



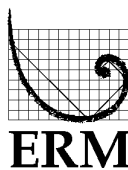
Agrolinz Melamine International Italia S.r.l.

Analisi di rischio Sito-
Specifica delle Aree AMI
Interne al Polo Chimico di
Castellanza – Olgiate Olona
(VA)

ERM's Milan Office

Via San Gregorio, 38
I-20124 Milano
T: +39 0267440.1
F: +39 0267078382

www.erm.com/italy



Analisi di rischio Sito-Specifica delle Aree AMI Interne al Polo Chimico di Castellanza – Olgiate Olona (VA)

12 Giugno 2008

Rif. 0061911 - Phase ***

Preparato da: Chiara Aquino, Fabrizio Orsini, Laura
Gianazza, Luca Bonvini, Mattia Zaffaroni, Roberto Galusi
con il supporto di Monica Carina Vaccaro

Revisionato da: Fabio Chiericato e Giuseppe Filauro



Giuseppe Filauro
Project Director

INDICE

1	INTRODUZIONE	1
1.1	PREMESSA	1
1.2	METODOLOGIA UTILIZZATA	2
2	MODELLO CONCETTUALE DEL SITO	6
2.1	INTRODUZIONE	6
2.2	CENNI DI GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA LOCALI	6
2.3	SORGENTI DI CONTAMINAZIONE, PERCORSI DI ESPOSIZIONE E RECETTORI	9
3	PARAMETRIZZAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE	18
3.1	AMBIENTI OUTDOOR ED INDOOR	19
3.2	ZONA NON SATURA	21
3.3	ZONA SATURA	22
3.4	PARAMETRI DI ESPOSIZIONE	22
3.5	PARAMETRI CHIMICO-FISICI E TOSSICOLOGICI DEI CONTAMINANTI	22
4	RISULTATI: TERRENI INSATURI	26
4.1	TERRENO SUPERFICIALE	27
4.2	TERRENO PROFONDO INSATURO	35
5	RISULTATI: ACQUE SOTTERRANEE	41
6	CONCLUSIONI	42

Allegato A

Figure Fuori Testo

- Figura 1 - Localizzazione del Sito*
- Figura 2 - Aree di Proprietà AMI Interne al Polo Chimico ad Uso Commerciale/Industriale*
- Figura 3 - Modello Concettuale dell'Analisi di Rischio: Aree Pavimentate*
- Figura 4 - Terreno Superficiale: Concentrazioni Eccedenti le CSC Ind/Com*
- Figura 5 - Terreno Profondo Insaturo: Concentrazioni Eccedenti le CSC Ind/Com*
- Figura 6 - Terreno Superficiale: Aree Sorgenti Individuate Tramite "Analisi del Vicinato"*
- Figura 7 - Terreno Profondo Insaturo: Aree Sorgenti Individuate Tramite "Analisi del Vicinato"*
- Figura 8 - Terreno Superficiale: Aree Sorgenti Utilizzate nell'Analisi di Rischio*
- Figura 9 - Terreno Profondo: Aree Sorgenti Utilizzate nell'Analisi di Rischio*
- Figura 10 – Acque Sotterranee: Area Sorgente Utilizzata nell'Analisi di Rischio*

1.1

PREMESSA

ERM Italia (nel seguito ERM) ha preparato un'analisi di rischio sito-specifica ai sensi del D.Lgs.152/06 e s.m.i. per le aree di proprietà Agrolinz Melamine International S.p.A. (nel seguito *Il Sito*) interne allo stabilimento multisocietario di Castellanza (VA).

L'area a destinazione d'uso Residenziale/Verde Pubblico, localizzata in posizione occidentale rispetto allo stabilimento multisocietario non è oggetto della presente analisi di rischio, in quanto si prevede di richiederne lo stralcio dall'iter in corso mediante l'individuazione di un procedimento dedicato.

L'ubicazione del Sito e delle aree di proprietà AMI è mostrata in *Allegato A, Figura 1 e Figura 2*.

L'Analisi di Rischio ha avuto lo scopo di calcolare, per un utilizzo del Sito di tipo Industriale/Commerciale, i valori di Concentrazione Soglia di Rischio (CSR), sulla base dello scenario futuro di utilizzo delle aree AMI; tale scenario prevede:

- la presenza di un sistema di contenimento idraulico delle acque della falda superficiale;
- la presenza di aree pavimentate in alcune zone di proprietà AMI (mostrate in *Allegato A, Figura 3*).
- l'assenza di spazi indoor al di sopra dell'area rappresentativa del sondaggio BH29, mostrata in *Allegato A, Figura 9*.

Le ultime due caratteristiche elencate costituiscono un vincolo di utilizzo dell'area; in loro assenza, dovrà essere effettuata una integrazione della presente analisi di rischio.

La presente analisi di rischio è quindi congruente con uno scenario di Messa in Sicurezza Operativa ai sensi del D.Lgs.152/06.

I valori di CSR calcolati non si applicano agli orizzonti di ceneri di pirite riscontrati nel sottosuolo di alcune aree del sito, dato che dette ceneri costituiscono un rifiuto e dovranno essere smaltite in accordo con la legislazione vigente (ove tecnicamente possibile, in relazione alla presenza o meno di edifici di cui non è prevista la demolizione); i valori di CSR calcolati potranno essere utilizzati come parametri di collaudo per le pareti ed il fondo degli scavi effettuati per la rimozione delle ceneri di pirite stesse.

