa concentrazione, il contaminante può essere contenuto in fase libera; soluto, vapore e quantità adsorbita non aumentano più.

Anche la sostanza contaminante in sé ha specificità chimico-fisiche che determinano il suo modo di disperdersi nell'ambiente, a parità delle caratteristiche di quest'ultimo. In relazione a ciò è possibile distinguere le seguenti classi di composti rilevanti:

- sostanze reattive se soggette a fenomeni di migrazione o a reazioni di tipo chimico e biologico
- sostanze non reattive:
  - si muovono con le acque di percolazione e le acque sotterranee
  - influenzate dalle reazioni di assorbimento e scambio
  - se volatili possono trasferirsi nella fase atmosferica

o, in altra forma di raggruppamento:

- Metalli
- Prodotti petroliferi
- IPA
- Solventi aromatici
- Solventi clorurati
- Fenoli e cloro fenoli
- PCB, PCDD, PCDF

Le caratteristiche chimico fisiche per cui le sostanze e i composti differiscono nel comportamento sono:

- Solubilità
  - Densità (LNAPL e DNAPL)
- Coefficiente ottanolo/acqua

$$K_{ow} = \frac{\text{conc. in ottanolo}}{\text{conc. in acqua}}$$

- Pressione di vapore
- Costante di Henry

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> <b>ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE</b>		Commessa: M0048PD	
			<i>rev.</i>	<i>data</i>
			02	Luglio 2011
			01	Aprile 2011
			00	Gennaio 2011
			Pag. 22 di 63 totali	

$$K_H = \frac{P_i}{C_{iw}}$$

Anche la biodegradabilità dei composti organici dà alterazioni più o meno intense, rapide o di un tipo piuttosto che un altro in relazione ai fattori ambientali quali:

- pH
- temperatura
- processi di assorbimento sulle superfici solide
- popolazioni microbiche presenti
- contenuto di umidità
- contenuto di ossigeno
- presenza di altri elettroni-accettori (in condizioni anaerobiche)
- presenza di altri composti biodegradabili
- concentrazione della sostanza tossica

In definitiva la distribuzione dei contaminanti nel tempo e nello spazio occupato dalle diverse matrici ambientali è il risultato di più processi chimico-fisici attivi contemporaneamente: solubilizzazione, volatilizzazione, assorbimento, degradazione.

- le proprietà chimico-fisiche di una sostanza inquinante determinano la sua tendenza a trasferirsi sulla fase solida, restare in soluzione o volatilizzare
- indispensabile conoscere le modalità di distribuzione dei contaminanti tra le fasi per impostare le attività di bonifica
- metalli presenti nelle seguenti forme:
  - dissolti in soluzione: è importante definire la speciazione che varia con il pH e con la presenza di legami organici
  - assorbiti alla superficie di solidi minerali inorganici o alla sostanza organica con legame di tipo chimico forte
- i contaminanti organici possono essere presenti nelle seguenti forme:
  - dissolti in soluzione
  - assorbiti sulle superfici solide con un legame di tipo sia fisico che chimico
  - assorbiti alla sostanza organica che ricopre le particelle con legame prevalentemente fisico
  - come liquido immiscibile trattenuto dalla forza di capillarità
  - come vapore nell'aria dei pori
  - come prodotto puro galleggiante (LNAPL) o come fase organica depositata sul fondo dell'acquifero (DNAPL)



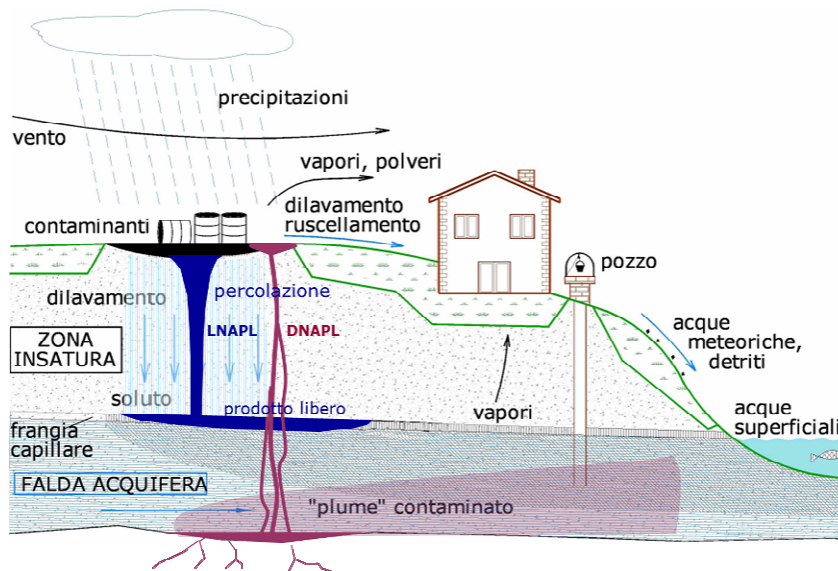


Figura 3-8: schema dei diversi modi possibili con cui una contaminazione in forma fluida può interessare la falda a seconda della densità relativa

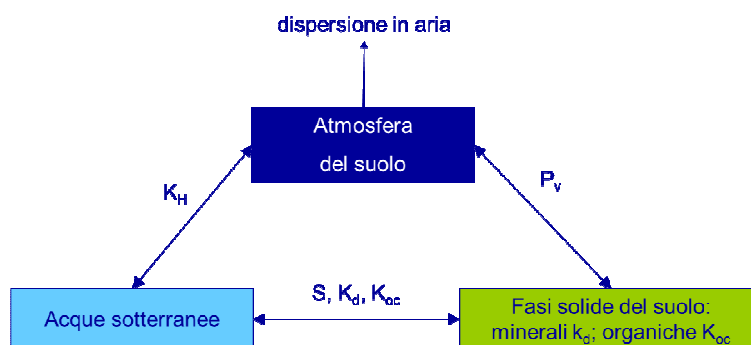


Figura 3-9: ripartizione tra le fasi per una sostanza inquinante volatile

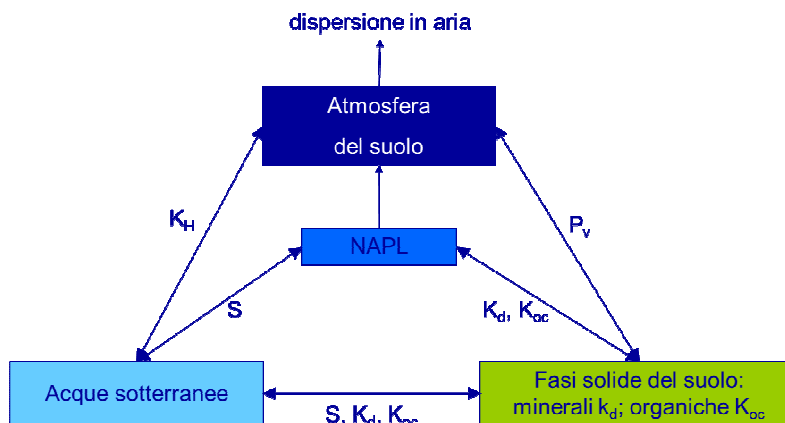


Figura 3-10: ripartizione tra le fasi per una sostanza presente anche come fase organica separata

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> <b>ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE</b>	Commessa: M0048PD	
		<i>rev.</i>	<i>data</i>
		02	Luglio 2011
		01	Aprile 2011
		00	Gennaio 2011
		<i>Pag. 24 di 63 totali</i>	

Quando si abbia a che fare con sostanze poco mobili e/o poco solubili e senza particolari evidenze di significatività sul piano sanitario, in particolare per composti apolari e in presenza di sostanza organica naturale (che facilita la formazione di legami di tipo fisico che rallenta ulteriormente la migrazione del contaminante) è possibile che in seno ad un'analisi del rischio risulti che elevate concentrazioni, anche molto superiori alle soglie di saturazione, risultino compatibili con il sito considerato e con l'uso previsto.

A fronte di questo e del fatto che le concentrazioni così determinate, anche molto maggiori di quelle riscontrate in effetti nel sito sulla base delle indagini della caratterizzazione, avrebbe scarso significato teorico e pratico assumere che in quel sito sia adeguato, compatibile con l'uomo e l'ambiente che siano tollerate concentrazioni maggiori di quelle effettivamente riscontrate.

In definitiva, in casi come quelli considerati in cui la CSR calcolata risulti molto maggiore della  $C_{sat}$  e questa risulti maggiore delle massime concentrazioni riscontrate nel sito, deve essere assunto cautelativamente che la CSR si attesti alle massime concentrazioni riscontrate.

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE		Commessa: M0048PD	
			rev.	data
			02	Luglio 2011
			01	Aprile 2011
			00	Gennaio 2011
		Pag. 25 di 63 totali		

## 4. ANALISI DELLO STATO DI FATTO

### 4.1. Definizione dell'area di campionamento e contaminazione nei punti

Come definito nel documento di validazione del Piano di caratterizzazione 2009 area ex Alumix redatto da ARPAV, l'area presenta sia per acque che per suoli uno stato particolarmente compromesso, in cui sono presenti alcune evidenti criticità chimiche puntuali.

*Suoli:*

- PZ16: campione di suolo congiuntamente definito campione pericoloso e hot spot per il superamento congiunto di Idrocarburi C > 12 e marker IPA, presente nello strato tra 1 e 2m.
- Hot spot: nel sondaggio S153 per Berillio nello strato tra 2÷3m dal piano campagna.
- Superamenti nel Top Soil per PCB e PCDD/F registrati nel sondaggio S79 e S23
- Elevate concentrazioni nel sondaggio S61 per Idrocarburi C>12, in particolare nello strato 2.00-2.50m si è registrato il valore di 14.700mg/kg.

*Acque:*

- Hot spot presenti delle falde del riporto, prima e seconda falda per IPA e As.

La situazione chimica dell'area retro portuale è caratterizzata essenzialmente da una presenza di superamenti oltre colonna B, Tab. 1, All. 5, parte IV, d.lgs. 152/06 per metalli quali Arsenico, Mercurio, Rame, Berillio e Vanadio, evidenze emerse in parte anche durante la caratterizzazione del 2005, associati ad una presenza di IPA e HC C > 12 nella zona Sud – Sud Ovest del sito.

Il set di parametri inseriti in Giuditta 3.2 è stato caratterizzato da:

- Per quanto riguarda il parametro Fluoruri non si hanno evidenze tossicologiche tali da risultare significativi ai fini della valutazione nell'analisi di rischio (come anche per Cloruri e Solfati)
- Il set di concentrazioni massime inserite nei suoli non comprendono il campione risultante pericoloso PZ16, strato 1÷2m, in quanto ne è prevista la rimozione.
- Cautelativamente sono stati considerati nello strato superficiale anche i superamenti registrati nel Top Soil per la sommatoria di PCDD/F e di PCB, nonostante le analisi condotte si riferiscano ad uno strato di suolo superficiale pari a circa 20cm, quindi assunti rappresentativi di uno strato di 1m qual è l'intervallo considerato nella suddivisione stratigrafica adottata nei suoli.
- Per quanto attiene la matrice acque, nel database di input sono state adottate le massime concentrazioni rilevate nella falda del riporto comprensive degli Hot Spot individuati.

In assenza di informazioni sulle frazioni idrocarburiche dei campioni della caratterizzazione, per la contaminazione nel suolo si è supposto di attribuire l'intera concentrazione di C>12 e C<12 alle

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE		Commessa: M0048PD	
			rev.	data
			02	Luglio 2011
			01	Aprile 2011
			00	Gennaio 2011
			Pag. 26 di 63 totali	

frazioni idrocarburiche più tossiche per il recettore umano, facendo riferimento alle proprietà tossicologiche riportate nel database dell'ISS di maggio 2008.

Si è quindi scelto di attribuire il valore del limite di pericolosità per le due famiglie di Idrocarburi alla frazione C9-12 alifatici per gli Idrocarburi Leggeri, e alla frazione C19-36 alifatici per gli Idrocarburi Pesanti.

Analogamente la concentrazione di Idrocarburi Totali rivenuta nelle acque della falda nel riporto è stata attribuita alla frazione C19-36 alifatici.

Dopo aver inserito i dati di concentrazione delle singole frazioni, il software procede automaticamente al calcolo della concentrazione totale in ingresso di entrambe le tipologie di Idrocarburi per ogni campione. Nell'inserimento delle frazioni individuate si è scelto di fare riferimento alla metodologia del Massachusetts Department of Environmental Protection (MADEP).

#### 4.2. Stratigrafia di input

Successivamente viene riportata la schematizzazione semplificata della stratigrafia relativa allo stato di fatto considerando la presenza della falda nel riporto.

- Suolo insaturo: spessore pari a 2.2m, con una tipologia di terreno con granulometria rispondente alle caratteristiche “di grana media” (LOAM) caratteristico del riporto presente a Porto Marghera.
- Suolo saturo: assimilato ad un terreno sabbioso (SANDY LOAM), come si evince dalla figura successiva.

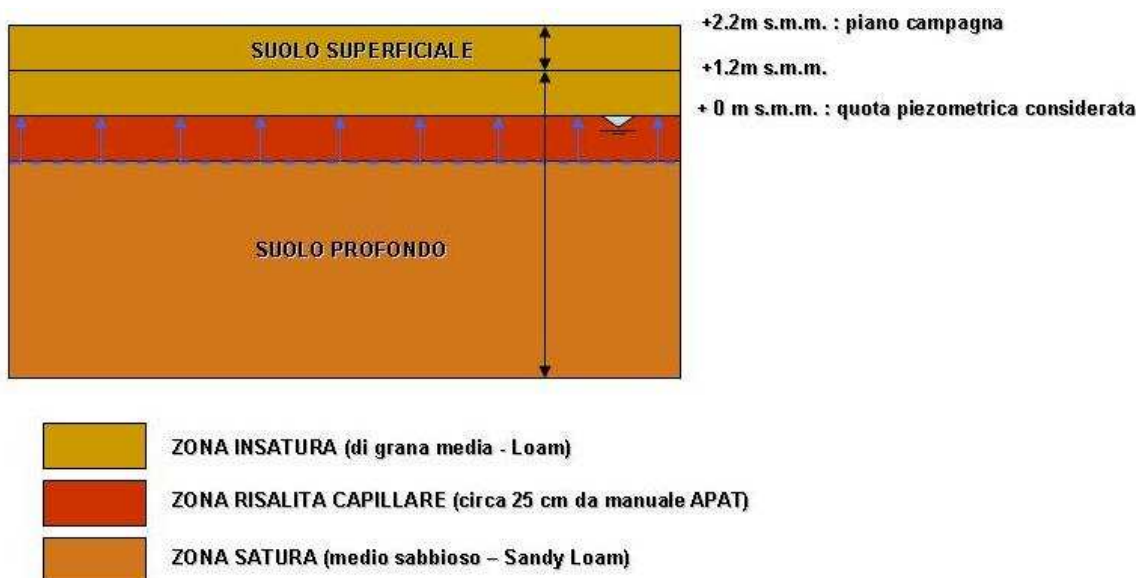


Figura 4-1 Schematizzazione sezione stato di fatto SDF

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE		Commessa: M0048PD	
			rev.	data
			02	Luglio 2011
			01	Aprile 2011
			00	Gennaio 2011
Pag. 27 di 63 totali				

### 4.3. Parametri caratteristici del sito e dei percorsi di esposizione

#### 4.3.1. Pavimentazione, edifici e falda

Il software richiede, in seguito all'inserimento del database della contaminazione di specificare inizialmente le caratteristiche basilari del sito, di modo da indirizzare l'analisi di rischio successiva, individuando le informazioni fondamentali per la definizione delle vie e modalità di esposizione e dei bersagli della contaminazione. Il software richiede all'utente la presenza di:

- Pavimentazione: nello stato di fatto non presente.
- Spazi confinati: pur essendo presenti degli edifici, questi sono inutilizzati; per questo si ipotizza di analizzare l'area come si presenterebbe in seguito alla demolizione delle strutture, dunque in assenza di spazi confinati.
- Falda: la soggiacenza, la direzione di flusso e la sua velocità è stata definita nel calcolo con riferimento alle caratteristiche della falda nel riporto.

#### 4.3.2. Parametri dei percorsi di esposizione

I parametri del terreno e dell'acquifero, nella zona insatura e nella zona satura, sono stati stabiliti seguendo le indicazioni del manuale APAT "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati", definendo le informazioni stratigrafiche sito specifiche in sostituzione di default proposte dal software Giuditta 3.2, ricercandole negli elaborati prodotti a seguito della caratterizzazione 2009 condotta nell'area.

##### 4.3.2.1. Densità secca:

La densità dello strato insaturo è stata posta pari a 1.8 g/cm<sup>3</sup> dato il contenuto elevato di sabbia presente nell'acquifero, mentre nel caso dell'insaturo il valore inserito è pari a 1.7 g/cm<sup>3</sup>.

##### 4.3.2.2. Foc della zona non satura e satura

Le frazioni di carbonio organico introdotte nel modello sono state ricavate dal parametro TOC analizzato durante la campagna di caratterizzazione 2009, cautelativamente sono stati considerati i valori minimi riscontrati nello strato superficiale (0÷1m) e nello strato profondo (oltre 1m).

Area	Foc insaturo	Foc saturo
Area 1	0.001	0.001

##### 4.3.2.3. Contenuto d'aria e d'acqua nello strato insaturo

Considerando la composizione a grana media (Loam) dello strato insaturo, il manuale APAT fornisce i seguenti parametri:

- Contenuto d'aria nel non saturo: 0.139
- Contenuto d'acqua nel non saturo: 0.213

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> <b>ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE</b>		Commessa: M0048PD	
			rev.	data
			02	Luglio 2011
			01	Aprile 2011
			00	Gennaio 2011
			Pag. 28 di 63 totali	

#### 4.3.2.4. *Contenuto d'aria e d'acqua in frangia capillare e altezza di risalita capillare*

Il contenuto di aria e di acqua in frangia capillare è stato riferito al suolo saturo schematizzato come Sandy Loam inserendo i seguenti parametri forniti dal manuale APAT, mentre la porosità efficace è stata ricavata dalle indagini svolte nel 2009.

- Contenuto d'aria in frangia capillare: 0.057
- Contenuto d'acqua in frangia capillare: 0.288
- Porosità efficace nel saturo: 0.3
- Altezza di risalita capillare: 25cm

#### 4.3.2.5. *Soggiacenza della falda e definizione dello spessore dello strato insaturo*

La definizione dello spessore dello strato di terreno insaturo è fondamentale per la valutazione dell'analisi di rischio (cfr. anche quanto riferito al par 3.3.1); a sua volta esso è legato alla definizione della massima soggiacenza della falda, al netto della frangia capillare. A sua volta la soggiacenza massima è data dalla differenza tra la massima quota del piano campagna e la minima altezza della falda considerata.

$$S_{\text{falda nel riporto,max}} = H_{\text{topografica max}} - H_{\text{piezometrica min}}$$

Nel caso di specie il riferimento più conservativo per l'entità della contaminazione e per la vicinanza ai bersagli, ovvero per la brevità del percorso di esposizione è quello alla falda nel riporto.

Sulla base delle indagini della caratterizzazione del sito le informazioni piezometriche e topografiche necessarie alla definizione del parametro in questione sono disponibili, ma occorrono delle precisazioni. Il sito ex Alumix presenta aree con quote pressoché uniformi, le uniche differenze zenitali sono riconducibili a fabbricati, piazzali, strade e depressioni per la raccolta delle acque o a locali irregolarità del piano campagna in aree incolte e per lo più inutilizzate.

L'Area 1 (cfr. Figura 3-1) considerata per l'analisi di rischio presenta:

- una quota altimetrica prevalente compresa nell'intervallo 2.00÷2.25 in corrispondenza dei 2/3 dell'area di intervento (Area 1,cfr.Figura 3-1)
- quote inferiori sono state rilevate in corrispondenza dell'area serbatoi, lungo il confine sud e nel tratto adiacente via dell'Elettronica;
- quote massime locali da attribuire a terreni sconnessi presenti localmente e non significative sul piano dell'analisi di rischio;

In definitiva, sulla base dei recenti rilievi planoaltimetrici è possibile definire la massima quota del piano campagna significativo ai fini delle analisi di cui si tratta nella misura del +2.15m.s.m.m.