Il presente documento descrive il Modello Concettuale, i parametri di input utilizzati nell'Analisi di Rischio, i risultati ottenuti, le conclusioni ed è strutturato come di seguito descritto:

- Capitolo 1: Introduzione
- Capitolo 2: Modello Concettuale del Sito;
- Capitolo 3: Parametrizzazione del Modello Concettuale del Sito;
- Capitolo 4: Risultati - Terreni Insaturi
- Capitolo 5: Risultati – Acque Sotterranee
- Capitolo 6: Conclusioni.

1.2 METODOLOGIA UTILIZZATA

1.2.1 Documenti Tecnici di Riferimento

I riferimenti tecnici utilizzati per l'elaborazione dell'Analisi di Rischio sono:

- il documento *“Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi di rischio assoluta ai siti contaminati – rev.2”*, APAT 2008, nel seguito “Protocollo APAT” - http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Servizi_per_l'Ambiente/Siti_contaminati/Analisi_di_rischio/ ;
- Decreto Legislativo 152/06 e s.m.i.;
- ASTM standards E-1739-95, PS-104-98, E 2081-00;
- *“Characterizing Risks Posed by Petroleum Contaminated Sites: Implementation of the MADEP VPH/EPH Approach”* – MADEP 2002 - <http://www.mass.gov/dep/cleanup/laws/02-411.pdf>;
- *The Risk Assessment Information System*, aggiornamento 1 marzo 2008 – US Department of Energy - <http://rais.ornl.gov/index.shtml>;
- *OECD Chemicals Screening Information Dataset (SIDS) for High Volume Chemicals* – United Nations Environment Programme - <http://www.chem.unep.ch/irptc/sids/OECDsids/sidspub.html>;
- *ChemIDPlus Lite* – United States National Library of Medicine - <http://chem.sis.nlm.nih.gov/chemidplus/chemidlite.jsp>;
- *Assessing Petroleum Hydrocarbon in Soils* - Ohio Division of Emergency and Remedial Response - (<http://www.epa.state.oh.us/derr/rules/guidance.html>);
- *Petroleum Saturation of Soil* – Ohio Division of State Fire Marshal - (<https://www.com.state.oh.us/sfm/bustr/PDFs/SOILSATURATION.PDF>);
- *Piano della Caratterizzazione delle Aree AMI Interne e Limitrofe al Polo Chimico di Castellanza e Olgiate Olona* – ERM, Luglio 2007;
- *Rapporto di Caratterizzazione delle Aree AMI Interne e Limitrofe al Polo Chimico di Castellanza e Olgiate Olona* – ERM, Giugno 2008.

L'Analisi di Rischio è stata sviluppata utilizzando il software *RBCA Tool Kit ver. 1.3b*.

L'Environment Protection Agency degli Stati Uniti definisce l'analisi di rischio per i siti contaminati come: *“Uno strumento di supporto alle decisioni, relativamente a situazioni di contaminazione di matrici ambientali, basato sul concetto di protezione della salute umana e dell'ambiente”*.

Il procedimento generale utilizzato è il seguente:

- **Costruzione del modello concettuale ai fini dell'analisi di rischio;** sulla base dei risultati delle indagini ambientali svolte si è proceduto alla ricostruzione dei caratteri delle tre componenti principali che costituiscono l'Analisi di Rischio ovvero: le aree sorgenti di contaminazione, le modalità di trasporto ed i bersagli (o recettori);
- **Impostazione di modelli *Fate & Transport*** che permettono di calcolare la concentrazione del contaminante che entra in contatto con i recettori umani identificati; tali modelli non vengono utilizzati quando l'esposizione è diretta, ovvero quando la sorgente è direttamente a contatto con il recettore (esempio: contatto dermico con il suolo contaminato);
- **Calcolo dei valori di Rischio Cancerogeno e Non Cancerogeno (modalità *Forward*):** sulla base delle concentrazioni dei contaminanti presenti nelle matrici ambientali di interesse, di parametri di esposizione standard, di valori tossicologici, di dati sito specifici e di particolari condizioni di utilizzo delle aree (ad es. presenza di pavimentazione), vengono calcolati i valori di rischio cancerogeno e non cancerogeno, da confrontare con i rispettivi limiti di accettabilità (vedi paragrafo successivo).
- **Individuazione dei Percorsi di Esposizione Critici:** l'elaborazione dell'analisi di rischio in modalità *forward* consente di individuare i percorsi di esposizione critici per ognuna delle sorgenti di contaminazione.
- **Calcolo dei Valori di Concentrazione Soglia di Rischio:** sulla base dei valori di rischio cancerogeno e non cancerogeno, di parametri di esposizione standard, di valori tossicologici, di dati sito specifici e di particolari condizioni di utilizzo delle aree (ad es. presenza di pavimentazione), vengono calcolati i valori di CSR mediante analisi di rischio in modalità *backward*.

Valori di Rischio Cancerogeno e Non Cancerogeno Accettabili per il Recettore “Uomo”

Il rischio per la salute umana viene suddiviso in rischio non cancerogeno e rischio cancerogeno; per i composti che esibiscono tossicità di tipo non cancerogeno, il confronto tra la dose media giornaliera assunta ($ADI = \text{Average Daily Intake}$) e la dose ritenute in grado di non determinare danno per la salute umana ($TDI = \text{Tolerable Daily Intake}$, identificata con la *Reference Dose, RfD*), consente di valutare se il rischio per i recettori umani sia da considerarsi

“accettabile” ($ADI < TDI$) o “inaccettabile” ($ADI > TDI$). Tale valutazione è pertanto effettuata mediante il calcolo del Quoziente di Rischio o *Hazard Quotient*:

$$HQ = \frac{ADI}{RfD}$$

Relativamente ai soli rischi legati all’inalazione di una sostanza non cancerogena, il rischio viene calcolato attraverso il rapporto tra la concentrazione teorica presente in aria di contaminante e la concentrazione denominata *Reference Concentration* (RfC):

$$HQ = \frac{C_{AIR}}{RfC}$$

Si considera accettabile il rischio associato all’esposizione ad un dato contaminante quando HQ assume valori inferiori o uguali a 1, sia per un recettore che trascorre l’intero periodo di esposizione in ambiente indoor che per un recettore che trascorre l’intero periodo di esposizione in ambiente outdoor.

Si considera accettabile il rischio associato all’esposizione di più contaminanti quando anche HI (*Hazard Index*), calcolato come somma degli HQ relativi ai singoli contaminanti, assume valori inferiori o uguali a 1.

Per i composti che esibiscono tossicità di tipo cancerogeno il rischio (R) è rappresentato dalla stima probabilistica di insorgenza di forme tumorali nel corso della vita ed è espresso dalla seguente formula:

$$R = ADI * SF$$

dove il fattore SF (*Slope Factor*), espresso in (mg/kg di peso corporeo × giorno)⁻¹, rappresenta il coefficiente angolare della retta che interpola, per basse dosi, i risultati dei test sperimentali per la determinazione delle relazioni dose-risposta.

Relativamente all’inalazione di una sostanza cancerogena, il rischio viene stimato attraverso la moltiplicazione della concentrazione teorica in aria C_{AIR} (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) per la *Unit Risk* (UR), definita da USEPA come “limite superiore del rischio incrementale di contrarre il cancro a causa dell’esposizione continua ad una concentrazione in aria pari a 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di un agente cancerogeno”:

$$R = C_{AIR} * UR$$

Sulla base di quanto disposto dal Protocollo APAT, si considera accettabile il rischio incrementale cancerogeno quando R assume valori inferiori o uguali a

$1 \cdot 10^{-5}$ per gli effetti cumulativi; in accordo al Protocollo APAT, si considera accettabile il rischio incrementale cancerogeno quando R assume valori inferiori o uguali a $1 \cdot 10^{-6}$ per gli effetti derivanti dall'esposizione ad un singolo agente cancerogeno.

Recettore "Acque Sotterranee"

Siccome in corrispondenza del confine di valle idrogeologico del Sito lo scenario considerato prevede la presenza di un sistema di sbarramento idraulico in grado di impedire la fuoriuscita di acque sotterranee di falda superficiale con concentrazioni di contaminanti disciolti superiori alle CSC, il recettore *acque sotterranee* non è stato preso in considerazione nella presente analisi di rischio.

Modalità di Calcolo dei Valori di Rischio

Le possibili sorgenti secondarie di contaminazione in grado di generare potenziali rischi non accettabili per la salute umana sono, conformemente a quanto specificato nel Protocollo APAT, il terreno superficiale insaturo, il terreno profondo insaturo e le acque sotterranee.

In accordo con quanto specificato nel Protocollo APAT, il calcolo dei rischi deve essere svolto in funzione delle sorgenti di contaminazione (suolo superficiale, suolo profondo insaturo, acque sotterranee), scegliendo il valore di rischio più conservativo tra quello derivante dalle modalità di esposizione che hanno luogo in ambienti aperti e quello derivante dalle modalità di esposizione che hanno luogo in ambienti chiusi.

2.1

INTRODUZIONE

Il Modello Concettuale del Sito (M.C.S.) ha lo scopo di identificare i collegamenti esistenti tra le sorgenti di contaminazione presenti ed i possibili recettori. Incrociando le informazioni inerenti tipo, grado ed estensione della contaminazione riscontrata con le caratteristiche ambientali della zona, si delinea un quadro delle potenziali sorgenti identificate, dei meccanismi di trasporto, dei percorsi di esposizione attivi e dei recettori presenti. Il Modello Concettuale rappresenta dunque la base per lo sviluppo dell'analisi di rischio.

2.2

CENNI DI GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA LOCALI

Sotto l'aspetto stratigrafico il Sito può essere suddiviso in tre livelli omogenei, ai fini dell'analisi di rischio:

- 0 - 1 m da p.c.: riporto, costituito da ghiaia e sabbia;
- 1 – 35 m: terreno profondo instaurato, costituito da ghiaia e sabbia
- 35 – 60 m da p.c.: terreno saturo e sede dell'acquifero freatico, costituito da alternanze di depositi ghiaioso-sabbiosi prevalenti e locali lenti argillose.

Sulla base delle stratigrafie dei pozzi di stabilimento, a profondità superiori ai 60 m si riscontra la presenza di alternanze di depositi ghiaioso-sabbiosi prevalenti e locali lenti argillose fino a circa 100m di profondità dal piano campagna.

A profondità superiori ai 100 m da p.c. risultano banchi argillosi di spessore anche decametrico alternati a sabbie e ghiaie.