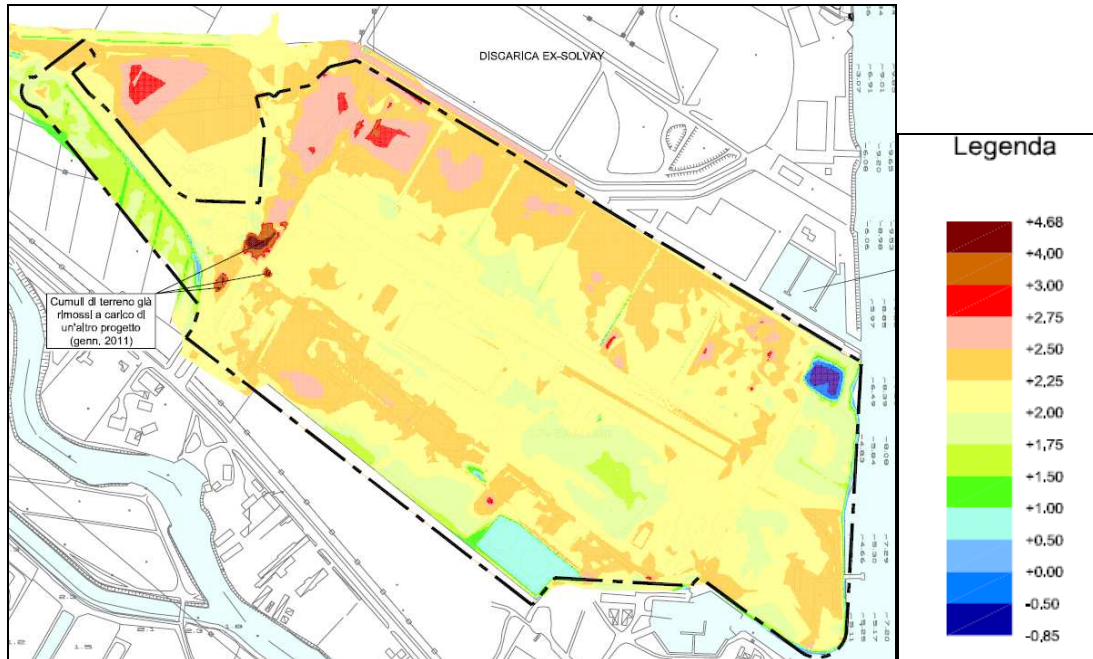


Figura 4-2 Rilievo planoaltimetrico effettuato in Ottobre 2010 del sito ex Alumix



Figura 4-3 Piezometria della falda nel riporto con indicata (freccia rossa) la posizione del sondaggio PZ104 in cui è stato misurato il minimo piezometrico locale; con la freccia blu è indicata la direzione prevalente del flusso di falda adottato per l'analisi di rischio

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> <b>ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE</b>		Commessa: M0048PD			
			rev.	data		
			02	Luglio 2011		
			01	Aprile 2011		
			00	Gennaio 2011		
			Pag. 30 di 63 totali			

La minima piezometrica rilevata per la falda del riporto è definita con riferimento alle misure piezometriche condotte da SGS nel marzo 2009: la minima rilevazione è in corrispondenza del sondaggio PZ 104 con un valore prossimo a quello del medio mare ( $\pm 0.0$  m s.m.m.). Nella tabella sottostante sono state riportate le letture piezometriche effettuate in seguito a periodi i006E assenza di precipitazioni pari a 1 mese;

Riporto	
PZ003	1,1788
PZ018	1,3604
PZ030	1,6813
PZ046	1,3255
PZ055	0,4757
PZ104	-0,0857
PZ105	0,6672
PZ109	1,5317
PZ114	1,2955
Pz142	1,1659
<b>Media</b>	<b>1,0596</b>

*Tabella 4-1 letture piezometriche nella falda nel riporto tratto dalla Relazione Tecnica della caratterizzazione 2009 (SGS –Getea)*

Si evidenzia che le letture citate sono state acquisite dopo un periodo di assenza di piogge, rilevato nel mese di marzo 2009, durato circa un mese (cfr. elaborato A.4 – Par.4.3.3): per questa ragione le misure sono riferibili ad una condizione di minimo piezometrico, poiché è bassa la ricarica da apporti meteorici. A fronte di questo, i dati letti sono cautelativi rispetto all'esigenza che l'analisi del rischio sia condotta con riferimento al massimo spessore dell'insaturo e, dunque, alla massima soggiacenza della falda.

Alla luce di quanto espresso la soggiacenza della falda considerata è pari a 2.2 m e conseguentemente si assume sia altrettanto lo spessore dello strato del suolo insaturo.

Si evidenzia che le fluttuazioni stagionali relative alla falda nel riporto sono modeste sia per lo stato di fatto, sia per lo stato di progetto poiché:

- nello stato di fatto le fluttuazioni sono limitate dalla connessione diretta con la laguna;
- nello stato di progetto le fluttuazioni saranno ulteriormente limitate per effetto dell'impermeabilizzazione superficiale dei piazzali e degli edifici e in previsione del drenaggio della falda nei pozzi critici per questione di contaminazione e a tergo del marginamento.

Per le motivazioni espresse si ritiene che gli scenari descritti e propedeutici all'analisi di rischio siano consistenti e cautelativi.



	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE	Commessa: M0048PD	
		<i>rev.</i>	<i>data</i>
		02	Luglio 2011
		01	Aprile 2011
		00	Gennaio 2011
		<i>Pag. 31 di 63 totali</i>	

#### 4.3.2.6. *Conducibilità idraulica*

Il valore di permeabilità idraulica inserito è ricavato dai valori indicati dal manuale APAT per lo strato saturo a cui si riferisce tale parametro. Il valore posto è di  $10^{-5}$  m/s ovvero 0.9 m/d.

#### 4.3.2.7. *Gradiente idraulico*

Il gradiente idraulico da analisi piezometriche nella falda del riporto è risultato pari a  $8,6 \times 10^{-4}$ .

#### 4.3.2.8. *Infiltrazione efficace*

Per il calcolo dell'infiltrazione efficace si è proceduto come indicato da APAT. È stato assunto un dato di precipitazione annua pari a 839 mm/anno, determinato sulla base dei valori rilevati nella Stazione Ente Zona Fiera n. 23 – Rete Ente Zona Industriale Porto Marghera da gennaio 1975 a dicembre 2005.

Nell'equazione per il calcolo dell'infiltrazione efficace riferita ad un suolo costituito prevalentemente da sabbie e modellato con un terreno di grana media è stata utilizzata la formula per la classe LOAM, dato lo strato insaturo ipotizzato, così come indicato nel manuale APAT.

$$I_{\text{eff}} = 0.0009 \times P^2 \text{ [cm/anno] (LOAM)}$$

Il valore di infiltrazione efficace risulta pari a  $6,4 \times 10^{-2}$  m/anno.

#### 4.3.2.9. *Distanza dal punto di conformità L*

Il punto di conformità (*point of compliance*) è considerato posto al margine dell'area oggetto di analisi (dunque  $L=0$  m) in quanto tutta la falda è contaminata e l'analisi presuppone cautelativamente il rispetto degli obiettivi della bonifica sul perimetro dell'area stessa.

#### 4.3.2.10. *Dispersività longitudinale, trasversale e verticale*

Tali coefficienti sono determinati a partire dal punto di conformità; posto a 0m si ottengono valori nulli di coefficienti.

$$\alpha_x = \frac{L}{10}$$

$$\alpha_y = \frac{L}{3}$$

$$\alpha_z = \frac{L}{20}$$

#### 4.3.2.11. *Spessore dell'acquifero*

Con riferimento alle indagini della campagna di caratterizzazione svolta nel 2009 si è assunto uno spessore dell'acquifero pari a 2m.

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE		Commissa: M0048PD	
			rev.	data
			02	Luglio 2011
			01	Aprile 2011
			00	Gennaio 2011
			Pag. 32 di 63 totali	

#### ZONA INSATURA

Descrizione	Simbolo	Valore
Densità secca (g/cm <sup>3</sup> )	Rs	1,7
Foc della zona non satura (adim.)	Foc	0,001
Contenuto d'aria nel non saturo (adim.)	Tas	0,139
Contenuto d'acqua nel non saturo (adim.)	Tws	0,213

#### ZONA SATURA

Descrizione	Simbolo	Valore
Soggiacenza della falda (cm)	Lgw	220
Spessore della frangia capillare (cm)	Hcap	25
Contenuto d'aria in frangia capillare (adim.)	Tacap	0,057
Contenuto d'acqua in frangia capillare (adim.)	Twcap	0,288
Conducibilità idraulica (m/giorno)	K	0,9
Gradiente idraulico (adim.)	i	0,00086
Porosità efficace (adim.)	Ts	0,3
Infiltrazione efficace (m/anno)	I	0,064
Densità secca dell'acquifero (g/cm <sup>3</sup> )	Rs(sat)	1,8
Foc nella zona satura (adim.)	Foc(sat)	0,001
Dispersività longitudinale (m)	Ax	0
Dispersività trasversale (m)	Ay	0
Dispersività verticale (m)	Az	0
Distanza dal punto di conformità (m)	X	0
Spessore dell'acquifero (m)	da	2

*Tabella 4-2 Parametri di input per lo SDF*

### 4.3.3. Parametri di esposizione umana

Il software Giuditta associa in base alla destinazione d'uso differenti bersagli umani. Nel caso specifico, l'area ex Alumix è oggetto di interesse per l'insediamento di un'area portuale, di servizi, direzionale e commerciale, quindi di tipo B. La categoria su cui si basa l'analisi di rischio è dunque la categoria dei lavoratori.

Di seguito si riporta una breve descrizione dei parametri di esposizione individuati secondo le indicazioni del manuale APAT.

#### 4.3.3.1. *Peso corporeo*

È stato assunto un peso corporeo pari a 70 kg per il recettore Adulti.

#### 4.3.3.2. *Ingestione di suolo*

Il valore di ingestione è pari a 50 mg/g per Lavoratori.

#### 4.3.3.3. *Inalazione indoor*

Pur essendo presenti ambienti chiusi nello stato di fatto, si assume di riferire l'analisi ad una situazione in cui tutto ciò che si eleva al di sopra del piano campagna sia demolito. Pertanto si escludono i percorsi di esposizione che considerino l'indoor.

#### 4.3.3.4. *Inalazione outdoor*

Per i bersagli Adulti si è invece supposto una portata di 60 m<sup>3</sup>/d corrispondente a un tasso orario di 2.5 m<sup>3</sup>/h.

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE		Commessa: M0048PD	
			<i>rev.</i>	<i>data</i>
			02	Luglio 2011
			01	Aprile 2011
			00	Gennaio 2011
<i>Pag. 33 di 63 totali</i>				

#### **4.3.3.5. Superficie della pelle**

La superficie di pelle esposta al contatto diretto con la sostanza inquinante per la categoria Lavoratori è pari a 3300cm<sup>2</sup>/giorno.

#### **4.3.3.6. Lunghezza della vita**

L'aspettativa di vita considerata è stata posta pari a 70 anno, ossia 25'550 d per il bersaglio considerato.

#### **4.3.3.7. Frequenza dell'esposizione**

Il numero di giorni in cui il bersaglio Lavoratori è esposto al contatto con la contaminazione è stato posto pari a 250 come suggerito da manuale APAT.

#### **4.3.3.8. Durata dell'esposizione**

La durata dell'esposizione è stata posta pari a 25anni per i Lavoratori.

#### **4.3.3.9. Frazione di tempo speso in sito**

La frazione di tempo speso in sito è stata posta uguale a 0.33 corrispondente cautelativamente ad un terzo della giornata (8 h/24 h).

#### **4.3.3.10. Caricamento di suolo sulla pelle**

È stato adottato un valore di caricamento di suolo sulla pelle pari a 0.2 mg/cm<sup>2</sup> d.

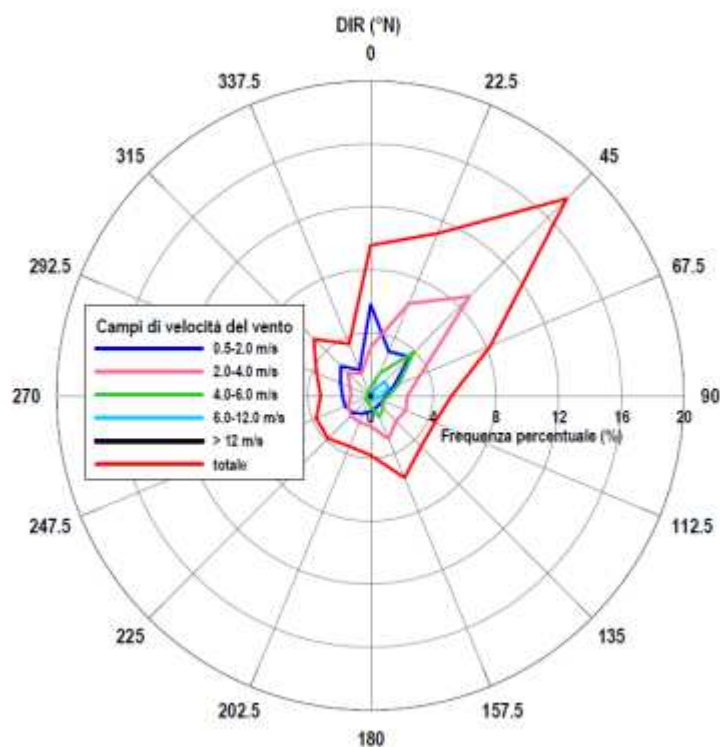
#### **4.3.3.11. Frazione di polvere indoor**

Analogamente al parametro Inalazione indoor, si è escluso il riferimento al calcolo del rischio derivante dall'esposizione alla polvere indoor.

### **4.3.4. Parametri ambientali**

I parametri ambientali sono stati lasciati pari ai valori di default proposti dal software, ad eccezione della velocità del vento la cui determinazione è indicata nel seguente paragrafo.

#### 4.3.4.1. Velocità del vento



**Figura 4-4 Mappatura ed intensità dei venti nell'area di Porto Marghera**

Per la determinazione dei venti di riferimento nell'analisi è stata utilizzata la serie temporale relativa alla stazione n. 22 dell'Ente Zona Industriale, situata nella zona industriale di Porto Marghera, (dati orari nel periodo 1975 – 1997) dove si evidenzia che il vento di Bora risulta sia regnante che dominante, seguito dai venti di Tramontana e Levante. Questi venti, provenienti tutti dal I° quadrante, coprono complessivamente più del 50% delle osservazioni.

Per la velocità del vento all'altezza del bersaglio umano è stato assunto cautelativamente il valore minimo di velocità più frequente tra quelli rilevati presso la Stazione Torre Pompieri n. 22 dell'Ente Zona Industriale di Porto Marghera. Il valore minimo è pari a 2 m/s, misurata a 40 m di altezza ( $z_1$ ). Per stimare il valore di velocità in corrispondenza della zona di miscelazione, ovvero a 2 m di altezza ( $z_2$ ), si è applicata la relazione empirica proposta da APAT [S.R. Hanna et al., 1982]:

$$\frac{U_{air}(z_1)}{U_{air}(z_2)} = \left(\frac{z_1}{z_2}\right)^p$$

Il parametro “p” è funzione della classe di stabilità atmosferica e della rugosità del suolo. Nell'area di interesse si è supposto di assumere il valore di “p” pari a 0,15, corrispondente ad un suolo di tipo rurale e ad una classe di stabilità atmosferica D (neutra).

Conseguentemente la velocità del vento a 2 m di altezza risulta pari a 1.3 m/s.

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE		Commessa: M0048PD	
			rev.	data
			02	Luglio 2011
			01	Aprile 2011
			00	Gennaio 2011
			Pag. 35 di 63 totali	

#### 4.3.5. Parametri chimico-fisici e tossicologici delle sostanze

In mancanza di informazioni sito specifiche ci si è attenuti ai valori di default di Giuditta 3.2, che utilizza la versione aggiornata della banca dati ISS di Maggio 2008.

#### 4.4. Risultati dell'analisi di rischio in modalità diretta

##### 4.4.1. Rischi per sostanze cancerogene

I risultati di output del software sono stati valutati per il bersaglio Lavoratori.

RISCHIO PER SOSTANZE CANCEROGENE	Ingestione di suolo	Contatto dermico	Polvere all'aperto	Vapori all'aperto suolo sup	Vapori all'aperto suolo pro	Vapori all'aperto dalla Falda	RISCHIO DAL SUOLO SUPERFICIALE	RISCHIO DAL SUOLO PROFONDO	RISCHIO DALLA FALDA
<b>SUOLO SUPERFICIALE</b>									
Benzo(a)antracene	6,23E-06	1,07E-05	2,20E-10	6,25E-06			2,32E-05		
Benzo(b)fluorantene	8,91E-06	1,53E-05	3,15E-10	8,20E-06			3,24E-05		
Benzo(k,,j)fluorantene	4,29E-07	7,37E-07	7,85E-12	8,82E-08			1,25E-06		
Benzo(a)pirene	6,28E-05	1,08E-04	2,71E-09	4,41E-05			2,15E-04		
Crisene	1,01E-07	1,73E-07	3,78E-12	1,69E-07			4,43E-07		
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	3,24E-06	5,56E-06	5,92E-11	4,04E-07			9,21E-06		
PCB	1,81E-06	3,34E-06	7,77E-11	1,73E-05			2,25E-05		
Arsenico	1,86E-05	7,35E-06	7,99E-09	0,00E+00			2,59E-05		
Berillio	9,39E-06	1,24E-06	7,89E-10	0,00E+00			1,06E-05		
Dibenzo(a,e)pirene	1,70E-05	2,92E-05	0,00E+00	0,00E+00			4,62E-05		
Dibenzo(a,l)pirene	1,49E-03	2,55E-03	0,00E+00	0,00E+00			4,04E-03		
Sommatoria PCDD, PCDF(	2,62E-06	1,04E-06	8,72E-11	0,00E+00			3,66E-06		
<b>SUOLO PROFONDO</b>									
Benzo(a)antracene					4,65E-08			4,65E-08	
Benzo(b)fluorantene					7,08E-08			7,08E-08	
Benzo(k,,j)fluorantene					2,36E-10			2,36E-10	
Benzo(a)pirene					2,18E-07			2,18E-07	
Crisene					2,07E-09			2,07E-09	
Indeno(1,2,3-c,d)pirene					6,52E-10			6,52E-10	
Arsenico					0,00E+00			0,00E+00	
Berillio					0,00E+00			0,00E+00	
Dibenzo(a,e)pirene					0,00E+00			0,00E+00	
Dibenzo(a,l)pirene					0,00E+00			0,00E+00	
<b>FALDA</b>									
Benzo(a)antracene						2,22E-11			2,22E-11
Benzo(b)fluorantene						1,09E-10			1,09E-10
Benzo(k,,j)fluorantene						3,56E-13			3,56E-13
Benzo(a)pirene						2,59E-10			2,59E-10
Crisene						8,17E-13			8,17E-13
Dibenzo(a,h)antracene						2,17E-11			2,17E-11
Indeno(1,2,3-c,d)pirene						6,91E-12			6,91E-12
Arsenico						0,00E+00			0,00E+00
Cromo (VI)						0,00E+00			0,00E+00
Nichel						0,00E+00			0,00E+00

Tabella 4-3 –rischio per sostanze cancerogene

Per IPA, Arsenico e PCB si determina il superamento degli indici di rischio da suolo superficiale per:

- Ingestione
- Contatto dermico
- Inalazione vapori outdoor da suolo superficiale

Tali evidenze risultano, evidentemente, per il suolo superficiale anche per quanto attiene il rischio cumulato.