Dal punto di vista idrogeologico si individuano un acquifero freatico, sviluppato entro 100 m da p.c., ed un acquifero profondo a profondità superiori a 100 m da p.c. Anche sulla base degli studi idrogeologici dei comuni di pertinenza, tali due acquiferi risultano idraulicamente separati.

La falda freatica presente al di sotto dei 35 m da p.c. permea i sedimenti alluvionali e scorre per permeabilità primaria (porosità) in direzione Sud Est; le campagne freatimetriche effettuate a marzo 2007, giugno 2007 e marzo 2008 non hanno fatto registrare modifiche significative della direzione di scorrimento della falda.

La tabella seguente riporta i valori di soggiacenza misurati nei diversi piezometri nelle campagne citate.

Tabella 2.1 Valori di Soggiacenza Misurati, 2007 - 2008 (m da p.c.)

Piezometro	Marzo 07	Giugno 07	Marzo 08
MW01	35,11	35,51	35,85
MW02	35,17	35,58	36,04
MW03	36,02	-	36,99
MW04	35,63	36,05	36,63
MW05	35,89	-	36,99
MW06	34,08	-	35,23
MW07	35,01	-	35,93
MW08	34,78	-	35,72
MW10	35,36	35,735	36,24
MW11	35,48	35,88	36,22
MW12	-	35,68	36,12
MW13	-	35,715	36,22
MW14	-	-	36,35
MW15	-	-	36,03
MW16	-	-	36,45
MW17	-	-	35,8
MW18	-	-	35,91
MW19	-	-	35,51
MW20	-	-	35,42
Valore Medio	35,25	35,74	36,09

Note: "-": valore non disponibile.

Il valore medio di soggiacenza, calcolato sulla base dei valori medi determinati per le diverse campagne di monitoraggio, è pari a circa 35 m.

La conducibilità idraulica dell'acquifero freatico può essere stimata come pari a $2,41 \cdot 10^{-2}$ cm/s, sulla base di prove LeFranc effettuate in Sito; il gradiente idraulico della falda fratica può essere considerato pari a circa lo 0,55%.

Al fine di determinare le classi tessiturali dei terreni costituenti il sottosuolo del Sito, sono stati analizzati alcuni campioni di terreno ed i risultati utili ai fini dell'analisi di rischio sono presentati in *Tabella 2.1*.

Tabella 2.2 Granulometrie

Livello Litologico	Campione	Prof m da p.c.	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo e Argilla (%)	Sabbia (% sul Fine*)	Limo e Argilla (% sul Fine*)
				<i>Materiale Fine</i>			
Riporto	BH52	0-1m	59	27	14	66	34
	BH42	0-1m	57	29	14	67	33
	BH55	0-1m	44	40	16	71	29
	TP1	0-1m	52	32	16	67	33
	Media					68	32
Terreno Profondo Insaturo	TP1	2-3m	54	32	14	70	30
	MW12	2.5-3.5m	59	25	16	61	39
	SB3	1-3m	19	33	48	41	59
	BH52	3-4m	50	31	19	62	38
	BH42	3-4m	41	40	19	68	32
	BH55	3-4m	48	39	13	75	25
	Media					63	37
Terreno Saturo	MW16	39-40m	39	48	13	79	21
	MW15	39-40m	40	37	23	62	38
	MW15	50-51m	43	36	21	63	37
	MW15	59-60 m	39	37	24	61	39
	MW17	39-40m	41	39	20	66	34
	MW19	39-40m	48	34	18	65	35
	Media					66	34

* Fine: < 2 mm

Sulla base delle percentuali medie di *sabbia* e *limo e argilla*, i terreni del Sito appartenenti a tutti i tre livelli omogenei possono essere ai fini dell'analisi di rischio cautelativamente classificati con la classe granulometrica *Loamy Sand*, in accordo con quanto indicato nel Protocollo APAT (classe *Loamy Sand* costituita da 82,5% di *sabbia* e 17,5 % di *limo e argilla*). La figura seguente mostra la classificazione riportata nel Protocollo APAT.

Figura 2.1 Classi di Tessitura del Suolo - Protocollo APAT

Tabella 3.2-3: Percentuali di sabbia, argilla e limo calcolate nei centroidi di ogni zona caratteristica del terreno descritta nel diagramma triangolare.

Tessitura del suolo			% argilla	% limo	% sabbia
Simbolo	inglese	italiano			
S	Sand	Sabbioso	3.33	5.00	91.67
LS	Loamy Sand	Sabbioso tendente medio	6.25	11.25	82.50
SL	Sandy Loam	Medio sabbioso	10.81	27.22	61.97
SCL	Sandy Clay Loam	Medio argilloso tendente sabbioso	26.73	12.56	60.71
L	Loam	Di grana media	18.83	41.01	40.16
SIL	Silt Loam	Medio limoso	12.57	65.69	21.74
CL	Clay Loam	Medio argilloso	33.50	34.00	32.50
SiCL	Silty Clay Loam	Medio argilloso tendente limoso	33.00	56.50	10.00
SiC	Silty Clay	Argilloso limoso	46.67	46.67	6.66
Si	Silt	Limoso	6.00	87.00	7.00
SC	Sandy Clay	Argilloso sabbioso	41.67	6.67	51.66
C	Clay	Argilloso	64.83	16.55	18.62

La tabella seguente riporta i valori di *frazione di carbonio organico* e *pH* determinati sui campioni di terreno insaturo e saturo.

Tabella 2.3 *Frazione di Carbonio Organico e pH*

Campione	Frazione di Carbonio Organico (g-C/g-suolo)	pH
<u>Terreno Superficiale</u>		
BH 30 (0,2-1)	0,000493	8,59
MW16 (0,2-1,2)	0,00424	7,79
BH40 (0,2-1,0)	0,00386	7,53
BH 48 (0,2-1)	0,00338	7,68
BH 38 (0,2-1)	0,00153	8,19
BH 50 (0,2-1)	0,000168	8,78
BH 45 (0,2-1)	0,000816	8,35
BH 49 (0,2-1)	0,000365	8,41
BH 42 (0-1)	0,000141	8,77
BH 36 (0,2-1)	0,00417	8,26
Lower Confidence Limit 95%	0,000141 ^a	7,97
<u>Terreno Profondo Insaturo</u>		
BH 30 (3,0-4,0)	0,00037	8,62
BH40 (3 - 4)	0,000196	8,52
BH38 (3 - 4)	0,000246	9,4
BH36 (3 - 4)	0,0011	10,1
MW16 (3,0-4,0)	0,000353	7,89
BH49 (3,0-4,0)	0,000523	9,02
BH 50 (3-4)	0,000249	8,64
BH 48 (3-4)	0,000343	8,64
BH 45 (3-4)	0,000357	8,77
BH 42 (3-4)	0,000383	8,02
Lower Confidence Limit 95%	0,000196 ^a	8,39
<u>Terreno Saturo</u>		
MW 20 (37-38)	0,000119	9,11
MW19 (38 - 39)	0,00015	9
MW16 (38,0 - 39,0)	0,000186	8,42
MW15 (38 - 39)	0,000214	8,63
MW14 (37 - 38)	0,000109	8,33
MW18 (39 - 40)	0,000407	8,68
MW17 (38 - 39)	0,000285	8,88

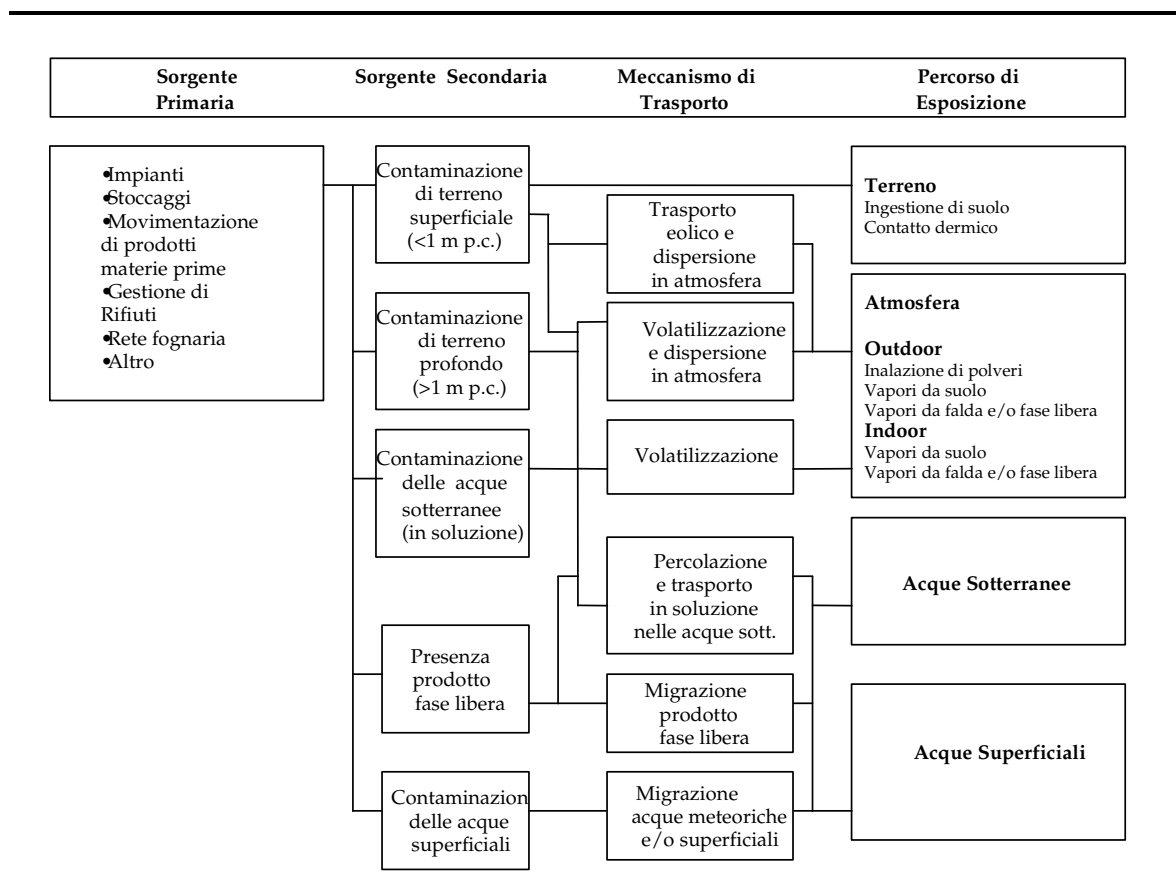
Note: ^a – pari al valore minimo, in quanto il calcolo del valore di LCL 95% restituisce un valore inferiore.