	SS	SP	FALDA
AREA 1	4,43E-03	3,38E-07	4,2E-10

Tabella 4-4 – Sintesi del rischio cumulato per sostanze cancerogene

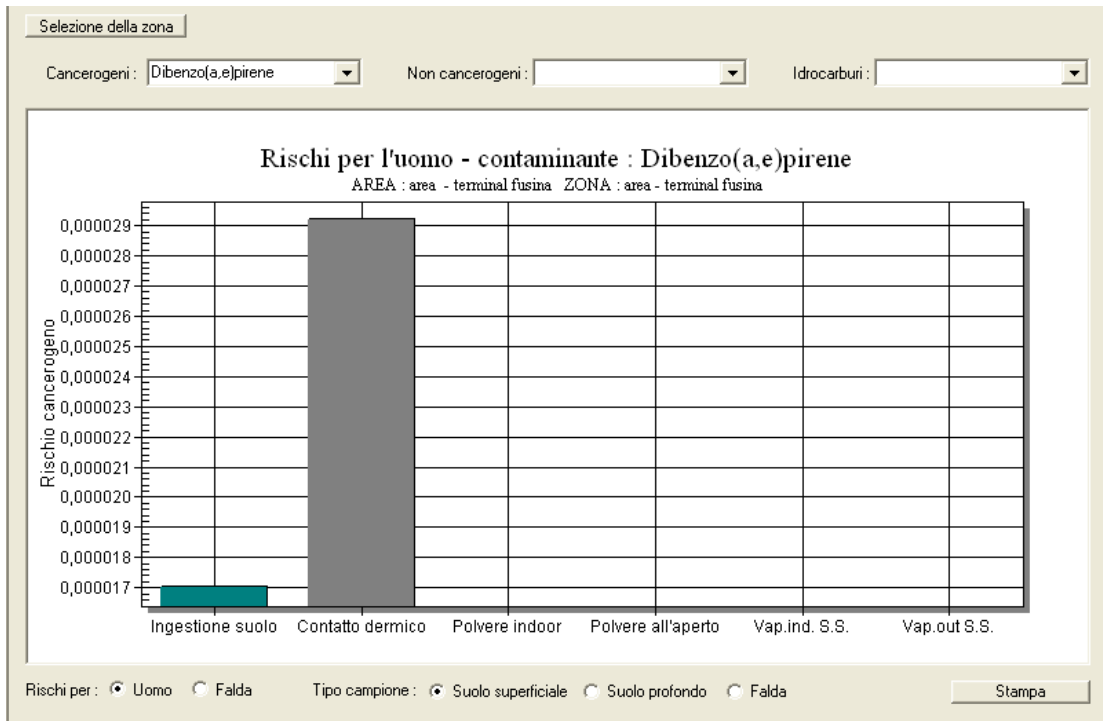
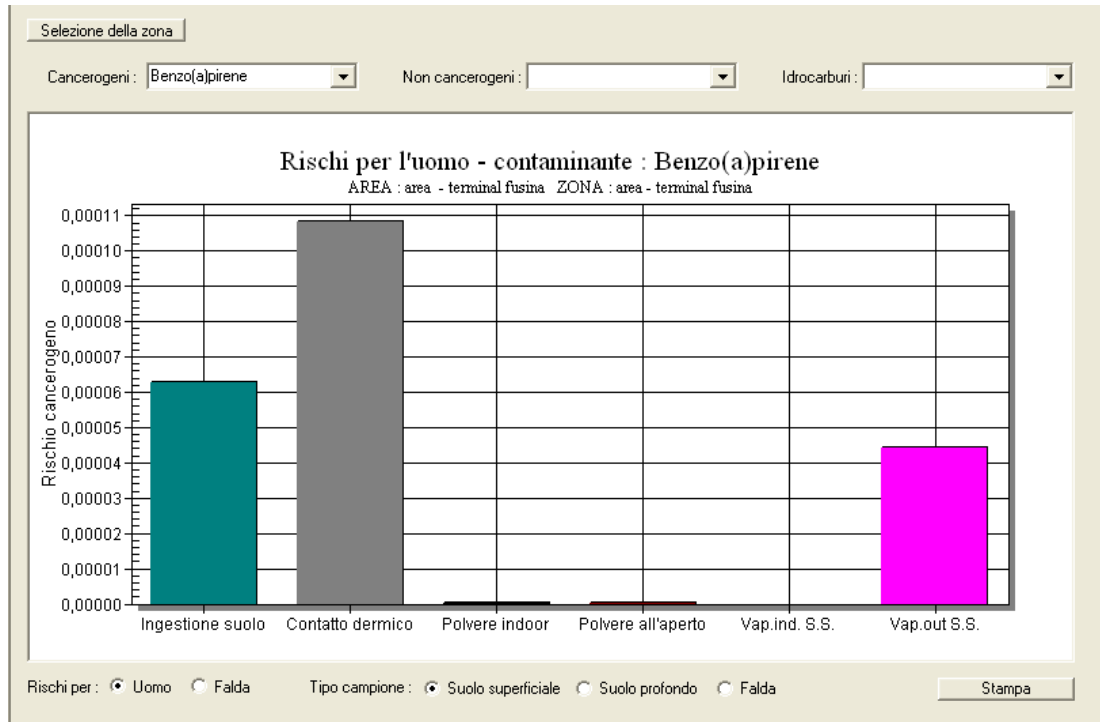
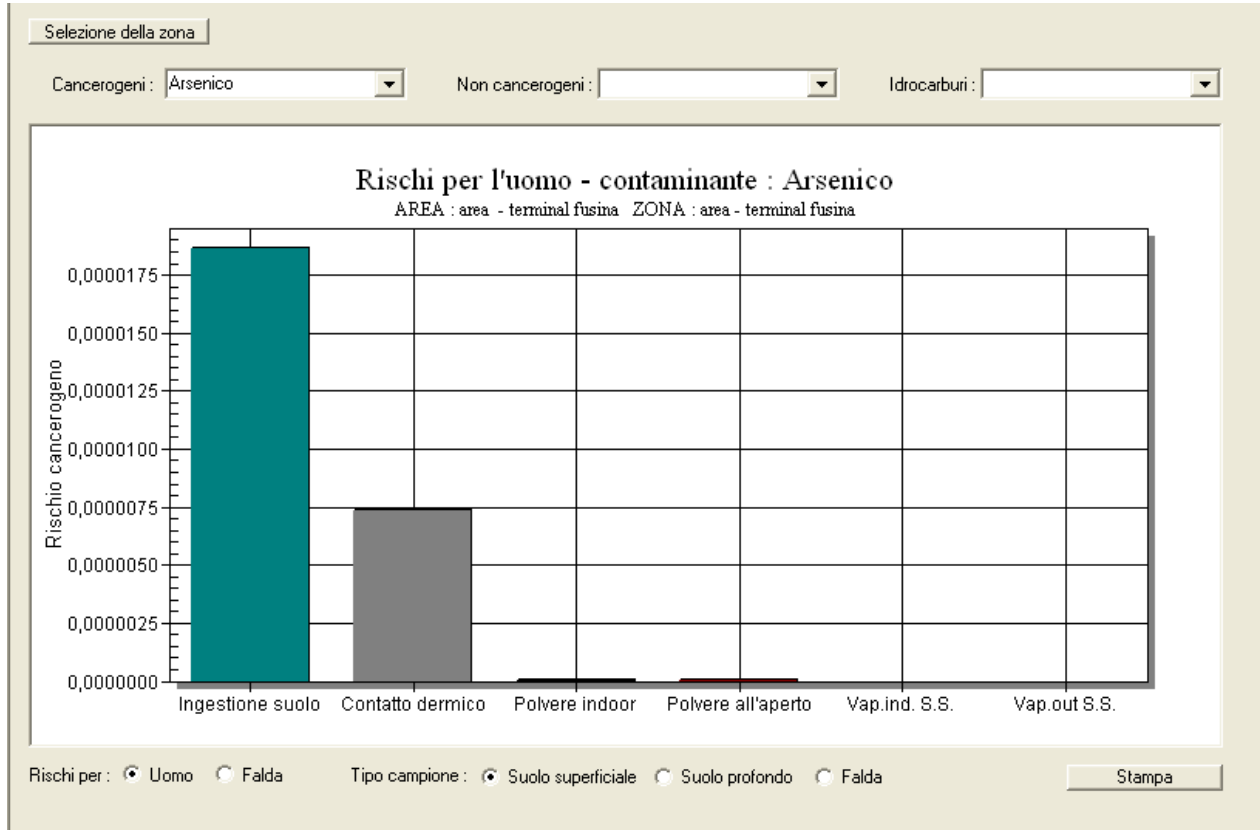


Figura 4-5 Rischio proveniente da Benzo(a)pirene e Dibenzo(a,e)pirene dallo strato superficiale



*Figura 4-6 Rischio proveniente da Arsenico dallo strato superficiale*

#### 4.4.2. Indice di pericolo per sostanze non cancerogene

Per quanto riguarda le sostanze non cancerogene, ne deriva una situazione senza superamenti registrati analizzando il bersaglio Lavoratori. Vengono inseriti in seguito le tabelle risultanti dall'analisi di rischio.

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> <b>ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE</b>		Commessa: M0048PD	
			rev.	data
			02	Luglio 2011
			01	Aprile 2011
			00	Gennaio 2011
			Pag. 38 di 63 totali	

RISCHIO PER SOSTANZE NON CANCEROGENE	Ingestione di suolo	Contatto dermico	Polvere all'aperto	Vapori all'aperto suolo sup	Vapori all'aperto suolo pro	Vapori all'aperto dalla Falda	HI DAL SUOLO SUPERFICIALE	HI DAL SUOLO PROFONDO	HI DALLA FALDA
<b>SUOLO SUPERFICIALE</b>									
Benzo(a)antracene	0,00E+00	0,00E+00	3,61E-09	1,02E-04			1,02E-04		
Benzo(b)fluorantene	0,00E+00	0,00E+00	5,16E-09	1,34E-04			1,34E-04		
Benzo(k,j)fluorantene	0,00E+00	0,00E+00	2,49E-08	2,79E-04			2,79E-04		
Benzo(g,h,i)perilene	4,66E-04	8,00E-04	2,01E-08	6,21E-04			1,89E-03		
Benzo(a)pirene	0,00E+00	0,00E+00	3,30E-10	5,37E-06			5,37E-06		
Crisene	1,35E-03	2,31E-03	5,79E-08	2,59E-03			6,24E-03		
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	4,14E-04	7,11E-04	1,70E-10	1,16E-06			1,13E-03		
Pirene	1,85E-03	3,17E-03	7,95E-08	5,05E-03			1,01E-02		
PCB	1,26E-01	2,34E-01	0,00E+00	0,00E+00			3,60E-01		
Arsenico	1,16E-01	4,57E-02	4,97E-06	0,00E+00			1,61E-01		
Berillio	3,06E-03	4,04E-04	4,62E-05	0,00E+00			3,52E-03		
<b>SUOLO PROFONDO</b>									
Benzo(a)antracene					7,62E-07			7,62E-07	
Benzo(b)fluorantene					1,16E-06			1,16E-06	
Benzo(k,j)fluorantene					7,46E-07			7,46E-07	
Benzo(g,h,i)perilene					4,80E-06			4,80E-06	
Benzo(a)pirene					2,66E-08			2,66E-08	
Crisene					3,17E-05			3,17E-05	
Indeno(1,2,3-c,d)pirene					1,88E-09			1,88E-09	
Pirene					5,59E-05			5,59E-05	
Arsenico					0,00E+00			0,00E+00	
Berillio					0,00E+00			0,00E+00	
Rame					0,00E+00			0,00E+00	
Mercurio					5,06E-01			5,06E-01	
Cianuri liberi					1,34E-03			1,34E-03	
<b>FALDA</b>									
Benzo(a)antracene						3,64E-10			3,64E-10
Benzo(b)fluorantene						1,79E-09			1,79E-09
Benzo(k,j)fluorantene						1,13E-09			1,13E-09
Benzo(g,h,i)perilene						1,85E-08			1,85E-08
Benzo(a)pirene						3,16E-11			3,16E-11
Crisene						1,25E-08			1,25E-08
Indeno(1,2,3-c,d)pirene						1,99E-11			1,99E-11
Pirene						7,68E-09			7,68E-09
Antimonio						0,00E+00			0,00E+00
Arsenico						0,00E+00			0,00E+00
Cromo (VI)						0,00E+00			0,00E+00
Ferro						0,00E+00			0,00E+00
Piombo						0,00E+00			0,00E+00
Manganese						0,00E+00			0,00E+00
Mercurio						1,98E-03			1,98E-03
Nichel						0,00E+00			0,00E+00
Selenio						0,00E+00			0,00E+00
Vanadio						0,00E+00			0,00E+00
Cianuri liberi						1,70E-04			1,70E-04

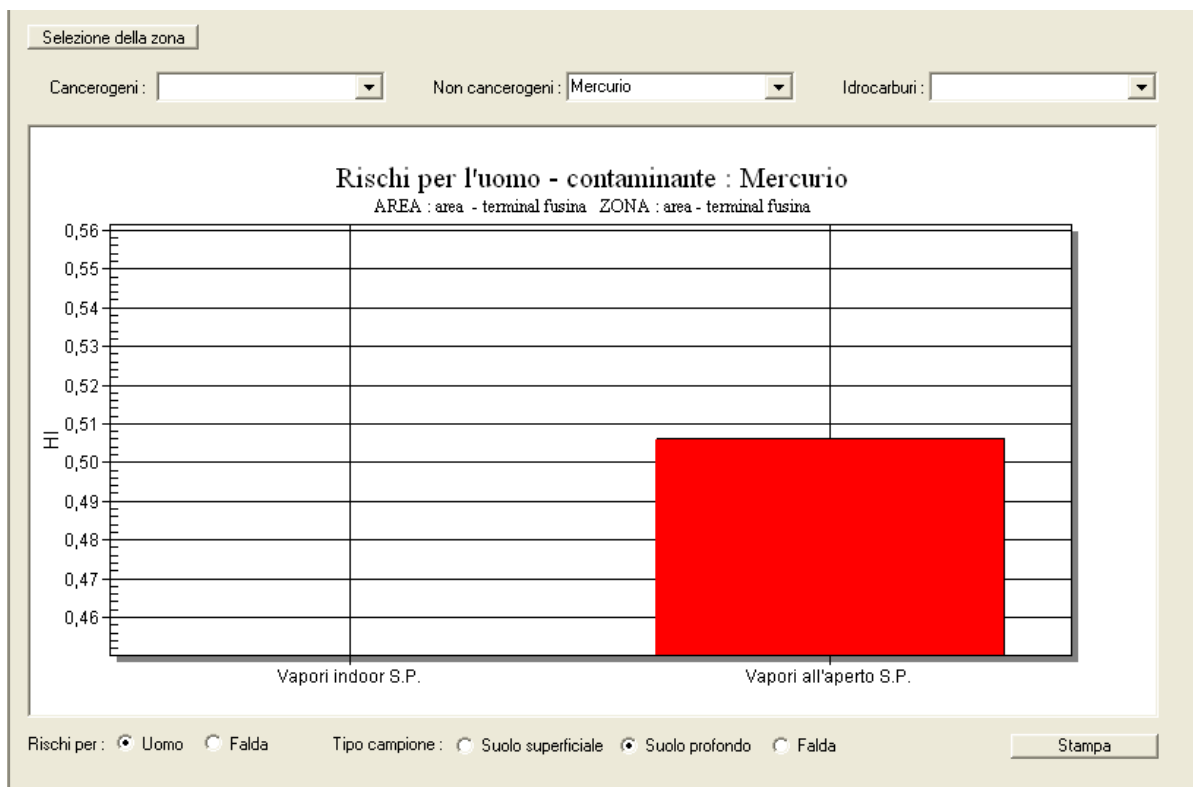
Tabella 4-5 –rischio cumulato per sostanze non cancerogene

Anche la sintesi cumulativa non evidenzia rischi provenienti da sostanze non cancerogene, come schematizzato dalla seguente tabella.

	SS	SP	FALDA
AREA 1	5.45E-01	5.07E-01	2.15E-03

Tabella 4-6 – Sintesi del rischio cumulato per sostanze non cancerogene





*Figura 4-7 Rischio proveniente da Mercurio dallo strato profondo*

#### 4.4.3. Indice di pericolo per la falda

I risultati definiscono un rischio per la falda provenienti dalla falda stessa e dal suolo ponendo la questione degli interventi da programmare per tale bersaglio.

HI PER LA FALDA	Rischio dal suolo	Rischio dalla falda
<b>SUOLO SUPERFICIALE</b>		
Benzo(a)antracene	9,31E+01	
Benzo(b)fluorantene	1,49E+01	
Benzo(k,,j)fluorantene	1,58E+01	
Benzo(g,h,i)perilene	6,93E+01	
Benzo(a)pirene	1,60E+02	
Crisene	3,17E-01	
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	2,18E-01	
Pirene	2,67E+00	
PCB	3,24E+03	
Arsenico	2,41E+02	
Berillio	3,77E+01	
Dibenzo(a,e)pirene	4,93E+01	
Dibenzo(a,l)pirene	2,47E+02	
Sommatoria PCDD, PCDF(conv. T.E.)	1,70E-01	
C 19-36 alifatici	6,86E+04	
<b>SUOLO PROFONDO</b>		
Benzo(a)antracene	9,31E+01	
Benzo(b)fluorantene	1,49E+01	
Benzo(k,,j)fluorantene	1,58E+01	
Benzo(g,h,i)perilene	6,93E+01	
Benzo(a)pirene	1,60E+02	
Crisene	3,17E-01	
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	2,18E-01	
Pirene	2,67E+00	
Arsenico	3,97E+02	
Berillio	3,27E+01	
Rame	1,43E+01	
Mercurio	1,74E+02	
Cianuri liberi	1,83E+02	
Dibenzo(a,e)pirene	4,93E+01	
Dibenzo(a,l)pirene	2,47E+02	
C 19-36 alifatici	8,90E+05	
<b>FALDA</b>		
Benzo(a)antracene		1,40E+00
Benzo(b)fluorantene		2,80E+00
Benzo(k,,j)fluorantene		1,60E+00
Benzo(g,h,i)perilene		1,40E+01
Benzo(a)pirene		1,50E+01
Crisene		4,20E-02
Dibenzo(a,h)antracene		2,30E+00
Indeno(1,2,3-c,d)pirene		1,50E+00
Pirene		6,60E-03
Antimonio		3,20E+00
Arsenico		2,90E+01
Cromo (VI)		5,00E+00
Ferro		1,20E+02
Piombo		9,80E+00
Manganese		2,60E+01
Mercurio		2,20E+00
Nichel		2,40E+00
Selenio		1,20E+00
Vanadio		1,12E+01
Cianuri liberi		4,26E+01
HI IDROCARBURI DELLA ZONA (MADEF)	9,59E+05	0,00E+00

Tabella 4-7 – rischio per la falda

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE	Commessa: M0048PD	
		rev.	data
		02	Luglio 2011
		01	Aprile 2011
		00	Gennaio 2011
		Pag. 41 di 63 totali	

#### 4.4.4. Rischio da idrocarburi

Il rischio per il recettore umano derivante dagli Idrocarburi viene calcolato per il Suolo superficiale (Ingestione, Contatto dermico, Inalazione polveri e vapori outdoor) e per il Suolo profondo (Inalazione vapori).

Il calcolo del rischio per gli idrocarburi è esclusivamente di tipo non cancerogeno. Dall'analisi dello stato di fatto non risulta rischio derivante da idrocarburi. Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei risultati ottenuti, per l'unico bersaglio considerato.

Rischi idrocarburi : LAVORATORI - Ingestione di suolo Lavoratori				
C<12				
Contaminante MADEP	Rischio MADEP	Contaminante TPHCWG	Rischio TPHCWG	Rischio Max
C>12				
Contaminante MADEP	Rischio MADEP	Contaminante TPHCWG	Rischio TPHCWG	Rischio Max
ALIFATICI				
C 19-36 alifatici	8,66E-04			8,66E-04
TOT	8,66E-04		0,00E+00	8,66E-04

Rischi idrocarburi : LAVORATORI - Contatto dermico Lavoratori				
C<12				
Contaminante MADEP	Rischio MADEP	Contaminante TPHCWG	Rischio TPHCWG	Rischio Max
C>12				
Contaminante MADEP	Rischio MADEP	Contaminante TPHCWG	Rischio TPHCWG	Rischio Max
ALIFATICI				
C 19-36 alifatici	1,14E-03			1,14E-03
TOT	1,14E-03		0,00E+00	1,14E-03

*Tabella 4-8 – Rischio da idrocarburi, stato di fatto, bersaglio lavoratori  
rischio per idrocarburi*

#### 4.5. Risultati dell'analisi di rischio in modalità inversa

Le CSR determinate per ciascun meccanismo di trasporto per i suoli nello stato di fatto costituiscono il riferimento in base al quale sono successivamente valutati gli interventi di progetto e i suoi effetti complessivi in termini sanitari e ambientali.