- i valori di Lower Confidence Limit per Foc e pH relativi al terreno saturo non sono riportati, in quanto non utilizzati nelle equazioni relative ai percorsi di esposizione considerati nella presente analisi di rischio.

2.3 *SORGENTI DI CONTAMINAZIONE, PERCORSI DI ESPOSIZIONE E RECETTORI*

Il seguente schema riporta il percorso logico generale secondo ASTM per l'individuazione di alcuni meccanismi di trasporto e dei percorsi di esposizione attivi.

Figura 2.1 Schematizzazione dei Percorsi di Esposizione



2.3.1 Suddivisione del Sito in Aree Sorgenti di Contaminazione

All'interno del Sito, relativamente ai terreni insaturi, sono state individuate diverse aree sorgenti di contaminazione, procedendo come descritto di seguito:

- sono state individuate le eccedenze delle CSC Industriali/Commerciali, localizzandole sulla planimetria di Sito (vedi *Allegato A, Figura 4 e 5*) e dividendole tra terreno superficiale e terreno profondo insaturo, in accordo con il Protocollo APAT;
- l'area rappresentativa di ogni punto di indagine con eccedenze delle CSC Industriali/Commerciali è stata determinata attraverso l'utilizzo dei poligoni di Thiessen;
- le aree rappresentative così individuate sono state accorpate in accordo con i criteri descritti nel Protocollo APAT (tecnica dell'analisi del vicinato) al fine di individuare differenti sorgenti di contaminazione, caratterizzate da simili tipologie di contaminazione (vedi *Allegato A, Figure 6 e 7*). Al fine di semplificare il risultato di tale suddivisione, alcune sorgenti di contaminazione sono state estese fino a ricomprendere aree non contaminate (scelta conservativa), come mostrato in *Allegato A, Figura 8 e 9*. In tutte queste aree sono stati considerati presenti anche i composti sito specifici, selezionati sulla base dei criteri riportati al § 2.3.2.
- le rimanenti aree che non presentavano superamenti delle CSC per i composti previsti nel D.Lgs.152/06 sono state considerate sempre contaminate da composti sito specifici (per i quali non sono presenti valori

di CSC nel D.Lgs.152/06). I criteri di selezione dei composti sito specifici come contaminanti di interesse sono riportati al § 2.3.2.

In questo modo sono state individuate otto aree sorgenti di contaminazione nel terreno superficiale e sette aree sorgenti di contaminazione nel terreno profondo insaturo; le aree con estensione inferiore a 2,500 m² sono state cautelativamente inserite nel software RBCA Tool Kit, ai fini dei calcoli, con estensione pari a 2,500 m² e con dimensioni almeno pari a 50 m x 50 m.

Le tabelle seguenti riassumono la suddivisione in aree sorgenti di contaminazione, specificando le tipologie di contaminanti di interesse considerate ed eventuali vincoli di utilizzo considerati nel calcolo dei valori di CSR. La suddivisione in subaree differenti per terreno superficiale e terreno profondo è conforme al Protocollo APAT.

Tabella 2.4 *Aree Sorgenti di Contaminazione – Terreno Superficiale*

Codice Area	Contaminati di Interesse ^a	Vincoli di Utilizzo
Zona A – Area Ovest	Metalli (no Hg), Idrocarburi, Sito Specifici	Pavimentazione ed assenza spazi indoor in BH29
Zona A – Area Nord	Metalli, Hg, Sito Specifici	Pavimentazione
Zona A – Area Est	Sito Specifici	-
MBH12	Idrocarburi, Sito Specifici	-
MBH16	Hg, Sito Specifici	-
BH16	As, Sito Specifici	Pavimentazione
BH23	Idrocarburi, Sito Specifici	-
Altre Aree – Terreno Superficiale	Sito Specifici	-

Note: ^a – cfr. 2.3.2.

Tabella 2.5 *Aree Sorgenti di Contaminazione – Terreno Profondo Insaturo*

Codice Area	Contaminati di Interesse ^a	Vincoli di Utilizzo
Zona A – Area Ovest (escluso BH29)	Metalli (no Hg), Idrocarburi, Sito Specifici	Pavimentazione
BH29	Idrocarburi, Sito Specifici	Assenza spazi indoor in BH29
Zona A – Area Nord	Metalli, Hg, Sito Specifici ^b	Pavimentazione
Zona A – Area Est	Sito Specifici ^b	-
MBH16-BH3	Hg, Sito Specifici	-
BH1	IPA, Sito Specifici	-
Altre Aree – Terreno Profondo	Sito Specifici	-

Note: ^a – cfr. 2.3.2.

Le acque sotterranee sono state considerate come un'unica sorgente di contaminazione, la cui estensione è stata posta pari a quelle dell'intero Sito.