Nei casi in cui l'analisi dia CSR più elevate dei massimi riscontrati con la caratterizzazione si considera che ciò sia sintomatico di una non significatività del rischio associato. A fronte di questo si considera cautelativo assumere come concentrazione soglia quella data dai valori massimi riscontrati nella caratterizzazione.

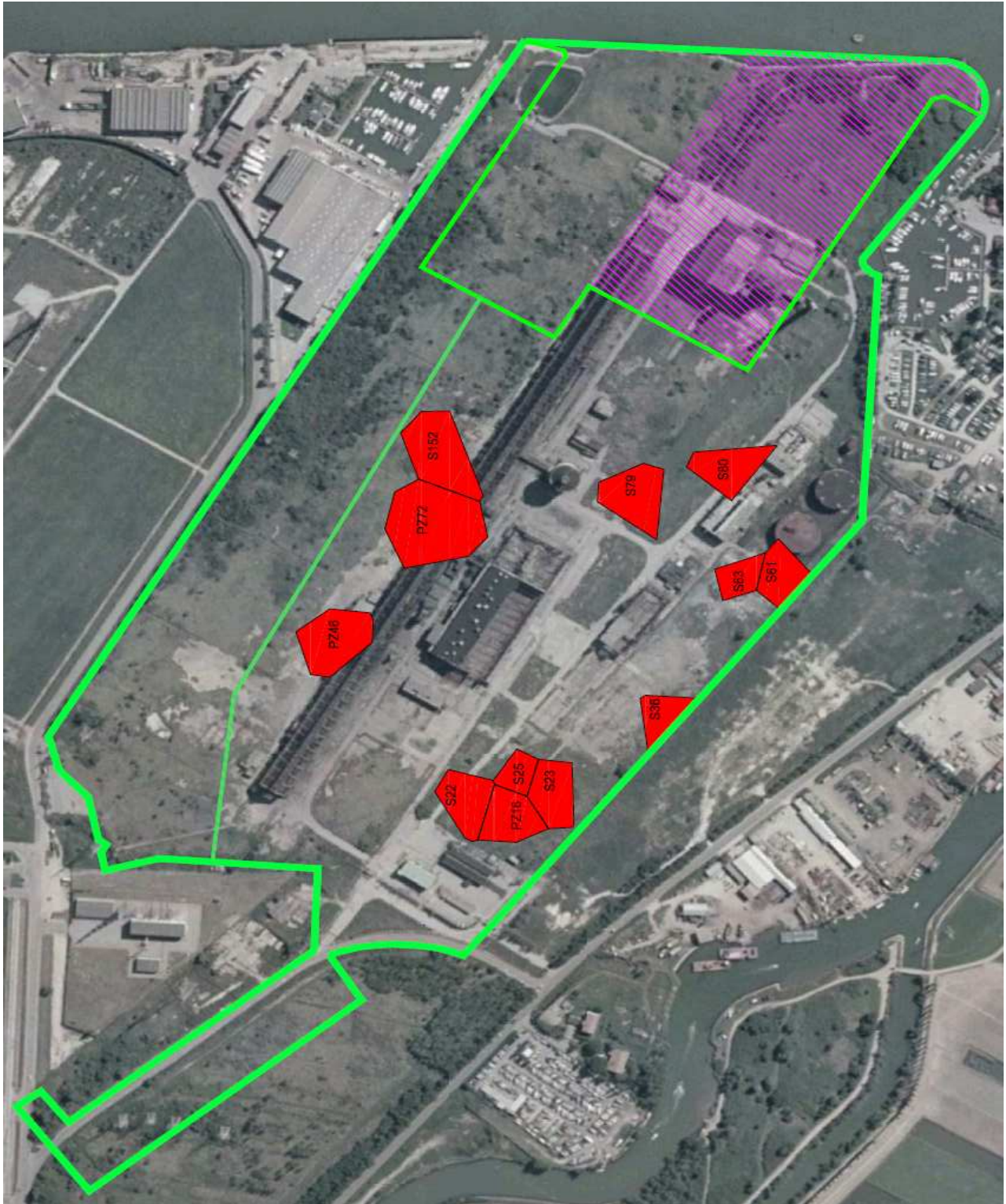
Per tutte le sostanze non riportate nell'elenco che segue si deve intendere che il riferimento è alle CSC di cui alla colonna B, Tab. 1, All. 5, parte IV, d.lgs. 152/06.

ANALITA	CSR	
	SS mg/Kg	SP mg/Kg
Cianuri liberi	-	111*
Arsenico	-	140*
Berillio	-	13*
Mercurio	-	18
Rame	-	609*
Vanadio	250*	-
Benzo(a)antracene	-	67,9*
Benzo(a)pirene	-	79,6*
Benzo(b)fluorantene	-	123*
Benzo(k,,j)fluorantene	26,8	42,5*
Benzo(g,h,i)perilene	34,5*	37,9*
Crisene	99*	120*
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	-	32*
Dibenzo(a,e)pirene	-	12*
Dibenzo(a,l)pirene	-	14*
Pirene	136*	105*

*Figura 4-8 CSR determinate per lo stato di fatto in Area 1; i valori con l'asterisco sono cautelativamente assunti pari alle Cmax riscontrate con la caratterizzazione in quanto dall'analisi risulta che CSR > Cmax*

Risulta che 12 campioni superficiali (0÷1m) hanno concentrazioni superiori alle CSR appena determinate; i punti sono indicati di seguito e sono per lo più collocati nella parte centrale del sito.

rev.	data
02	Luglio 2011
01	Aprile 2011
00	Gennaio 2011



*Figura 4-9 Poligoni con superamento delle CSR assunte in area retroportuale*

## 5. ANALISI DELLO STATO DI PROGETTO

L'analisi del rischio nello stato di progetto è stata valutata con riferimento all'intervento complessivo previsto nell'ambito della piattaforma portuale per navi ro-ro pianificato dall'Autorità Portuale di Venezia.

Lo stato di progetto considera dunque le pavimentazioni, gli edifici e le specifiche funzioni previste (comunque del tipo industriale/commerciale).

In particolare si tiene in conto il riporto di terreno proveniente nell'Area 1, individuando le aree maggiormente critiche in cui risulti necessario il riporto di terreno che unito al pacchetto di pavimentazione (previsto questo sull'intero sito) realizza uno spessore di circa 1m dal piano campagna originario. La presenza di edifici comporta anche la valutazione dell'esposizione al rischio indoor.



*Figura 5-1 Rendering (vista a volo d'uccello da nord-est); la freccia indica l'edificio G*

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE	Commessa: M0048PD	
		rev.	data
		02	Luglio 2011
		01	Aprile 2011
		00	Gennaio 2011
		<i>Pag. 45 di 63 totali</i>	

### 5.1. Definizione dell'area di campionamento e contaminazione nei punti

Lo stato di progetto dell'area ex Alumix, vede nel riutilizzo del terreno<sup>4</sup> proveniente dalla realizzazione della darsena l'intervento ambientale più delicato. Tale ragionevole ipotesi consente di evitare il trasporto e lo smaltimento del terreno riutilizzandolo in sito previa verifica della conformità ambientale mediante analisi di rischio dapprima in modalità diretta e successivamente in modalità inversa.

I terreni presenti nell'area della futura darsena sud nei primi 2 m dal piano campagna attuale ha 10 campioni in cui sono stati registrati superamenti dei limiti di colonna B, Tab. 1, All. 5, parte IV, d.lgs. 152/06 per HC C>12, IPA e metalli (mercurio, vanadio e cobalto); i campioni sono concentrati in 7 verticali di 24 totali che ricadono nell'area.

Per l'analisi del rischio nello stato di progetto, il set di concentrazioni in input al software ha incluso un nuovo strato superficiale rappresentativo delle massime concentrazioni presenti nei terreni dell'area darsena Sud che si prevede di ricollocare al di sopra delle aree retroportuali, le stesse che l'analisi del rischio condotta nello stato di fatto (cfr. Figura 4-8) aveva considerato critiche rispetto ai superamenti delle CSR.

A seguire si inserisce la tabella relativa al solo strato superficiale 0÷1m, rappresentativo del riporto collocato in area retro portuale e simulato in Giuditta 3.2. i successivi 6 strati considerati nel modello sono i medesimi dell'analisi condotta nello stato di fatto, ad eccezione dei riferimenti altimetrici qui approfonditi di 1 m per effetto dei riporti previsti.

Parametro	Suolo SS (mg/kg ss)
Cobalto	850
Mercurio	5,8
Vanadio	586
HC C>12	1480

*Tabella 5-1 Concentrazioni massime degli analiti che in darsena sud sono stati riscontrati "oltre B" e che sono adottate nell'analisi dello stato di progetto per il primo metro superficiale*

<sup>4</sup> Nell'area darsena viene intesa la suddivisione terreni-fanghi a seconda della loro collocazione rispetto il livello del medio mare.

## 5.2. Stratigrafia di input

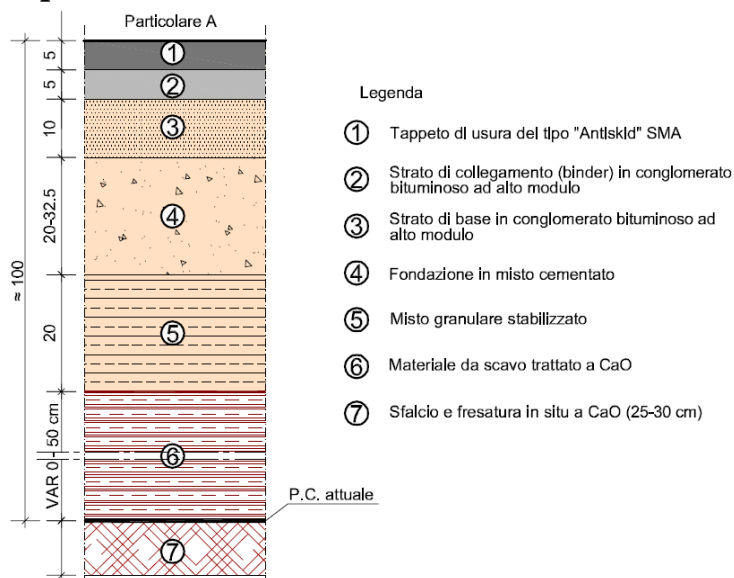


Figura 5-2 – il pacchetto di sottofondo di piazzali e strade; lo spessore 6 esiste solo nelle aree con criticità sul piano della contaminazione e per le quali il progetto di bonifica assume di intervenire sui percorsi di esposizione con riporti di spessore maggiorato

Con riferimento al pacchetto sopra rappresentato e alle caratteristiche ad esso associabili, si valuta che le caratteristiche del percorso di esposizione in tale spessore aggiunto comportino la sostanziale impermeabilizzazione della superficie della piattaforma del terminal.

Infatti, sia la fresatura a CaO di almeno 30 cm di spessore, (che su terreni in partenza a granulometria prevalentemente fine come nel caso di specie è da sola in grado di dare permeabilità dell'ordine dei  $10^{-7}$  m/s), sia i riporti tecnologici stabilizzati a cemento e/o a bitume e, infine, gli spessori veri della base, del binder e dell'usura, sia le molteplici rullature successive concorrono tutti a dare una permeabilità in tutto confrontabile con quella di uno spessore di argilla.

Per questo per lo strato superficiale la stratigrafia adottata per l'analisi del rischio nello stato di progetto è del tipo CLAY.

Per quanto riguarda, invece, lo strato profondo si è considerata la presenza di un acquifero con caratteristiche da Sandy Loam da manuale APAT, in tutto cautelative e immutate rispetto a quanto già assunto per le analisi nello stato di fatto.

Per effetto dei riporti assunti in progetto sul preesistente piano campagna, del quale si giunge in definitiva ad aumentare la quota di almeno 100 cm, in corrispondenza dell'involuppo delle aree significative sul piano dell'analisi del rischio sanitario è stata conseguentemente ridefinita la nuova soggiacenza della falda.



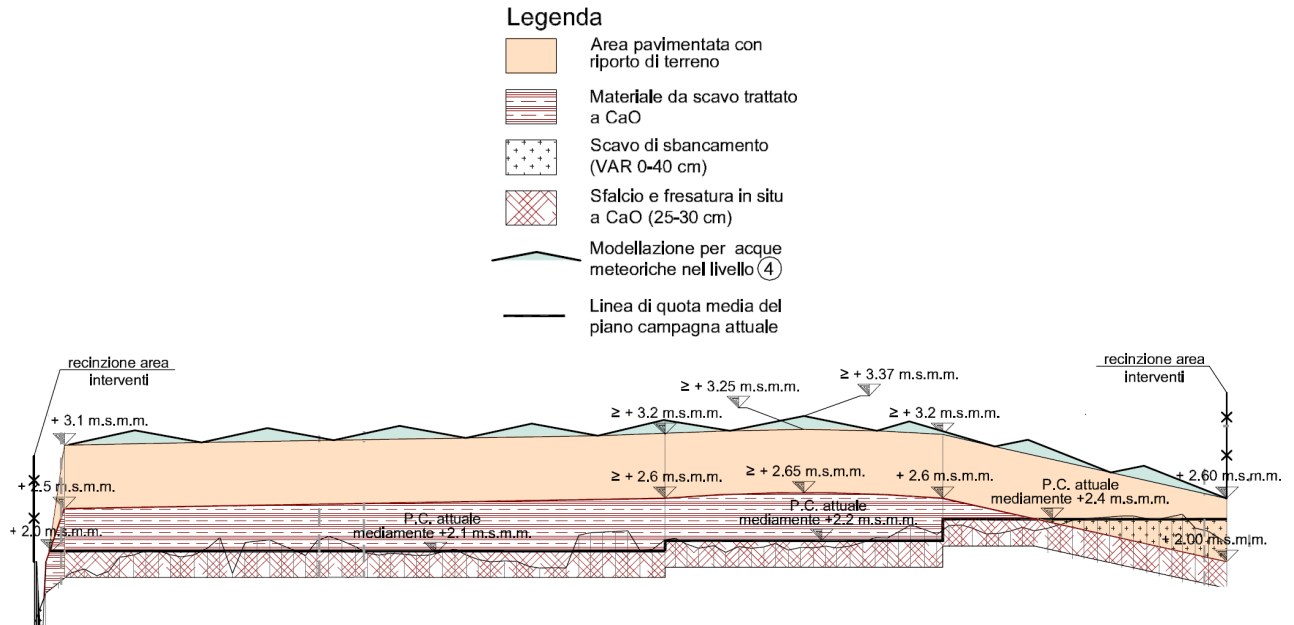


Figura 5-3 – sezione trasversale della sistemazione superficiale dell’area della piattaforma logistica: a destra il lato nord, a sinistra quello sud, interessato dalle edificazioni

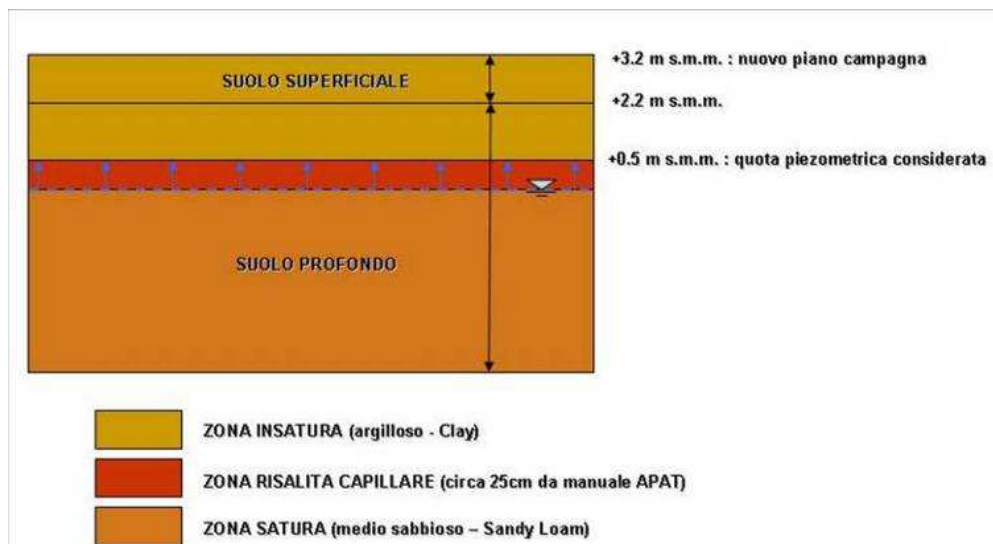


Figura 5-4 Stratigrafia di input per lo stato di progetto conseguente alle scelte tecniche assunte

### 5.3. Parametri caratteristici del sito e dei percorsi di esposizione

#### 5.3.1. Pavimentazione, edifici e falda

Differentemente da quanto indicato nello stato di fatto, per quello di progetto è necessario impostare la presenza di:

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE		Commessa: M0048PD	
			rev.	data
			02	Luglio 2011
			01	Aprile 2011
			00	Gennaio 2011
			Pag. 48 di 63 totali	

- Pavimentazione: prevista per l'intero sito il transito e stazionamento di mezzi per l'operatività delle attività dell'area.
- Spazi confinati: sono presenti edifici commerciali-direzionali.
- Falda: è stata considerata la presenza di una falda con caratteristiche delle acque di riporto.

### 5.3.2. Parametri dei percorsi di esposizione

Lo stato di progetto prevede la realizzazione di riporto comprendente il terreno proveniente dallo scavo della Darsena Sud e il pacchetto di pavimentazione prevista nell'area in fase di progetto; tale soprizzo interviene nel percorso all'esposizione del bersaglio umano.

Si inseriscono qui di seguito i parametri che hanno subito una variazione rispetto lo stato di fatto:

Contenuto d'aria in frangia capillare: 0.008

Contenuto d'acqua in frangia capillare: 0.304

#### 5.3.2.1. Soggiacenza della falda e definizione dello strato insaturo

poiché il progetto assume la realizzazione di un drenaggio lungo la fascia retrostante il marginamento, poiché quel sistema permette di controllare il livello della falda in prossimità del medio mare ( $\pm 0$  m s.m.m.), anche oltre alla luce di quanto espresso nell'elaborato A.4 la quota assoluta della falda da considerarsi ai fini della determinazione della soggiacenza è la medesima che nello stato di fatto.

#### 5.3.2.2. Infiltrazione efficace

La presenza della pavimentazione sull'intera area influenza l'infiltrazione delle acque meteoriche, determinata ipotizzando uno strato argilloso sovrastante lo strato saturo:

$$I_{\text{eff}} = 0.00018 \times P^2 \text{ [cm/anno] (CLAY)}$$

Il risultato inserito come input in Giuditta è di  $1,27 \cdot 10^{-2}$  m/anno.

ZONA INSATURA		
Descrizione	Simbolo	Valore
Densità secca (g/cm <sup>3</sup> )	Rs	1,7
Foc della zona non satura (adim.)	Foc	0,001
Contenuto d'aria nel non saturo (adim.)	Tas	0,008
Contenuto d'acqua nel non saturo (adim.)	Tws	0,304
ZONA SATURA		
Descrizione	Simbolo	Valore
Soggiacenza della falda (cm)	Lgw	270
Spessore della frangia capillare (cm)	Hcap	25
Contenuto d'aria in frangia capillare (adim.)	Tacap	0,057
Contenuto d'acqua in frangia capillare (adim.)	Twcap	0,288
Conducibilità idraulica (m/giorno)	K	0,9
Gradiente idraulico (adim.)	i	0,00086
Porosità efficace (adim.)	Ts	0,3
Infiltrazione efficace (m/anno)	I	0,0127
Densità secca dell'acquifero (g/cm <sup>3</sup> )	Rs(sat)	1,8
Foc nella zona satura (adim.)	Foc(sat)	0,001
Dispersività longitudinale (m)	Ax	0
Dispersività trasversale (m)	Ay	0
Dispersività verticale (m)	Az	0
Distanza dal punto di conformità (m)	X	0
Spessore dell'acquifero (m)	da	2

Tabella 5-2 Parametri di input nello stato di fatto

### 5.3.3. Parametri di esposizione umana

Rispetto lo stato di fatto non sono avvenute modifiche in merito a tali parametri.

### 5.3.4. Parametri ambientali

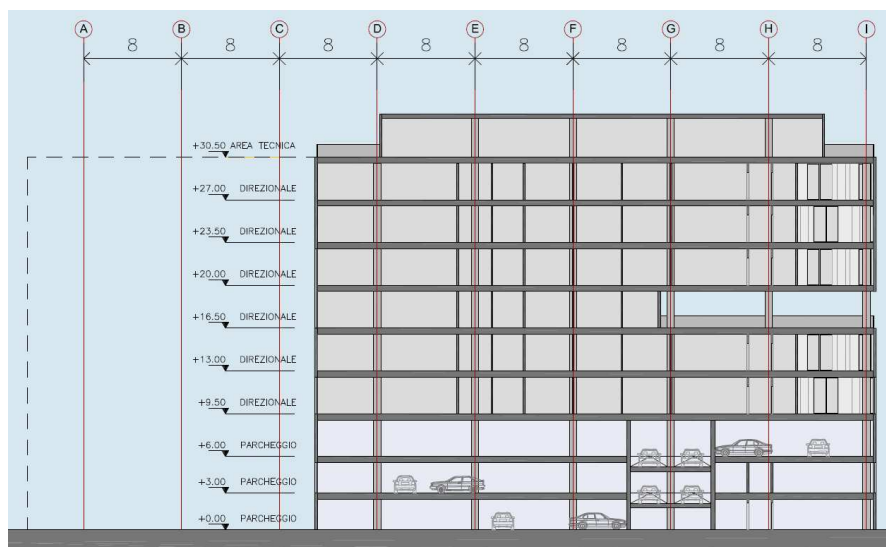


Figura 5-5 sezione dell'edificio G (cfr. Figura 5-1)

Sono state apportate le seguenti modifiche:

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE		Commessa: M0048PD	
			rev.	data
			02	Luglio 2011
			01	Aprile 2011
			00	Gennaio 2011
			Pag. 50 di 63 totali	

- Altezza degli edifici commerciali/industriali: impostati alla minima altezza dei vani al piano terra previsti dal progetto architettonico pari a 3m.
- Area della soletta di fondazione: stabilita a 40.000 m<sup>2</sup> quale superficie di fondazione occupata dagli edifici.
- Perimetro della soletta di fondazione: 1.700 m

Non sono avvenute modifiche per il resto dei parametri, lasciati quindi da default.

### 5.3.5. Parametri chimico-fisici e tossicologici delle sostanze

Non sono avvenute modifiche in merito a tali parametri rispetto lo stato di fatto.

## 5.4. Risultati dell'analisi di rischio in modalità diretta

A tal proposito risulta idoneo l'intervento nel percorso di esposizione del capping superficiale. Successivamente nelle rispettive tabelle sono indicati i risultati ottenuti.

### 5.4.1. Rischi per sostanze cancerogene

RISCHIO PER SOSTANZE CANCEROGENE	Vapori indoor suolo sup	Vapori all'aperto suolo sup	Vapori indoor suolo pro	Vapori all'aperto suolo pro	Vapori indoor dalla Falda	Vapori all'aperto dalla Falda	RISCHIO DAL SUOLO SUPERFICIALE	RISCHIO DAL SUOLO PROFONDO	RISCHIO DALLA FALDA
<b>SUOLO SUPERFICIALE</b>									
Cadmio	0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		
Cobalto	0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		
<b>SUOLO PROFONDO</b>									
Benzo(a)antracene			1,81E-09	1,16E-07				1,18E-07	
Benzo(b)fluorantene			4,04E-09	3,79E-08				4,20E-08	
Benzo(k,j)fluorantene			2,90E-12	6,77E-10				6,80E-10	
Benzo(a)pirene			3,59E-09	6,15E-07				6,19E-07	
Crisene			1,31E-10	1,30E-09				1,43E-09	
Indeno(1,2,3-c,d)pirene			1,07E-11	1,84E-09				1,85E-09	
PCB			2,94E-08	2,28E-07				2,58E-07	
Arsenico			0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00	
Berillio			0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00	
Dibenzo(a,e)pirene			0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00	
Dibenzo(a,i)pirene			0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00	
Sommatoria PCDD, PCE			0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00	
<b>FALDA</b>									
Benzo(a)antracene					1,62E-12	4,94E-11			5,10E-11
Benzo(b)fluorantene					1,44E-11	6,15E-11			7,59E-11
Benzo(k,j)fluorantene					8,09E-15	9,01E-13			9,09E-13
Benzo(a)pirene					7,89E-12	6,46E-10			6,53E-10
Crisene					1,15E-13	5,23E-13			6,38E-13
Dibenzo(a,h)antracene					1,88E-13	5,64E-11			5,66E-11
Indeno(1,2,3-c,d)pirene					2,09E-13	1,72E-11			1,74E-11
Arsenico					0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00
Cromo (VI)					0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00
Nichel					0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00

Tabella 5-3 rischio per sostanze cancerogene

	SS	SP	FALDA
AREA 1	0.00E+00	1,04E-06	8.56E-10

Tabella 5-4 rischio cumulato per sostanze cancerogene

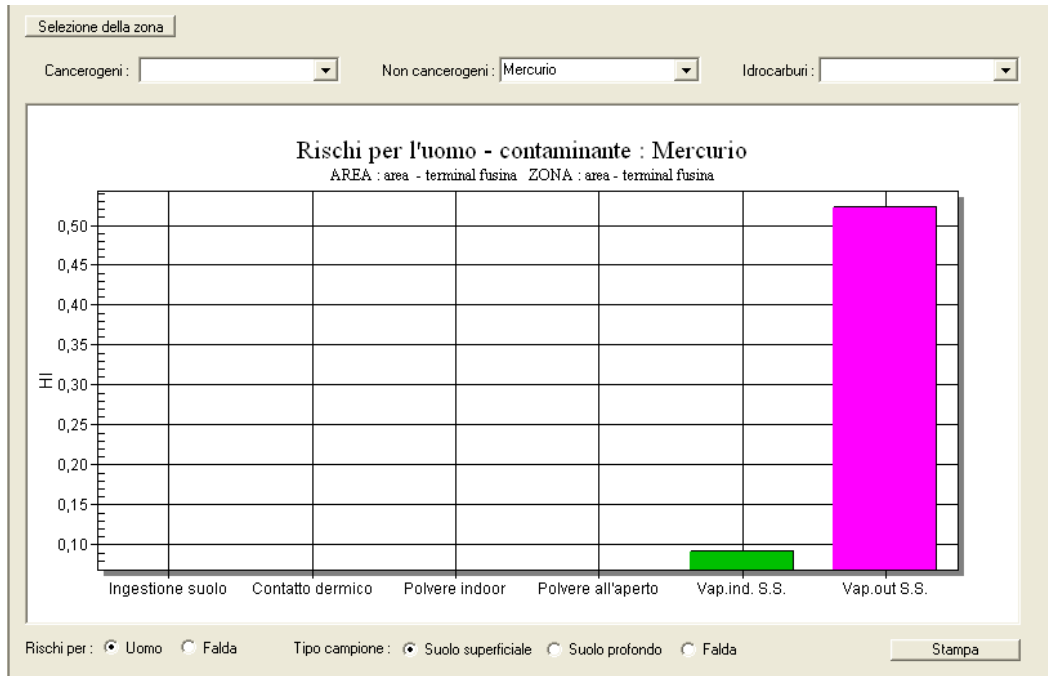
### 5.4.2. Indice di pericolo per sostanze non cancerogene

RISCHIO PER SOSTANZE	Vapori indoor suolo sup	Vapori all'aperto suolo sup	Vapori indoor suolo pro	Vapori all'aperto suolo pro	Vapori indoor dalla Falda	Vapori all'aperto dalla Falda	HI DAL SUOLO SUPERFICIALE	HI DAL SUOLO PROFONDO	HI DALLA FALDA
<b>SUOLO SUPERFICIALE</b>									
Cadmio	0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		
Cobalto	0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		
Mercurio	9,08E-02	5,22E-01					6,13E-01		
Vanadio	0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		
<b>SUOLO PROFONDO</b>									
Benzo(a)antracene			2,97E-08	1,91E-06				1,94E-06	
Benzo(b)fluorantene			6,62E-08	6,21E-07				6,87E-07	
Benzo(k,,j)fluorantene			9,21E-09	2,15E-06				2,15E-06	
Benzo(g,h,i)perilene			2,92E-08	1,42E-05				1,42E-05	
Benzo(a)pirene			4,37E-10	7,49E-08				7,54E-08	
Crisene			2,00E-06	1,99E-05				2,19E-05	
Indeno(1,2,3-c,d)pirene			3,08E-11	5,29E-09				5,32E-09	
Pirene			5,01E-06	3,56E-04				3,61E-04	
PCB			0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00	
Arsenico			0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00	
Berillio			0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00	
Rame			0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00	
Mercurio			6,60E-03	4,49E-02				5,15E-02	
Cianuri liberi			8,15E-06	3,84E-03				3,85E-03	
<b>FALDA</b>									
Benzo(a)antracene					2,65E-11	8,09E-10			8,35E-10
Benzo(b)fluorantene					2,36E-10	1,01E-09			1,24E-09
Benzo(k,,j)fluorantene					2,56E-11	2,85E-09			2,88E-09
Benzo(g,h,i)perilene					2,07E-10	4,82E-08			4,84E-08
Benzo(a)pirene					9,61E-13	7,86E-11			7,96E-11
Crisene					1,76E-09	8,00E-09			9,77E-09
Indeno(1,2,3-c,d)pirene					6,02E-13	4,95E-11			5,01E-11
Pirene					8,95E-10	1,45E-08			1,54E-08
Antimonio					0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00
Arsenico					0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00
Cromo (VI)					0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00
Ferro					0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00
Piombo					0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00
Manganese					0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00
Mercurio					1,08E-05	3,26E-05			4,33E-05
Nichel					0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00
Selenio					0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00
Vanadio					0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00
Cianuri liberi					1,89E-06	4,36E-04			4,38E-04

Tabella 5-5 rischio per sostanze non cancerogene

	SS	SP	FALDA
AREA 1	6.13E-01	5.58E-02	4.81E-04

Tabella 5-6 rischio per sostanze non cancerogene



*Figura 5-6 Rischio proveniente da Mercurio dallo strato superficiale*

### 5.4.3. Indice di pericolo per la falda

HI PER LA FALDA	Rischio dal suolo	Rischio dalla falda
<b>SUOLO SUPERFICIALE</b>		
Cadmio	5,23E+02	
Cobalto	2,46E+02	
Mercurio	1,25E+03	
Vanadio	9,30E+00	
C 19-36 alifatici	8,44E+04	
<b>SUOLO PROFONDO</b>		
Benzo(a)antracene	8,96E+01	
Benzo(b)fluorantene	1,43E+01	
Benzo(k,,j)fluorantene	1,52E+01	
Benzo(g,h,i)perilene	6,67E+01	
Benzo(a)pirene	1,54E+02	
Crisene	3,05E-01	
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	2,10E-01	
Pirene	2,57E+00	
PCB	3,41E+03	
Arsenico	3,81E+02	
Berillio	3,77E+00	
Rame	1,37E+01	
Mercurio	2,37E+03	
Cianuri liberi	1,75E+02	
Dibenzo(a,e)pirene	4,75E+01	
Dibenzo(a,l)pirene	2,37E+02	
Sommatoria PCDD, PCDF(conv. T.E.)	1,66E-01	
C 19-36 alifatici	1,87E+05	
<b>FALDA</b>		
Benzo(a)antracene		1,40E+00
Benzo(b)fluorantene		2,80E+00
Benzo(k,,j)fluorantene		1,60E+00
Benzo(g,h,i)perilene		1,40E+01
Benzo(a)pirene		1,50E+01
Crisene		4,20E-02
Dibenzo(a,h)antracene		2,30E+00
Indeno(1,2,3-c,d)pirene		1,50E+00
Pirene		6,60E-03
Antimonio		3,20E+00
Arsenico		2,90E+01
Cromo (VI)		5,00E+00
Ferro		1,20E+02
Piombo		9,80E+00
Manganese		2,60E+01
Mercurio		2,20E+00
Nichel		2,40E+00
Selenio		1,20E+00
Vanadio		1,12E+01
Cianuri liberi		4,26E+01
HI IDROCARBURI DELLA ZONA (MADEP)	2,71E+05	0,00E+00

Tabella 5-7 rischio per la falda

#### 5.4.3.1. Obiettivi di bonifica per la falda

Come emerge dai risultati ottenuti, il bersaglio falda risulta compromesso dalla falda stessa e dal terreno. Come meglio e ulteriormente dettagliato nella Relazione A.4 Cap. 4, gli interventi previsti per la falda comprendono 2 fasi consecutive:

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE	<i>Commessa:</i> M0048PD	
		<i>rev.</i>	<i>data</i>
		02	Luglio 2011
		01	Aprile 2011
		00	Gennaio 2011
		<i>Pag. 54 di 63 totali</i>	

- MISE: emungimento e avvio a trattamento delle acque presenti nei piezometri risultati hot spot dalle indagini 2009 per consentire, in riferimento agli analiti di cui si è registrato il superamento, la riduzione della concentrazione a valori inferiori a 10 volte il limite di Tab.2, All V parte IV, d.lgs 152/06
- Bonifica della falda: gestione della falda presente nel riporto nel lungo periodo, mediante il drenaggio posto a tergo del marginamento delle darsene

L'ultima colonna a destra della seguente Tabella 5-8 dichiara le concentrazioni assunte come obiettivo di bonifica: queste saranno normalmente pari alle CSC o alle CSR calcolate con Giuditta 3.2 (che sono per lo più coincidenti con le CSC per effetto della distanza pari a 0 m dal POC) tranne che per alcune sostanze che si valuta siano caratteristiche della circostanza diffusa e naturale e non sintomatiche di contaminazione: nella fattispecie si tratta di solfati, As, Fe, Mn, Pb, Se.

Le valutazioni sintetizzate in tabella nelle colonne al di sotto delle dicitura "monte idrogeologico" sono condotte con riferimento a due punti (cfr. tavole C.8.2 e C.9) nell'alto piezometrico locale riscontrato sul bordo meridionale dell'area (si veda in proposito la tavola C.5). Per la massima cautela, nel confronto con CSC e CSR sono stati presi i valori minimi fra quelli corrispondenti ai due piezometri (riportati nella colonna Cmin).

Si sottolinea che gli interventi che questo progetto prevede per la falda sono coerenti con quanto in attuazione nel SIN di Porto Marghera relativamente alle previsioni del Masterplan per le bonifiche (2004), con particolare riferimento ai marginamenti delle macroisole, ai drenaggi retrostanti e alla depurazione presso l'impianto PIF con linea dedicata (reflui B3).



analita	Unità Misura	monte idrogeologico			CSC ex tab. 2, all. 5 alla parte IV, d.lgs. 152/06	CSR da Giuditta 3.2	Concentrazioni obiettivo di bonifica
		PZ150	PZP_005	Cmin			
Cianuri liberi	ug/L	5,00	70,00	5,00	50,00	50,00	50,00
Fluoruri	ug/L	1 470,00	20 600,00	1 470,00	1 500,00		1 500,00
Solfati	mg/L	1 770,00		1 770,00	250,00		1 770,00
Azoto nitroso	ug/L	305,00		305,00	500,00		500,00
Idrocarburi totali (come n-esano)	ug/L	29,00	55,00	29,00	350,00		350,00
Cromo VI	ug/L	<5		-	5,00	5,00	5,00
Alluminio	ug/L	12 000,00	122,00	122,00	200,00		200,00
Antimonio	ug/L	1,40	-	1,40	5,00	5,00	5,00
Arsenico	ug/L	27,00	92,00	27,00	10,00	10,00	27,00
Berillio	ug/L	0,50		0,50	4,00		4,00
Boro	ug/L	1 100,00	948,00	948,00	1 000,00		1 000,00
Cadmio	ug/L	0,60		0,60	5,00		5,00
Cobalto	ug/L	8,70		8,70	50,00		50,00
Cromo	ug/L	29,00		29,00	50,00		50,00
Ferro	ug/L	21 000,00	15 520,00	15 520,00	200,00	200,00	15 520,00
Manganese	ug/L	930,00	236,00	236,00	50,00	50,00	236,00
Mercurio	ug/L	0,20		0,20	1,00	1,00	1,00
Nichel	ug/L	48,00	8,00	8,00	20,00	20,00	20,00
Piombo	ug/L	39,00		39,00	10,00	10,00	39,00
Rame	ug/L	39,00	38,00	38,00	1 000,00		1 000,00
Selenio	ug/L	12,00		12,00	10,00	10,00	12,00
Tallio	ug/L	<0.2		-	2,00		2,00
Zinco	ug/L	140,00	93,00	93,00	3 000,00		3 000,00
Benzene	ug/L	<0.1		-	1,00		1,00
Etil Benzene	ug/L	<0.1		-	50,00		50,00
Stirene	ug/L	<0.1		-	25,00		25,00
Toluene	ug/L	<0.1		-	15,00		15,00
Xileni	ug/L	<0.1		-	10,00		10,00
Benzo (a) Antracene	ug/L	0,01		0,01	0,10	0,10	0,10
Benzo (a) Pirene	ug/L	0,01		0,01	0,01	0,01	0,01
Benzo (b) Fluorantene	ug/L	0,01		0,01	0,10	0,10	0,10
benzo (k) fluorantene	ug/L	0,01		0,01	0,05	0,05	0,05
Benzo (g,h,i) Perilene	ug/L	0,01		0,01	0,01	0,01	0,01
Crisene	ug/L	0,01		0,01	5,00	5,00	5,00
Dibenzo (a,h) Antracene	ug/L	<0.005		-	0,01	0,01	0,01
Indeno (1,2,3-cd) Pirene	ug/L	0,01		0,01	0,10	0,10	0,10
Pirene	ug/L	0,02		0,02	50,00	50,00	50,00

Tabella 5-8 Concentrazioni obiettivo di bonifica per la falda

#### 5.4.4. Rischio per gli idrocarburi

Non si evidenziano rischi per gli idrocarburi

#### 5.5. Risultati dell'analisi di rischio in modalità inversa

Il calcolo delle CSR per lo stato di progetto in modalità inversa ha determinato i seguenti valori

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE	Commessa: M0048PD	
		rev.	data
		02	Luglio 2011
		01	Aprile 2011
		00	Gennaio 2011
		<i>Pag. 56 di 63 totali</i>	

ANALITA	CSR	
	SS mg/Kg	SP mg/Kg
Cianuri liberi	-	111*
Arsenico	-	85*
Berillio	-	15*
Mercurio	7,8	11*
Rame	-	609*
Vanadio	586*	250*
Benzo(a)antracene	-	58,6*
Benzo(a)pirene	-	59,1*
Benzo(b)fluorantene	-	83,8*
Benzo(k,,j)fluorantene	-	40,4*
Benzo(g,h,i)perilene	-	34,3*
Crisene	-	99*
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	-	30,5*
Dibenzo(a,e)pirene	-	16*
Dibenzo(a,l)pirene	-	14*
Cobalto	850*	-
Pirene	-	136*

*Tabella 5-9 CSR determinate per lo stato di progetto in Area 1; i valori con l'asterisco sono cautelativamente assunti pari alle Cmax riscontrate con la caratterizzazione in quanto dall'analisi risulta che CSR > Cmax*

In merito al caso specifico del Hg si fanno le seguenti osservazioni:

- è marcata la variabilità della specifica CSR in relazione alla variabilità del Kd con il pH della matrice solida;
- con le indagini della caratterizzazione 2009 è stato determinato che:
  - il pH medio dell'intera area è pari a 8,8 con un minimo di 6,8;
  - il pH medio dell'area della darsena sud è pari a 8,7 con un minimo di 7,4;
- i valori del pH riscontrati con la caratterizzazione sono relativi al materiale qual è in situ;
- per effetto della movimentazione connessa allo scavo, alle diverse lavorazioni propedeutiche alla posa in opera prevista in progetto, la riaerazione dei terreni potrebbe favorire la riduzione del pH.