2.3.2 *Contaminanti di Interesse: Terreno Insaturo Superficiale e Profondo*

In ogni area sorgente individuata, i contaminanti di interesse o CDI (inseriti come parametri di input per il calcolo dei valori di rischio e delle CSR) sono rappresentati da:

- tutti i contaminanti ritrovati nei terreni insaturi dell'area in esame in concentrazioni superiori alle CSC Industriali/Commerciali;

- *formaldeide* ed *esametilentetrammina*, se presenti nei terreni insaturi in concentrazioni superiori ai valori di CSC per i terreni ad uso Commerciale Industriale proposti da ISS con nota TI.2007 00 – 12904 riportata in *Allegato B* (*formaldeide*: 2 mg/kg; *esametilentetrammina*: 25 mg/kg);
- i rimanenti contaminanti sito specifici del Sito non normati dal D.Lgs. 152/06 e per i quali non sono stati attribuiti valori di CSC da ISS (fonte: Banca Dati Bonifiche aggiornata al 17 aprile 2008, <http://www.iss.it/site/BancaDatiBonifiche/index.aspx>), se presenti nei terreni insaturi in concentrazioni superiori a 0,1 mg/kg. La soglia di 0,1 mg/kg è stata selezionata secondo il criterio di prudenza e senza alcun riferimento specifico alle caratteristiche fisico-chimiche e tossicologiche delle sostanze, in quanto pari al minimo valore di CSC per terreni ad uso Industriale/Commerciale elencato nel D.Lgs.152/06 (con l'esclusione delle sole diossine/furani). Sulla base di quanto esposto, i contaminanti sito specifici xenobiotici considerati nella presente analisi di rischio sono *acetaldeide*, *melamina* e *pentaeritrite*.

Nella *Tabella 2.2* sono elencati i CDI per i terreni nelle subaree individuate, divisi tra terreno superficiale e terreno profondo insaturo, con i massimi valori di concentrazione ritrovati in ogni subarea. I campioni prelevati a cavallo tra terreno superficiale o nel terreno profondo insaturo, ad es. tra 0,8 e 1,2 m da p.c., sono stati considerati come appartenenti ad entrambi. I campioni prelevati a 1 m di profondità sono stati attribuiti al solo terreno superficiale, se sulla stessa verticale sono stati prelevati ed analizzati campioni nel terreno profondo insaturo.

Tabella 2.6 *Terreni Superficiali (0-1 m da p.c.): Contaminanti di Interesse e Concentrazioni Massime Ritrovate (mg/kg s.s.)*

	CSC Com /Ind	Zona A – Area Ovest	Zona A – Area Nord	Zona A – Area Est	MBH12	MBH16	BH16	BH23	Altre Aree – Terreno Superficiale
Arsenico	50	1.040	562	-	-	-	70,2	-	-
Mercurio	5	-	34,1	-	-	5,51	-	-	-
Piombo	1.000	5.560	13.000	-	-	-	-	-	-
Rame	600	1.600	2.700	-	-	-	-	-	-
Zinco	1.500	2.410	-	-	-	-	-	-	-
Idrocarburi C<12	250	-	-	-	-	-	-	-	-
Idrocarburi C>12	750	1.220	-	-	815	-	-	1.860	-
Alifatici C5-C8 ^a	ND	0	-	-	0	-	-	-	-
Alifatici C9-C18 ^a	ND	86	-	-	0	-	-	1.860	-
Alifatici C19-C36 ^a	ND	732	-	-	483	-	-	-	-
Alifatici C37-40 ^a	ND	0	-	-	95	-	-	-	-
Aromatici C9-C10 ^a	ND	0	-	-	0	-	-	-	-
Aromatici C11-22 ^a	ND	147	-	-	16	-	-	-	-
Aromatici C23-C40	ND	256	-	-	221	-	-	-	-
Formaldeide	ND	-	-	2,85	-	-	-	-	-
Pentaeritrite	ND	18,5	-	0,115	-	-	0,145	-	1,87
Melamina	ND	87,1	0,443	0,722	-	1,8	-	-	1,95

Note: “-”: inferiore alla CSC per terreni ad uso Commerciale/Industriale, al valore di CSC proposto da ISS (per *esametilentetrammina* e *formaldeide*) o a 0,1 mg/kg (per i rimanenti composti sito specifici);

- ^a : indicata in tabella solo in presenza di eccedenze delle CSC per *idrocarburi C<12* o *idrocarburi C>12*.

Tabella 2.7 Terreni Profondi Insaturi (1– 35 m da p.c.): Contaminanti di Interesse e Concentrazioni Massime Ritrovate (mg/kg s.s.)

	CSC Com /Ind	Zona A – Area Ovest	Zona A – Area Nord	Zona A – Area Est	BH29	MBH16 - BH3	BH1	Altre Aree – Terreno Profondo
Arsenico	50	1.040	599	-	-	-	-	-
Mercurio	5	-	34,1	-	-	5,51	-	-
Cromo Totale	800	2.210	-	-	-	-	-	-
Piombo	1.000	5.560	7.590	-	-	-	-	-
Rame	600	1.340	2.700	-	-	-	-	-
Idrocarburi C<12	250	19,9	-	-	-	-	-	-
Idrocarburi C>12	750	7.730	-	-	2.770	-	-	-
Alifatici C5-C8 ^a	ND	-	-	-	0	-	-	-
Alifatici C9-C18 ^a	ND	7.730	-	-	298	-	-	-
Alifatici C19-C36 ^a	ND	-	-	-	1.654	-	-	-
Alifatici C37-40 ^a	ND	-	-	-	0	-	-	-
Aromatici C9-C10 ^a	ND	-	-	-	1	-	-	-
Aromatici C11-22 ^a	ND	-	-	-	438	-	-	-
Aromatici C23-C40	ND	-	-	-	379	-	-	-
Benzo[a]antracene	10	-	-	-	-	-	20,3	-
Benzo[a]pirene	10	-	-	-	-	-	19,8	-
Benzo[b]fluorantene	10	-	-	-	-	-	19,9	-
Benzo[g,h,i]perilene	10	-	-	-	-	-	21,1	-
Dibenzo[a,e]pirene	10	-	-	-	-	-	19	-
Dibenzo[a,h]pirene	10	-	-	-	-	-	15,5	-
Dibenzo[a,i]pirene	10	-	-	-	-	-	13,3	-
Dibenzo[a,l]pirene	10	-	-	-	-	-	19,3	-
Indenopirene	5	-	-	-	-	-	22,3	-
Acetaldeide	ND	0,186	-	-	-	-	-	-
Formaldeide	ND	-	-	2,85	-	-	-	-
Pentaeritrite	ND	18,5	-	0,133	-	-	-	0,526
Melamina	ND	1.350	0,443	0,722	-	2,03	-	4,54