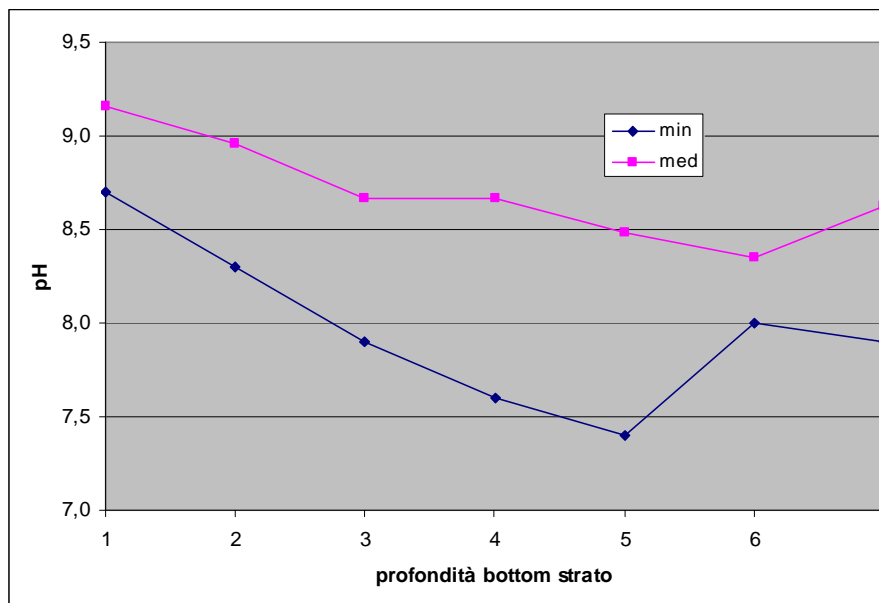


Figura 5-7 Andamento dei valori medi e minimi del pH in funzione della profondità nell'area della darsena sud; lo strato riferito ai 7m è espressione dei valori a profondità superiori ai 6m dal p.c.

Alla luce di quanto sopra, si è optato per articolare ulteriormente le valutazioni in relazione ai valori soglia da assumere per il mercurio nel terreno da riutilizzare per i rinterri nell'area retroportuale. Fermo restando tutti gli altri parametri, con Giuduita 3.2 si è dunque proceduto con la determinazione delle CSR al variare del Kd relativo ai diversi valori di pH assunti, ai sensi di quanto riportato nel manuale APAT del 2008 (Appendice O, Tab O.3). Il risultato è sintetizzato nella seguente tabella:

pH	Kd	CSR <sub>Hg</sub>
6,0	3,5	7,8
6,8	52,0	33,3
7,6	170,0	61,7
8,8	200,0	66,7

Tabella 5-10 Valori della CSR del mercurio in relazione al variare del pH e, conseguentemente, del coefficiente di partizione Kd [l/kg]; in giallo è evidenziato il riferimento cautelativamente assunto

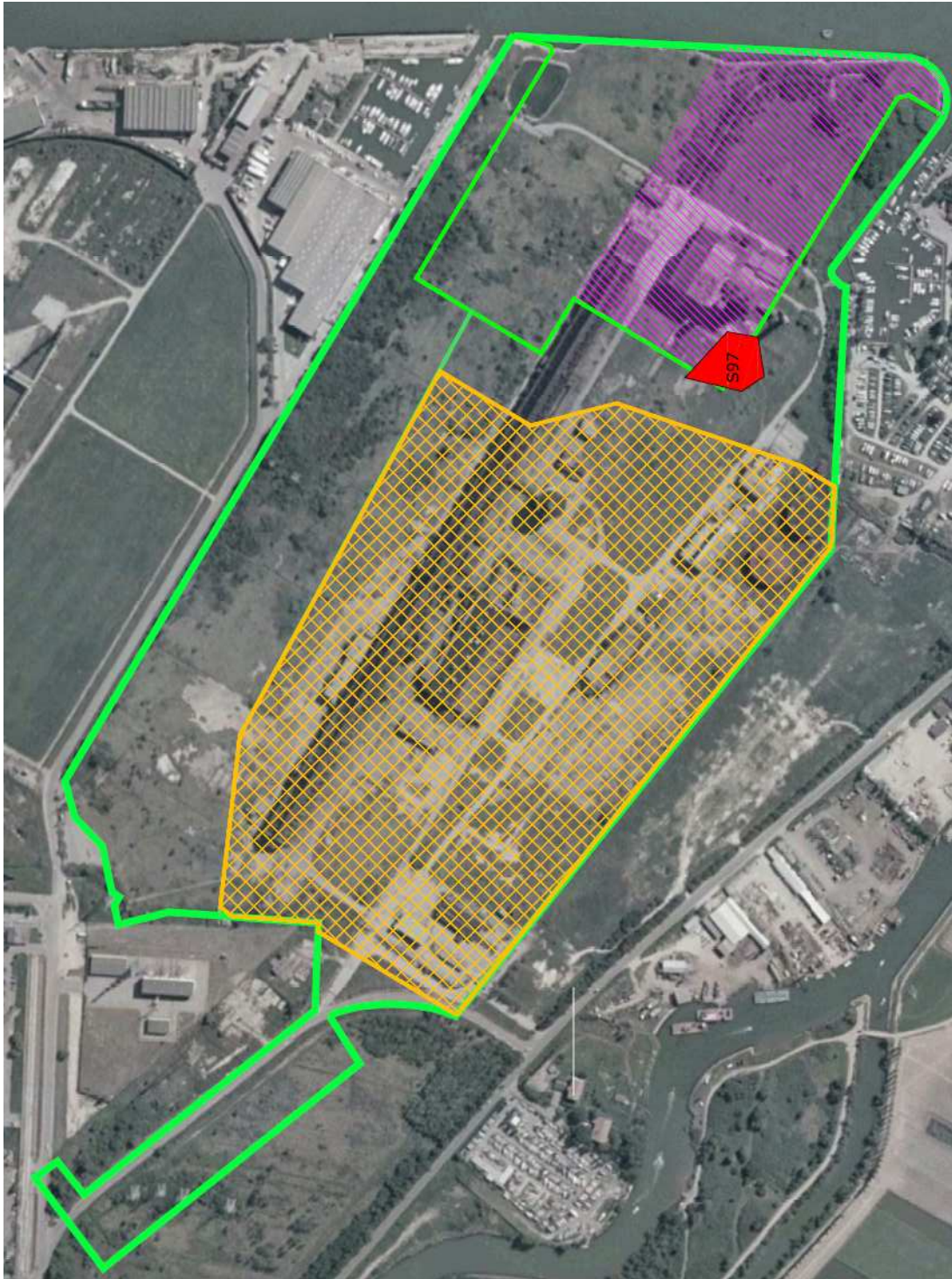
Si assume che la CSR da considerare per il mercurio sia quella minore calcolata e dunque pari a 7.8 mg/kg. Tale scenario, invero molto conservativo conferma in ogni caso che tutto il volume della darsena sud è compatibile con il riuso previsto nell'area retroportuale (Figura 5-8).

In seguito a tali considerazioni e poiché in corrispondenza dei primi 2 m nel punto S97 le concentrazioni riscontrate sono prossime alle CSR (5,8 mg/kg contro 7,8 mg/kg), si giudica prudente verificare l'effettivo pH del volume corrispondente di circa 4'400m<sup>3</sup> in seguito agli scavi; se effettivamente i valori di pH si attestassero nell'intorno di 6 e se la prevista fresatura a CaO non si dimostri sufficiente a elevare significativamente il pH, a quel punto sarà opportuno verificare anche le concentrazioni dei terreni in questione con una ulteriore campagna analitica sui metalli in fase operativa.

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE	<i>Commessa: M0048PD</i>	
		<i>rev.</i>	<i>data</i>
		02	Luglio 2011
		01	Aprile 2011
		00	Gennaio 2011
		<i>Pag. 58 di 63 totali</i>	

Per tutte le sostanze non riportate nell'elenco che segue si deve intendere che il riferimento è alle CSC di cui alla colonna B, Tab. 1, All. 5, parte IV, d.lgs. 152/06.

La CSR di riferimento nella Tab.5.8 al suolo superficiale valgono da discriminare per stabilire l'accettabilità dei suoli provenienti dallo scavo della darsena sud come materiale di riporto sulle aree evidenziate in Figura 4.9



*Figura 5-8 Il poligono rosso evidenzia il punto S97 in cui si giudica cautelativo verificare il pH in relazione al rischio da mercurio. L'area retinata in arancio è l'involuppo delle aree di cui alla Figura 4-9 sulle quali si prevede di ricollocare i terreni derivanti dallo scavo della darsena sud.*

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> <b>ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE</b>		Commessa: M0048PD	
			<i>rev.</i>	<i>data</i>
			02	Luglio 2011
			01	Aprile 2011
			00	Gennaio 2011
			Pag. 60 di 63 totali	

## 6. CONCLUSIONI

Il presente documento sviluppa le considerazioni sino ad ora consolidate dall'attività progettuale e dal quadro informativo raccolto attraverso numerose indagini svolte nell'area ex Alumix di Fusina che l'Autorità Portuale di Venezia ha previsto sia convertita a piattaforma logistica portuale.

Per la valutazione degli interventi di bonifica e di messa in sicurezza da poter realizzare sono state prese in considerazione numerose ipotesi sino all'individuazione di una soluzione sito specifica cautelativa sul piano sanitario e ambientale e insieme consistente e integrata con le previsioni progettuali. Il riutilizzo all'interno del sito del terreno derivante dallo scavo della darsena sud<sup>5</sup> permetterà di ridurre i trasporti del materiale fuori sito e insieme di ridurre gli approvvigionamenti di materiale altrimenti necessario per la regolarizzazione delle aree, comunque necessaria.

Il criterio cautelativo con cui è stata condotta l'analisi di rischio è stato sinteticamente caratterizzato da:

- Adozione delle concentrazioni massime presenti nei suoli
- Adozioni delle concentrazioni massime per la falda (riporto)
- Presenza di 2 superamenti nel top soil per PCB e PCDD/F ipotizzati nell'intero metro di terreno superficiale
- Assunzione dei coefficienti amplificativi dati da ARPAV
- Considerata la rimozione del suolo pericoloso in PZ16
- Considerata la presenza dei 4 piezometri classificati come hot spots nelle acque di falda del riporto, pur avendo assunto in progetto di attuare una MISE mediante pump & treat
- Assunzione di uno strato di riporto di 1m di terreno (40cm da scavo della nuova darsena e 60 cm tecnologici) al di sopra delle aree con evidenza di  $C > CSR_{SdF}$
- Assunte le massime concentrazioni associate al suolo proveniente dallo scavo della darsena sud.
- Verifica dell'ammissibilità del rischio in fase di progetto,

A seguito della valutazione dello stato di fatto dapprima in modalità diretta, mediante la determinazione degli indici di rischio e gli analiti significativi, e successivamente con il calcolo delle CSR è stato stabilito l'intervento di bonifica mediante capping superficiale.

In Figura 4-8 sono rappresentati i poligoni in cui risultano concentrazioni superficiali (0÷1m) maggiori delle CSR determinate quindi non conformi dall'analisi dello stato di fatto; da qui la necessità di intervenire valutando le seguenti possibilità:

---

<sup>5</sup> L'intervento in darsena nord fa capo ad un progetto distinto da quello che interessa la darsena sud: il primo è a carico dell'Autorità Portuale di Venezia, il secondo del Concessionario Venice Ro Port MoS. Lo scavo di quella darsena non rientra nelle analisi qui riferite perché sarà tutto allontanato dal sito in base a quanto stabilito dal Protocollo del 1993 per i sedimenti e dal DM 27/09/2010 per i terreni

	PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA <b>PROGETTO DI BONIFICA</b> <b>ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE</b>	Commessa: M0048PD	
		<i>rev.</i>	<i>data</i>
		02	Luglio 2011
		01	Aprile 2011
		00	Gennaio 2011
		<i>Pag. 61 di 63 totali</i>	

- per la riduzione della concentrazione nel sito o rimozione del terreno e avvio a smaltimento in discarica
- intervento nel percorso di esposizione sorgente – bersaglio umano mediante capping superficiale.

È stata avanzata l'ipotesi di riutilizzo dei terreni (primi 2m dal p.c.) provenienti dallo scavo della Darsena Sud quale opportunità per la realizzazione di un capping superficiale unitamente alla presenza del pacchetto di pavimentazione.

Per quanto attiene la contaminazione della falda ed il rischio connesso, derivante principalmente dallo stato di compromissione dei suoli, si prevede di utilizzare la tecnica del pump and treat, ovvero di condurre l'emungimento in corrispondenza degli hot spot individuati e periodicamente di verificarne l'andamento delle concentrazioni nel tempo previo pretrattamento e conseguentemente attivare la fase di bonifica della falda mediante drenaggio a tergo del marginamento delle darsene.

A seguito dell'analisi svolta gli interventi previsti possono essere sintetizzati nei seguenti punti:

- Rimozione e smaltimento del campione pericoloso PZ16, strato 1÷2m
- Per motivi di cautela si prevede la verifica delle condizioni ambientali (pH) e analitiche (concentrazione dei metalli) del terreno corrispondente al campione S97 nei primi 2 m.
- Capping superficiale con l'utilizzo del terreno conforme da darsena sud e pacchetto di pavimentazione previsto sull'intera sito.
- Intervento di emungimento nei piezometri risultati come hot spot e successivo controllo piezometrico e analitico.
- Bonifica della falda nel lungo periodo mediante drenaggio a tergo del marginamento presente nelle darsene nord e sud (vedi Paragrafo 5.4.3.1).

Oltre a tali interventi è prevista anche la rimozione delle 3 coperture superficiali presenti nel sito e la demolizione degli edifici. Si faccia riferimento all'elaborato A.3 (Interventi di bonifica nei suoli) per ulteriori dettagli relativi alle azione di progetto previste.

	<p style="text-align: center;">PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA  <b>PROGETTO DI BONIFICA</b>  ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE</p>	Commessa: M0048PD	
		<i>rev.</i>	<i>data</i>
		02	Luglio 2011
		01	Aprile 2011
		00	Gennaio 2011
		<i>Pag. 62 di 63 totali</i>	

**ALLEGATO A: Risultati per lo SDF**



Report generale

Descrizione	X (m)	Y (m)	Z (m)	PC(m s.l.m.)	Umidità	Suolo	Falda	Eluato	Eluato 2 mm
AREA									
Codice : area									
Descrizione : terminal fusina									
Proprietario :									
ZONE									
area - - terminal fusina - Commerciale									
PUNTI ZONA terminal fusina									
1 - a/0,5	0	0	0,5	2,2	20	1	0	0	0
2 - b/1,5	0	0	1,5	2,2	20	1	0	0	0
3 - c/2,5	0	0	2,5	2,2	20	1	0	0	0
4 - d/3,5	0	0	3,5	2,2	20	1	0	0	0
5 - e/4,5	0	0	4,5	2,2	20	1	0	0	0
6 - f/5	0	0	5	2,2	20	1	0	0	0
7 - PZ/3	0	0	3	2,2	20	0	1	0	0

AREA : area ZONA : area

## CONTAMINAZIONI NEI PUNTI : RIASSUNTIVO

CAS	Descrizione	Suolo SS (mg/kg ss)	Suolo TQ (mg/kg tq)	Falda (mg/l)	Eluato (mg/l)	Eluato>2mm (mg/l)
<b>ZONA</b>	<b>terminal fusina</b>					
<b>PUNTO</b>	<b>a/0,5</b>					
56553	Benzo(a)antracene	58,6	48,83333333	0	0	0
205992	Benzo(b)fluorantene	83,8	69,83333333	0	0	0
207089	Benzo(k,j)fluorantene	40,4	33,66666667	0	0	0
191242	Benzo(g,h,i)perilene	34,3	28,58333333	0	0	0
50328	Benzo(a)pirene	59,1	49,25	0	0	0
218019	Crisene	99	82,5	0	0	0
193395	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	30,5	25,41666667	0	0	0
129000	Pirene	136	113,3333333	0	0	0
1336363	PCB	6,2	5,166666667	0	0	0
7440382	Arsenico	85	70,83333333	0	0	0
7440417	Berillio	15	12,5	0	0	0
7440622	Vanadio	250	208,3333333	0	0	0
192654	Dibenzo(a,e)pirene	16	13,33333333	0	0	0
191300	Dibenzo(a,l)pirene	14	11,66666667	0	0	0
1746016	Sommatoria PCDD, PCDF (controlli)	0,0001	0,0001	0	0	0
	C 19-36 alifatici	4250	3541,666667	0	0	0
<b>PUNTO</b>	<b>b/1,5</b>					
56553	Benzo(a)antracene	37,7	31,41666667	0	0	0
205992	Benzo(b)fluorantene	28,1	23,41666667	0	0	0
207089	Benzo(k,j)fluorantene	8,26	6,883333333	0	0	0
191242	Benzo(g,h,i)perilene	3,72	3,1	0	0	0
50328	Benzo(a)pirene	10,5	8,75	0	0	0
218019	Crisene	49,3	41,08333333	0	0	0
193395	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	3,84	3,2	0	0	0
129000	Pirene	104	86,66666667	0	0	0
7440417	Berillio	13	10,83333333	0	0	0
7439976	Mercurio	8	6,666666667	0	0	0
	C 19-36 alifatici	2590	2158,333333	0	0	0
<b>PUNTO</b>	<b>c/2,5</b>					
56553	Benzo(a)antracene	67,9	56,58333333	0	0	0
205992	Benzo(b)fluorantene	123	102,5	0	0	0
207089	Benzo(k,j)fluorantene	42,5	35,41666667	0	0	0
191242	Benzo(g,h,i)perilene	37,9	31,58333333	0	0	0
50328	Benzo(a)pirene	79,6	66,33333333	0	0	0
218019	Crisene	120	100	0	0	0
193395	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	32	26,66666667	0	0	0
129000	Pirene	105	87,5	0	0	0
7440417	Berillio	13	10,83333333	0	0	0
7440508	Rame	609	507,5	0	0	0
7439976	Mercurio	5,9	4,916666667	0	0	0
57125	Cianuri liberi	111	92,5	0	0	0
192654	Dibenzo(a,e)pirene	12	10	0	0	0
191300	Dibenzo(a,l)pirene	14	11,66666667	0	0	0
	C 19-36 alifatici	14700	12250	0	0	0
<b>PUNTO</b>	<b>d/3,5</b>					
205992	Benzo(b)fluorantene	10,8	9	0	0	0
218019	Crisene	12,1	10,08333333	0	0	0
7439976	Mercurio	10	8,333333333	0	0	0
	C 19-36 alifatici	1030	858,3333333	0	0	0
<b>PUNTO</b>	<b>e/4,5</b>					
193395	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	8	6,666666667	0	0	0
7439976	Mercurio	11	9,166666667	0	0	0
<b>PUNTO</b>	<b>f/5</b>					
7440382	Arsenico	140	116,6666667	0	0	0
<b>PUNTO</b>	<b>PZ/3</b>					
56553	Benzo(a)antracene	0	0	0,00014	0	0
205992	Benzo(b)fluorantene	0	0	0,00028	0	0
207089	Benzo(k,j)fluorantene	0	0	0,00008	0	0
191242	Benzo(g,h,i)perilene	0	0	0,00014	0	0
50328	Benzo(a)pirene	0	0	0,00015	0	0
218019	Crisene	0	0	0,00021	0	0
53703	Dibenzo(a,h)antracene	0	0	0,000023	0	0
193395	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	0	0	0,00015	0	0
129000	Pirene	0	0	0,00033	0	0
7440360	Antimonio	0	0	0,016	0	0
7440382	Arsenico	0	0	0,29	0	0
7440417	Berillio	0	0	0,0005	0	0
7440439	Cadmio	0	0	0,0006	0	0
18540299	Cromo (VI)	0	0	0,025	0	0
7440484	Cobalto	0	0	0,047	0	0
7440508	Rame	0	0	0,065	0	0
7439896	Ferro	0	0	24	0	0
7439921	Piombo	0	0	0,098	0	0

7439965	Manganese	0	0	1,3	0	0
7439976	Mercurio	0	0	0,0022	0	0
7440020	Nichel	0	0	0,048	0	0
7782492	Selenio	0	0	0,012	0	0
7440622	Vanadio	0	0	0,56	0	0
7440666	Zinco	0	0	0,14	0	0
57125	Cianuri liberi	0	0	2,13	0	0
7440473	Cromo totale	0	0	0,029	0	0
7440315	Stagno	0	0	0,006	0	0





## PARAMETRI TERRENO ED ACQUIFERO - ZONA : area - AREA : area

## ZONA INSATURA

Descrizione	Simbolo	Valore
Densità secca (g/cm <sup>3</sup> )	Rs	1,7
Foc della zona non satura (adim.)	Foc	0,001
Contenuto d'aria nel non saturo (adim.)	Tas	0,139
Contenuto d'acqua nel non saturo (adim.)	Tws	0,213

## ZONA SATURA

Descrizione	Simbolo	Valore
Soggiacenza della falda (cm)	Lgw	220
Spessore della frangia capillare (cm)	Hcap	25
Contenuto d'aria in frangia capillare (adim.)	Tacap	0,057
Contenuto d'acqua in frangia capillare (adim.)	Twcap	0,288
Conducibilità idraulica (m/giorno)	K	0,9
Gradiente idraulico (adim.)	i	0,00086
Porosità efficace (adim.)	Ts	0,3
Infiltrazione efficace (m/anno)	I	0,064
Densità secca dell'acquifero (g/cm <sup>3</sup> )	Rs(sat)	1,8
Foc nella zona satura (adim.)	Foc(sat)	0,001
Dispersività longitudinale (m)	Ax	0
Dispersività trasversale (m)	Ay	0
Dispersività verticale (m)	Az	0
Distanza dal punto di conformità (m)	X	0
Spessore dell'acquifero (m)	da	2



## AREA : area

## HI per sostanze non cancerogene : LAVORATORI

	Ing.suo.	Conder.	Pol.Ind	Pol.Out	Vap.Ind.SS	Vap.Out.SP	Vap.Ind.Falda	Vap.Out.Falda	HI SS	HI SP	HI FALDA
TERMINAL FUSINA - COMMERCIALE											
SUOLO SUPERFICIALE											
Benzo(a)antracene	0,00E+00	0,00E+00		3,61E-09	1,02E-04				1,02E-04		
Benzo(b)fluorantene	0,00E+00	0,00E+00		5,16E-09	1,34E-04				1,34E-04		
Benzo(k,i)fluorantene	0,00E+00	0,00E+00		2,49E-08	2,79E-04				2,79E-04		
Benzo(g,h,i)perilene	4,66E-04	8,00E-04		2,01E-08	6,21E-04				1,89E-03		
Benzo(a)pirene	0,00E+00	0,00E+00		3,30E-10	5,37E-06				5,37E-06		
Crisene	1,35E-03	2,31E-03		5,79E-08	2,59E-03				6,24E-03		
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	4,14E-04	7,11E-04		1,70E-10	1,16E-06				1,13E-03		
Pirene	1,85E-03	3,17E-03		7,95E-08	5,05E-03				1,01E-02		
PCB	1,26E-01	2,34E-01		0,00E+00	0,00E+00				3,60E-01		
Arsenico	1,16E-01	4,57E-02		4,97E-06	0,00E+00				1,61E-01		
Berillio	3,06E-03	4,04E-04		4,63E-05	0,00E+00				3,51E-03		
SUOLO PROFONDO											
Benzo(a)antracene					7,62E-07					7,62E-07	
Benzo(b)fluorantene					1,16E-06					1,16E-06	
Benzo(k,i)fluorantene					7,46E-07					7,46E-07	
Benzo(g,h,i)perilene					4,80E-06					4,80E-06	
Benzo(a)pirene					2,66E-08					2,66E-08	
Crisene					3,17E-05					3,17E-05	
Indeno(1,2,3-c,d)pirene					1,88E-09					1,88E-09	
Pirene					5,59E-05					5,59E-05	
Arsenico					0,00E+00					0,00E+00	
Berillio					0,00E+00					0,00E+00	
Rame					0,00E+00					0,00E+00	
Mercurio					0,00E+00					0,00E+00	
Cianuri liberi					5,06E-01					5,06E-01	
FALDA											
Benzo(a)antracene								3,64E-10			3,64E-10
Benzo(b)fluorantene								1,79E-09			1,79E-09
Benzo(k,i)fluorantene								1,13E-09			1,13E-09
Benzo(g,h,i)perilene								1,85E-08			1,85E-08
Benzo(a)pirene								3,16E-11			3,16E-11
Crisene								1,25E-08			1,25E-08
Indeno(1,2,3-c,d)pirene								1,99E-11			1,99E-11
Pirene								7,68E-09			7,68E-09
Antimonio								0,00E+00			0,00E+00
Arsenico								0,00E+00			0,00E+00
Cromo (VI)								0,00E+00			0,00E+00
Ferro								0,00E+00			0,00E+00
Piombo								0,00E+00			0,00E+00
Manganese								0,00E+00			0,00E+00
Mercurio								0,00E+00			0,00E+00
Nichel								1,98E-03			1,98E-03
Selenio								0,00E+00			0,00E+00
Vanadio								0,00E+00			0,00E+00
Cianuri liberi								0,00E+00			0,00E+00
								1,70E-04			1,70E-04



AREA : area

HI per la Falda

	Rischio dal suolo	Rischio dall'eluato	Rischio dalla falda
TERMINAL FUSINA - COMMERCIALE			
TERMINAL FUSINA - COMMERCIALE (S.A.M. NON ATTIVO)			
SUOLO SUPERFICIALE			
Benzo(a)antracene	9,31E+01		
Benzo(b)fluorantene	1,49E+01		
Benzo(k,j)fluorantene	1,58E+01		
Benzo(g,h,i)perilene	6,93E+01		
Benzo(a)pirene	1,60E+02		
Crisene	3,17E-01		
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	2,18E-01		
Pirene	2,67E+00		
PCB	3,24E+03		
Arsenico	2,41E+02		
Berillio	3,77E+01		
Dibenzo(a,e)pirene	4,93E+01		
Dibenzo(a,l)pirene	2,47E+02		
Sommatoria PCDD, PCDF(conv. TIE)	7,79E-01		
C 19-36 alifatici	6,86E+04		
SUOLO PROFONDO			
Benzo(a)antracene	9,31E+01		
Benzo(b)fluorantene	1,49E+01		
Benzo(k,j)fluorantene	1,58E+01		
Benzo(g,h,i)perilene	6,93E+01		
Benzo(a)pirene	1,60E+02		
Crisene	3,17E-01		
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	2,18E-01		
Pirene	2,67E+00		
Arsenico	3,97E+02		
Berillio	3,27E+01		
Rame	1,43E+01		
Mercurio	1,74E+02		
Cianuri liberi	1,83E+02		
Dibenzo(a,e)pirene	4,93E+01		
Dibenzo(a,l)pirene	2,47E+02		
C 19-36 alifatici	8,90E+05		
FALDA			
Benzo(a)antracene		1,40E+00	
Benzo(b)fluorantene		2,80E+00	
Benzo(k,j)fluorantene		1,60E+00	
Benzo(g,h,i)perilene		1,40E+01	
Benzo(a)pirene		1,50E+01	
Crisene		4,20E-02	
Dibenzo(a,h)antracene		2,30E+00	
Indeno(1,2,3-c,d)pirene		1,50E+00	
Pirene		6,60E-03	
Antimonio		3,20E+00	
Arsenico		2,90E+01	
Cromo (VI)		5,00E+00	
Ferro		1,20E+02	
Piombo		9,80E+00	
Manganese		2,60E+01	
Mercurio		2,20E+00	
Nichel		2,40E+00	
Selenio		1,20E+00	
Vanadio		1,12E+01	
Cianuri liberi		4,26E+01	
HI IDROCARBURI DELLA ZONA (MSEP)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

## AREA : area

## CSR - Concentrazioni Soglia di Rischio

	Suolo sup. RES	Suolo prof. RES	Falda RES	Suolo sup. IND	Suolo prof. IND	Falda IND	Suolo F	Falda F	Eluato F
	mg/Kg	mg/Kg	mg/l	mg/Kg	mg/Kg	mg/l	mg/Kg	mg/l	mg/l

## TERMINAL FUSINA - COMMERCIALE

Benzo(a)antracene (P)				3,37E+00 (1,22E+03)			5,47E-01		
Benzo(b)fluorantene (P)				1,85E+00 (1,45E+03)			1,85E+00 (6,19E+00)		
Benzo(k,j)fluorantene (P)				9,84E-01 (1,50E+05)			9,84E-01 (2,02E+00)		
Benzo(k,j)fluorantene (S)				9,84E-01 (2,68E+01)			9,84E-01 (1,92E+00)		
Benzo(g,h,i)perilene (P)				1,12E+00 (6,58E+06)			4,10E-01		
Benzo(g,h,i)perilene (S)				1,12E+00 (1,51E+04)			3,71E-01		
Benzo(a)pirene (P)				1,57E+00 (3,04E+02)			3,73E-01		
Crisene (P)				6,37E-01 (4,83E+04)			6,37E-01 (2,84E+02)		
Crisene (S)				6,37E-01 (1,86E+02)			6,37E-01 (2,34E+02)		
Indeno(1,2,3-c,d)pirene (P)				7,63E-02 (4,09E+04)			7,63E-02 (1,10E+02)		
Pirene (P)				9,20E+00 (1,56E+06)			9,20E+00 (2,95E+01)		
Pirene (S)				9,20E+00 (1,13E+04)			9,20E+00 (3,82E+01)		
Arsenico (P)							2,74E-01		
Berillio (P)							3,32E-01		
Rame (P)							3,54E+01		
Mercurio (P)				1,81E+01			5,25E-02		
Cianuri liberi (P)				6,89E+04			5,08E-01		
Dibenzo(a,e)pirene (P)							1,83E-01		
Dibenzo(a,l)pirene (P)							4,25E-02		
Benzo(a)antracene (F)							9,40E-03 (6,29E+00)	1,00E-04	
Benzo(b)fluorantene (F)							1,50E-03 (2,56E+00)	1,00E-04	
Benzo(k,j)fluorantene (F)							8,00E-04 (2,25E+02)	5,00E-05	
Benzo(g,h,i)perilene (F)							7,00E-04 (7,55E+03)	1,00E-05	
Benzo(a)pirene (F)							1,62E-03 (5,78E-01)	1,00E-05	
Crisene (F)							1,60E-03 (2,57E+02)	1,60E-03 (5,00E-03)	
Dibenzo(a,h)antracene (F)							2,49E-03 (1,06E+00)	1,00E-05	
Indeno(1,2,3-c,d)pirene (F)							2,20E-05 (2,17E+01)	2,20E-05 (1,00E-04)	
Pirene (F)							1,35E-01 (4,30E+04)	5,00E-02	
Antimonio (F)								5,00E-03	
Arsenico (F)								1,00E-02	
Cromo (VI) (F)								5,00E-03	
Ferro (F)								2,00E-01	
Piombo (F)								1,00E-02	
Manganese (F)								5,00E-02	
Mercurio (F)							1,11E+00	1,00E-03	
Nichel (F)								2,00E-02	
Selenio (F)								1,00E-02	
Vanadio (F)								5,00E-02	
Cianuri liberi (F)							1,26E+04	5,00E-02	

AREA : area - ZONA : area

Rischi idrocarburi : LAVORATORI Ingestione di suolo - Lavoratori

C<12	Contaminante MADEP	Rischio MADEP	Contaminante TPH	Rischio TPH	Rischio Max
C>12					
	Contaminante MADEP ALIFATICI C 19-36 alifatici	Rischio MADEP 8,66E-04	Contaminante TPH	Rischio TPH 0,00E+00	Rischio Max 8,66E-04
TOT		8,66E-04		0,00E+00	8,66E-04

AREA : area - ZONA : area

Rischi idrocarburi : LAVORATORI Contatto dermico - Lavoratori

C<12	Contaminante MADEP	Rischio MADEP	Contaminante TPH	Rischio TPH	Rischio Max
C>12					
	Contaminante MADEP ALIFATICI C 19-36 alifatici	Rischio MADEP 1,14E-03	Contaminante TPH	Rischio TPH 0,00E+00	Rischio Max 1,14E-03
TOT		1,14E-03		0,00E+00	1,14E-03

## AREA : area

## CSR - Concentrazioni Soglia di Rischio Idrocarburi

Suolo sup. RE	Suolo prof. RE	Falda RES	Suolo sup. IN	Suolo prof. IN	Falda IND	Suolo F	Falda F	Eluato F
mg/Kg	mg/Kg	mg/l	mg/Kg	mg/Kg	mg/l	mg/Kg	mg/l	mg/l

TERMINAL FUSINA - COMMERCIALE

C 19-36 alifatici			0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,38E-02	0,00E+00	0,00E+00
C 19-36 alifatici			1,76E+06	0,00E+00	0,00E+00	5,16E-02	0,00E+00	0,00E+00

	<p style="text-align: center;">PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA  <b>PROGETTO DI BONIFICA</b>  ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE</p>	Commessa: M0048PD	
		<i>rev.</i>	<i>data</i>
		02	Luglio 2011
		01	Aprile 2011
		00	Gennaio 2011
		<i>Pag. 63 di 63 totali</i>	

**ALLEGATO B: Risultati per lo SDP**

Report generale

Descrizione	X (m)	Y (m)	Z (m)	PC(m s.l.m.)	Umidità	Suolo	Falda	Eluato	Eluato 2 mm
AREA									
Codice : area									
Descrizione : terminal fusina									
Proprietario :									
ZONE									
area - - terminal fusina - Commerciale									
PUNTI ZONA terminal fusina									
1 - a/1,5	0	0	1,5	3,2	20	1	0	0	0
2 - b/2,5	0	0	2,5	3,2	20	1	0	0	0
3 - c/3,5	0	0	3,5	3,2	20	1	0	0	0
4 - d/4,5	0	0	4,5	3,2	20	1	0	0	0
5 - e/5,5	0	0	5,5	3,2	20	1	0	0	0
6 - f/6	0	0	6	3,2	20	1	0	0	0
7 - PZ/4	0	0	4	3,2	20	0	1	0	0
8 - h/0,5	0	0	0,5	3,2	20	1	0	0	0

AREA : area ZONA : area

## CONTAMINAZIONI NEI PUNTI : RIASSUNTIVO

CAS	Descrizione	Suolo SS (mg/kg ss)	Suolo TQ (mg/kg tq)	Falda (mg/l)	Eluato (mg/l)	Eluato>2mm (mg/l)
<b>ZONA terminal fusina</b>						
<b>PUNTO a/1,5</b>						
56553	Benzo(a)antracene	58,6	48,83333333	0	0	0
205992	Benzo(b)fluorantene	83,8	69,83333333	0	0	0
207089	Benzo(k,j)fluorantene	40,4	33,66666667	0	0	0
191242	Benzo(g,h,i)perilene	34,3	28,58333333	0	0	0
50328	Benzo(a)pirene	59,1	49,25	0	0	0
218019	Crisene	99	82,5	0	0	0
193395	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	30,5	25,41666667	0	0	0
129000	Pirene	136	113,3333333	0	0	0
1336363	PCB	6,8	5,666666667	0	0	0
7440382	Arsenico	85	70,83333333	0	0	0
7440417	Berillio	15	12,5	0	0	0
7440622	Vanadio	250	208,3333333	0	0	0
192654	Dibenzo(a,e)pirene	16	13,33333333	0	0	0
191300	Dibenzo(a,l)pirene	14	11,66666667	0	0	0
1746016	Sommatoria PCDD, PCDF(cons.00)EL22	0,000101667	0,000101667	0	0	0
	C 19-36 alifatici	4250	3541,666667	0	0	0
<b>PUNTO b/2,5</b>						
56553	Benzo(a)antracene	37,7	31,41666667	0	0	0
205992	Benzo(b)fluorantene	28,1	23,41666667	0	0	0
207089	Benzo(k,j)fluorantene	8,26	6,883333333	0	0	0
191242	Benzo(g,h,i)perilene	3,72	3,1	0	0	0
50328	Benzo(a)pirene	10,5	8,75	0	0	0
218019	Crisene	49,3	41,08333333	0	0	0
193395	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	3,84	3,2	0	0	0
129000	Pirene	104	86,66666667	0	0	0
7440417	Berillio	13	10,83333333	0	0	0
7439976	Mercurio	8	6,666666667	0	0	0
	C 19-36 alifatici	2590	2158,333333	0	0	0
<b>PUNTO c/3,5</b>						
56553	Benzo(a)antracene	67,9	56,58333333	0	0	0
205992	Benzo(b)fluorantene	123	102,5	0	0	0
207089	Benzo(k,j)fluorantene	42,5	35,41666667	0	0	0
191242	Benzo(g,h,i)perilene	37,9	31,58333333	0	0	0
50328	Benzo(a)pirene	79,6	66,33333333	0	0	0
218019	Crisene	120	100	0	0	0
193395	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	32	26,66666667	0	0	0
129000	Pirene	105	87,5	0	0	0
7440417	Berillio	13	10,83333333	0	0	0
7440508	Rame	609	507,5	0	0	0
7439976	Mercurio	5,9	4,916666667	0	0	0
57125	Cianuri liberi	111	92,5	0	0	0
192654	Dibenzo(a,e)pirene	12	10	0	0	0
191300	Dibenzo(a,l)pirene	14	11,66666667	0	0	0
	C 19-36 alifatici	14700	12250	0	0	0
<b>PUNTO d/4,5</b>						
205992	Benzo(b)fluorantene	10,8	9	0	0	0
218019	Crisene	12,1	10,08333333	0	0	0
7439976	Mercurio	10	8,333333333	0	0	0
	C 19-36 alifatici	1030	858,3333333	0	0	0
<b>PUNTO e/5,5</b>						
193395	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	8	6,666666667	0	0	0
7439976	Mercurio	11	9,166666667	0	0	0
<b>PUNTO f/6</b>						
7440382	Arsenico	140	116,6666667	0	0	0
<b>PUNTO PZ/4</b>						
56553	Benzo(a)antracene	0	0	0,00014	0	0
205992	Benzo(b)fluorantene	0	0	0,00028	0	0
207089	Benzo(k,j)fluorantene	0	0	0,00008	0	0
191242	Benzo(g,h,i)perilene	0	0	0,00014	0	0
50328	Benzo(a)pirene	0	0	0,00015	0	0
218019	Crisene	0	0	0,00021	0	0
53703	Dibenzo(a,h)antracene	0	0	0,000023	0	0
193395	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	0	0	0,00015	0	0
129000	Pirene	0	0	0,00033	0	0
7440360	Antimonio	0	0	0,016	0	0
7440382	Arsenico	0	0	0,29	0	0
7440417	Berillio	0	0	0,0005	0	0
7440439	Cadmio	0	0	0,0006	0	0
18540299	Cromo (VI)	0	0	0,025	0	0
7440484	Cobalto	0	0	0,047	0	0
7440508	Rame	0	0	0,065	0	0
7439896	Ferro	0	0	24	0	0
7439921	Piombo	0	0	0,098	0	0



7439965	Manganese	0	0	1,3	0	0
7439976	Mercurio	0	0	0,0022	0	0
7440020	Nichel	0	0	0,048	0	0
7782492	Selenio	0	0	0,012	0	0
7440622	Vanadio	0	0	0,56	0	0
7440666	Zinco	0	0	0,14	0	0
57125	Cianuri liberi	0	0	2,13	0	0
7440473	Cromo totale	0	0	0,029	0	0
7440315	Stagno	0	0	0,006	0	0
<b>PUNTO</b>	<b>h/0,5</b>					
7440439	Cadmio	50	41,66666667	0	0	0
7440484	Cobalto	850	708,3333333	0	0	0
7439976	Mercurio	5,8	4,833333333	0	0	0
7440622	Vanadio	586	488,3333333	0	0	0
	C 19-36 alifatici	1480	1233,333333	0	0	0

## AREA : area

## CONTAMINANTI CHE ECCEDONO LE CSC : RIASSUNTIVO

	Descrizione	Suolo mg/Kg s.s.	Tipo limite	V.Lim.	Sup.	Falda mg/l	V.Lim.	Sup.	El.>2mm	V.Lim.	Sup.
ZONA	terminal fusina										
PUNTO	a/1,5										
56553	Benzo(a)antracene	58,6	Ind/Com	10	48,6						
205992	Benzo(b)fluorantene	83,8	Ind/Com	10	73,8						
207089	Benzo(k,i)fluorantene	40,4	Ind/Com	10	30,4						
191242	Benzo(g,h,i)perilene	34,3	Ind/Com	10	24,3						
50328	Benzo(a)pirene	59,1	Ind/Com	10	49,1						
218019	Crisene	99	Ind/Com	50	49						
193395	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	30,5	Ind/Com	5	25,5						
129000	Pirene	136	Ind/Com	50	86						
1336363	PCB	6,8	Ind/Com	5	1,8						
7440382	Arsenico	85	Ind/Com	50	35						
7440417	Berillio	15	Ind/Com	10	5						
192654	Dibenzo(a,e)pirene	16	Ind/Com	10	6						
191300	Dibenzo(a,i)pirene	14	Ind/Com	10	4						
1746016	Sommatoria PCDD, PCDF(cons.)	4250	Ind/Com	0,0001	0,00022						
	C 19-36 alifatici		Ind/Com	750	3500						
GRUPPO	Policiclici aromatici suolo	1715,1	Ind/Com	100	1615,1						
GRUPPO	Policiclici aromatici falda										
GRUPPO	Idrocarburi C>12 MADEP	12750	Ind/Com	750	12000						
PUNTO	b/2,5										
56553	Benzo(a)antracene	37,7	Ind/Com	10	27,7						
205992	Benzo(b)fluorantene	28,1	Ind/Com	10	18,1						
50328	Benzo(a)pirene	10,5	Ind/Com	10	0,5						
129000	Pirene	104	Ind/Com	50	54						
7440417	Berillio	13	Ind/Com	10	3						
7439976	Mercurio	8	Ind/Com	5	3						
	C 19-36 alifatici	2590	Ind/Com	750	1840						
GRUPPO	Policiclici aromatici suolo	736,26	Ind/Com	100	636,26						
GRUPPO	Policiclici aromatici falda										
GRUPPO	Idrocarburi C>12 MADEP	7770	Ind/Com	750	7020						
PUNTO	c/3,5										
56553	Benzo(a)antracene	67,9	Ind/Com	10	57,9						
205992	Benzo(b)fluorantene	123	Ind/Com	10	113						
207089	Benzo(k,i)fluorantene	42,5	Ind/Com	10	32,5						
191242	Benzo(g,h,i)perilene	37,9	Ind/Com	10	27,9						
50328	Benzo(a)pirene	79,6	Ind/Com	10	69,6						
218019	Crisene	120	Ind/Com	50	70						
193395	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	32	Ind/Com	5	27						
129000	Pirene	105	Ind/Com	50	55						
7440417	Berillio	13	Ind/Com	10	3						
7440508	Rame	609	Ind/Com	600	9						
7439976	Mercurio	5,9	Ind/Com	5	0,9						
57125	Cianuri liberi	111	Ind/Com	100	11						
192654	Dibenzo(a,e)pirene	12	Ind/Com	10	2						
191300	Dibenzo(a,i)pirene	14	Ind/Com	10	4						

C 19-36 alifatici	14700	Ind/Com	750	13950	
GRUPPO					
GRUPPO	1901,7	Ind/Com	100	1801,7	
GRUPPO	44100	Ind/Com	750	43350	
PUNTO					
205992	10,8	Ind/Com	10	0,8000000000000001	
7439976	10	Ind/Com	5	5	
C 19-36 alifatici	1030	Ind/Com	750	280	
GRUPPO					
GRUPPO	3090	Ind/Com	750	2340	
PUNTO					
193395	8	Ind/Com	5	3	
7439976	11	Ind/Com	5	6	
GRUPPO					
PUNTO					
7440382	140	Ind/Com	50	90	
PUNTO					
56553					0,00014
205992					0,00028
207089					8,00E-05
191242					1,40E-04
50328					1,50E-04
53703					2,30E-05
193395					0,00015
7440360					0,016
7440382					0,016
18540299					0,29
7439896					0,025
7439921					24
7439965					0,098
7439976					1,3
7440020					0,0022
7782492					0,048
7440622					0,012
					0,56
					2,13
					0,00004
					0,00018
					3,00E-05
					1,30E-04
					1,40E-04
					1,30E-05
					0,00005
					0,011
					0,28
					0,02
					23,8
					0,088
					1,25
					0,0012
					0,028
					0,002
					0,51
					2,08
GRUPPO					
GRUPPO					
GRUPPO					
PUNTO					
7440439	50	Ind/Com	15	35	
7440484	850	Ind/Com	250	600	
7439976	5,8	Ind/Com	5	0,8	
7440622	586	Ind/Com	250	336	
C 19-36 alifatici	1480	Ind/Com	750	730	
GRUPPO					
GRUPPO	4440	Ind/Com	750	3690	
TOT : I ZONA					

TOT : I ZONA

## PARAMETRI TERRENO ED ACQUIFERO - ZONA : area - AREA : area

**ZONA INSATURA**

Descrizione	Simbolo	Valore
Densità secca (g/cm <sup>3</sup> )	Rs	1,7
Foc della zona non satura (adim.)	Foc	0,001
Contenuto d'aria nel non saturo (adim.)	Tas	0,008
Contenuto d'acqua nel non saturo (adim.)	Tws	0,304

**ZONA SATURA**

Descrizione	Simbolo	Valore
Soggiacenza della falda (cm)	Lgw	320
Spessore della frangia capillare (cm)	Hcap	25
Contenuto d'aria in frangia capillare (adim.)	Tacap	0,057
Contenuto d'acqua in frangia capillare (adim.)	Twcap	0,288
Conducibilità idraulica (m/giorno)	K	0,9
Gradiente idraulico (adim.)	i	0,00086
Porosità efficace (adim.)	Ts	0,3
Infiltrazione efficace (m/anno)	I	0,0127
Densità secca dell'acquifero (g/cm <sup>3</sup> )	Rs(sat)	1,8
Foc nella zona satura (adim.)	Foc(sat)	0,001
Dispersività longitudinale (m)	Ax	0
Dispersività trasversale (m)	Ay	0
Dispersività verticale (m)	Az	0
Distanza dal punto di conformità (m)	X	0
Spessore dell'acquifero (m)	da	2

## AREA : area

## Rischi per sostanze cancerogene - Residenti e Lavoratori

Ing.suo.	Con.der.	Pol.Ind	Pol.Out	Vap.Ind.SS	Vap.Out.SS	Vap.Ind.SP	Vap.Out.SP	Vap.Ind.Falda	Vap.Out.Falda	RISCHIO SS	RISCHIO SP	RSCHIO F
TERMINAL FUSINA - COMMERCIALE												
SUOLO SUPERFICIALE												
Cadmio	0,00E+00			0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		
Cobalto	0,00E+00			0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		
SUOLO PROFONDO												
Benzo(a)antracene	1,81E-09			1,16E-07	1,16E-07					1,18E-07		
Benzo(b)fluorantene	4,04E-09			3,79E-08	3,79E-08					4,20E-08		
Benzo(k,j)fluorantene	2,90E-12			6,77E-10	6,77E-10					6,80E-10		
Benzo(a)pirene	3,59E-09			6,15E-07	6,15E-07					6,19E-07		
Crisene	1,31E-10			1,30E-09	1,30E-09					1,43E-09		
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	1,07E-11			1,84E-09	1,84E-09					1,85E-09		
PCB	2,94E-08			2,28E-07	2,28E-07					2,58E-07		
Arsenico	0,00E+00			0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		
Bertilio	0,00E+00			0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		
Dibenzo(a,e)pirene	0,00E+00			0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		
Dibenzo(a,l)pirene	0,00E+00			0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		
Sommatoria PCDD, PCDF(conv. T.E.)	0,00E+00			0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		
FALDA												
Benzo(a)antracene	1,62E-12			4,94E-11	4,94E-11					5,10E-11		0,00E+00
Benzo(b)fluorantene	1,44E-11			6,15E-11	6,15E-11					7,59E-11		0,00E+00
Benzo(k,j)fluorantene	8,09E-15			9,01E-13	9,01E-13					9,09E-13		0,00E+00
Benzo(a)pirene	7,89E-12			6,46E-10	6,46E-10					6,53E-10		0,00E+00
Crisene	1,15E-13			5,23E-13	5,23E-13					6,38E-13		0,00E+00
Dibenzo(a,h)antracene	1,88E-13			5,64E-11	5,64E-11					5,66E-11		0,00E+00
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	2,09E-13			1,72E-11	1,72E-11					1,74E-11		0,00E+00
Arsenico	0,00E+00			0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		0,00E+00
Cromo (VI)	0,00E+00			0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		0,00E+00
Nichel	0,00E+00			0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		0,00E+00

## AREA : area

## HI per sostanze non cancerogene : LAVORATORI

Ing.suo.	Con.der.	Pol.Ind	Pol.Out	Vap.Ind.SS	Vap.Out.SS	Vap.Ind.SP	Vap.Out.SP	Vap.Ind.Falda	Vap.Out Falda	HI SS	HI SP	HI FALDA
TERMINAL FUSINA - COMMERCIALE												
SUOLO SUPERFICIALE												
Cadmio				0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		
Cobalto				0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		
Mercurio				9,08E-02	5,22E-01					6,13E-01		
Vanadio				0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		
SUOLO PROFONDO												
Benzo(a)antracene				2,97E-08	1,91E-06					1,94E-06		
Benzo(b)fluorantene				6,62E-08	6,21E-07					6,87E-07		
Benzo(k,j)fluorantene				9,21E-09	2,15E-06					2,15E-06		
Benzo(g,h,i)perilene				2,92E-08	1,42E-05					1,42E-05		
Benzo(a)pirene				4,37E-10	7,49E-08					7,54E-08		
Crisene				2,00E-06	1,99E-05					2,19E-05		
Indeno(1,2,3-c,d)pirene				3,08E-11	5,29E-09					5,32E-09		
Prene				5,01E-06	3,56E-04					3,61E-04		
PCB				0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		
Arsenico				0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		
Berillio				0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		
Rame				0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		
Mercurio				6,60E-03	4,49E-02					5,15E-02		
Cianuri liberi				8,15E-06	3,84E-03					3,83E-03		
FALDA												
Benzo(a)antracene				2,65E-11	8,09E-10					8,09E-10		0,00E+00
Benzo(b)fluorantene				2,36E-10	1,01E-09					1,01E-09		0,00E+00
Benzo(k,j)fluorantene				2,85E-11	2,85E-09					2,85E-09		0,00E+00
Benzo(g,h,i)perilene				2,07E-10	4,82E-08					4,84E-08		0,00E+00
Benzo(a)pirene				9,61E-13	7,86E-11					7,96E-11		0,00E+00
Crisene				1,76E-09	8,60E-09					9,77E-09		0,00E+00
Indeno(1,2,3-c,d)pirene				6,02E-13	4,95E-11					5,01E-11		0,00E+00
Prene				8,95E-10	1,45E-08					1,54E-08		0,00E+00
Antimonio				0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		0,00E+00
Arsenico				0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		0,00E+00
Cromo (VI)				0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		0,00E+00
Ferro				0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		0,00E+00
Piombo				0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		0,00E+00
Manganese				0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		0,00E+00
Mercurio				1,08E-05	3,26E-05					4,33E-05		0,00E+00
Nichel				0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		0,00E+00
Selenio				0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		0,00E+00
Vanadio				0,00E+00	0,00E+00					0,00E+00		0,00E+00
Cianuri liberi				1,89E-06	4,36E-04					4,38E-04		0,00E+00

	Rischio dal suolo	Rischio dall'eluato	Rischio dalla falda
TERMINAL FUSINA - COMMERCIALE			
TERMINAL FUSINA - COMMERCIALE (S.A.M. NON ATTIVO)			
SUOLO SUPERFICIALE			
Cadmio	5,23E+02		
Cobalto	2,46E+02		
Mercurio	1,25E+03		
Vanadio	9,30E+00		
C 19-36 alifatici	8,44E+04		
SUOLO PROFONDO			
Benzo(a)antracene	8,96E+01		
Benzo(b)fluorantene	1,43E+01		
Benzo(k,j)fluorantene	1,52E+01		
Benzo(g,h,i)perilene	6,67E+01		
Benzo(a)pirene	1,54E+02		
Crisene	3,05E-01		
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	2,10E-01		
Pirene	2,57E+00		
PCB	3,41E+03		
Arsenico	3,81E+02		
Berillio	3,77E+00		
Rame	1,37E+01		
Mercurio	2,37E+03		
Cianuri liberi	1,75E+02		
Dibenzo(a,e)pirene	4,75E+01		
Dibenzo(a,l)pirene	2,37E+02		
Sommatoria PCDD, PCDF(conv. TEF)	1,66E-01		
C 19-36 alifatici	1,87E+05		
FALDA			
Benzo(a)antracene		1,40E+00	
Benzo(b)fluorantene		2,80E+00	
Benzo(k,j)fluorantene		1,60E+00	
Benzo(g,h,i)perilene		1,40E+01	
Benzo(a)pirene		1,50E+01	
Crisene		4,20E-02	
Dibenzo(a,h)antracene		2,30E+00	
Indeno(1,2,3-c,d)pirene		1,50E+00	
Pirene		6,60E-03	
Antimonio		3,20E+00	
Arsenico		2,90E+01	
Cromo (VI)		5,00E+00	
Ferro		1,20E+02	
Piombo		9,80E+00	
Manganese		2,60E+01	
Mercurio		2,20E+00	
Nichel		2,40E+00	
Selenio		1,20E+00	
Vanadio		1,12E+01	
Cianuri liberi		4,26E+01	
HI IDROCARBURI DELLA ZONA (M, A, D, E, F, G)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

## CSR - Concentrazioni Soglia di Rischio

	Suolo sup. RES	Suolo prof. RES	Falda RES	Suolo sup. IND	Suolo prof. IND	Falda IND	Suolo F	Falda F	Eluato F
	mg/Kg	mg/Kg	mg/l	mg/Kg	mg/Kg	mg/l	mg/Kg	mg/l	mg/l
TERMINAL FUSINA - COMMERCIALE									
Benzo(a)antracene (P)				3,37E+00	(4,79E+02)		5,68E-01		
Benzo(b)fluorantene (P)				1,85E+00	(2,44E+03)		1,85E+00	(6,45E+00)	
Benzo(k,j)fluorantene (P)				9,84E-01	(5,21E+04)		9,84E-01	(2,10E+00)	
Benzo(g,h,i)perilene (P)				1,12E+00	(2,23E+06)		4,26E-01		
Benzo(a)pirene (P)				1,57E+00	(1,07E+02)		3,88E-01		
Crisene (P)				6,37E-01	(7,00E+04)		6,37E-01	(2,95E+02)	
Indeno(1,2,3-c,d)pirene (P)				7,63E-02	(1,44E+04)		7,63E-02	(1,14E+02)	
Pirene (P)				9,20E+00	(3,14E+05)		9,20E+00	(3,97E+01)	
PCB (P)				2,20E+01			1,66E-03		
Arsenico (P)							3,06E-01		
Berillio (P)							3,32E+00		
Cadmio (S)							7,96E-02		
Cobalto (S)							2,87E+00		
Rame (P)							3,68E+01		
Mercurio (P)					1,78E+02		3,86E-03		
Mercurio (S)			7,89E+00				3,85E-03		
Vanadio (S)							5,25E+01		
Cianuri liberi (P)				2,40E+04			5,30E-01		
Dibenzo(a,e)pirene (P)							2,53E-01		
Dibenzo(a,l)pirene (P)							4,43E-02		
Sommatoria PCDD, PCDF(conv. T.E.) (P)							6,13E-04		
Benzo(a)antracene (F)						9,40E-03	(2,74E+00)	1,00E-04	
Benzo(b)fluorantene (F)						1,50E-03	(3,69E+00)	1,00E-04	
Benzo(k,j)fluorantene (F)						8,00E-04	(8,80E+01)	5,00E-05	
Benzo(g,h,i)perilene (F)						7,00E-04	(2,90E+03)	1,00E-05	
Benzo(a)pirene (F)						1,62E-03	(2,30E-01)	1,00E-05	
Crisene (F)						1,60E-03	(3,29E+02)	1,60E-03	(5,00E-03)
Dibenzo(a,h)antracene (F)						2,49E-03	(4,07E-01)	1,00E-05	
Indeno(1,2,3-c,d)pirene (F)						2,20E-05	(8,62E+00)	2,20E-05	(1,00E-04)
Pirene (F)						1,35E-01	(2,14E+04)	5,00E-02	
Antimonio (F)							5,00E-03		
Arsenico (F)							1,00E-02		
Cromo (VI) (F)							5,00E-03		
Ferro (F)							2,00E-01		
Piombo (F)							1,00E-02		
Manganese (F)							5,00E-02		
Mercurio (F)						5,08E+01		1,00E-03	
Nichel (F)							2,00E-02		
Selenio (F)							1,00E-02		
Vanadio (F)							5,00E-02		
Cianuri liberi (F)						4,87E+03		5,00E-02	



AREA : area - ZONA : area

Rischi idrocarburi : LAVORATORI Vapori all'aperto Suolo profondo - Lavoratori

C<12

Contaminante MADEP	Rischio MADEP	Contaminante TPH	Rischio TPH	Rischio Max
--------------------	---------------	------------------	-------------	-------------

C>12

Contaminante MADEP	Rischio MADEP	Contaminante TPH	Rischio TPH	Rischio Max
--------------------	---------------	------------------	-------------	-------------

ALIFATICI C 19-36 alifatici	0,00E+00			0,00E+00
--------------------------------	----------	--	--	----------

TOT

	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00
--	----------	--	----------	----------

AREA : area - ZONA : area

Rischi idrocarburi : LAVORATORI Vapori indoor Suolo profondo - Lavoratori

C<12

Contaminante MADEP	Rischio MADEP	Contaminante TPH	Rischio TPH	Rischio Max
--------------------	---------------	------------------	-------------	-------------

C>12

Contaminante MADEP	Rischio MADEP	Contaminante TPH	Rischio TPH	Rischio Max
--------------------	---------------	------------------	-------------	-------------

ALIFATICI  
C 19-36 alifatici

0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
----------	----------	----------	----------	----------

TOT

0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
----------	----------	----------	----------	----------

AREA : area - ZONA : area

Rischi idrocarburi : LAVORATORI Vapori all'aperto Suolo superficiale - Lavoratori

C<12

Contaminante MADEP	Rischio MADEP	Contaminante TPH	Rischio TPH	Rischio Max
--------------------	---------------	------------------	-------------	-------------

C>12

Contaminante MADEP ALIFATICI C 19-36 alifatici	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00
TOT	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00

Contaminante MADEP	Rischio MADEP	Contaminante TPH	Rischio TPH	Rischio Max
--------------------	---------------	------------------	-------------	-------------

0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00
----------	----------	--	----------	----------

0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00
----------	----------	--	----------	----------

AREA : area - ZONA : area

**Rischi idrocarburi : LAVORATORI Vapori indoor Suolo superficiale - Lavoratori**

C<12	Contaminante MADEP	Rischio MADEP	Contaminante TPH	Rischio TPH	Rischio Max
C<12					
	Contaminante MADEP ALIFATICI C 19-36 alifatici	Rischio MADEP 0,00E+00	Contaminante TPH	Rischio TPH 0,00E+00	Rischio Max 0,00E+00
TOT		0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00

## AREA : area

## CSR - Concentrazioni Soglia di Rischio Idrocarburi

Suolo sup. RES	Suolo prof. RES	Falda RES	Suolo sup. IND	Suolo prof. IND	Falda IND	Suolo F	Falda F	Eluato F
mg/Kg	mg/Kg	mg/l	mg/Kg	mg/Kg	mg/l	mg/Kg	mg/l	mg/l

TERMINAL FUSINA - COMMERCIALE

C 19-36 alifatici			0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,56E-02	0,00E+00	0,00E+00
C 19-36 alifatici			0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,46E-02	0,00E+00	0,00E+00