Note: “-”, “-”: inferiore alla CSC per terreni ad uso Commerciale/Industriale, al valore di CSC proposta da ISS (per *esametilentetrammina* e *formaldeide*) o a 0,1 mg/kg (per i rimanenti composti sito specifici);

- ^a: indicata in tabella solo in presenza di eccedenze per *idrocarburi C<12* o *idrocarburi C>12*.

Per quanto riguarda le concentrazioni attribuite alle diverse frazioni idrocarburiche indicate in *Tabella 2.2* e *Tabella 2.3*, sono stati applicati i seguenti criteri:

- determinazione dei valori di concentrazione a partire da un’analisi di speciazione effettuata sui campioni con eccedenze per gli idrocarburi, come riportato in *Tabella 2.8*. E’ il caso dei campioni BH29 (0,2-1), BH29 (4,2-5,2) ed MBH12 (0,0-1,0), prelevati nel marzo 2008;
- determinazione dei valori di concentrazione, attribuendo l’intera contaminazione da *idrocarburi C>12* alla classe idrocarburi alifatici C9 – C18. E’ il caso dei campioni BH23 (1,0) e SB4 (1,3-1,7), prelevati nel 2006 e nel 2007. Le motivazioni, anche in questo caso improntate a criteri di prudenza, che hanno portato alla scelta della frazione idrocarburi alifatici C9-C18 sono:
 - le classi *alifatici C5-C8* e *aromatici C9-C10* sono caratterizzate da un numero di atomi di carbonio inferiore a 12;

- la possibile scelta di classi *alifatici C19-36* e *aromatici C11-C22* è stata valutata non sufficientemente cautelativa, a causa della mancanza di un valore di Reference Concentration e/o della scarsa mobilità;

Tabella 2.8 *Analisi di Speciazione: Risultati (mg/kg)*

Contaminante	BH29 (0,2-1,0)	BH29 (4,2-5,2)	MBH12 (0,0-1,0)
Idrocarburi C<12	0	0	0
Idrocarburi C>12	1.220	2.770	815
Alifatici C5-C8	0	0	0
Alifatici C9-C18	86	298	0
Alifatici C19-C36	732	1.654	483
Alifatici C37-40	0	0	95
Aromatici C9-C10	0	1	0
Aromatici C11-22	147	438	16
Aromatici C23-C40	256	379	221
<i>Totale</i>	1.220	2.770	815

2.3.3

Contaminanti di Interesse: Acque Sotterranee

Ai fini della presente analisi di rischio, la falda è stata considerata un'unica sorgente di contaminazione estesa quanto l'intero Sito (cfr. *Allegato A, Figura 10*).

I CDI per la falda sono i contaminanti caratterizzati da un valore di costante di Henry superiori a zero (e che possono quindi generare potenziali rischi per inalazione, cfr. § 2.3.5) selezionati tra:

- tutti quelli che hanno fatto registrare, tra marzo 2007 e marzo 2008, dei valori di concentrazione superiori alle CSC elencate nel D.Lgs.152/06 (vedi *Figura 3* allegata al *Rapporto di Caratterizzazione*) o, qualora queste non fossero disponibili, dei valori di CSC proposti da ISS¹ (*formaldeide*: 1 µg/l ; *esametilentetrammina*: 910 µg/l).
- tutti i parametri sito specifici ritrovati nelle acque in concentrazioni superiori ai limiti di rilevabilità (*acetaldeide, melamina, pentaeritrite*).

¹ Si precisa, a questo proposito, che la scelta estremamente cautelativa di prendere a riferimento i valori proposti da ISS non costituisce acquiescenza alcuna da parte di AMI agli atti emessi dalla Pubblica Amministrazione, per i quali è stato proposto ricorso in sede giurisdizionale.

Tabella 2.8 *Acque Sotterranee: CDI e Valori Massimi 2007 - marzo 2008*

Contaminante	Massima Concentrazione Ritrovata (µg/l)	Piezometro Maggiormente Contaminato
Pentaeritrite	1.100	MWA (2008) *
Melamina	99.800	MW9 (2007)
Acetaldeide	51,4	MW9 (2007)
Formaldeide	399	MW9 (2007)

* NB. Il campione MWA è un duplicato del campione prelevato dal piezometro MW1 nel corso della campagna del Marzo 2008.

2.3.4 *Potenziali Recettori della Contaminazione*

Relativamente alla salute umana, i potenziali recettori considerati sono i futuri lavoratori del Sito (recettori di tipo Industriale/Commerciale) ed i residenti off-site (recettori di tipo Residenziale).

Dato che lo scenario di utilizzo del Sito prevede la presenza di una barriera idraulica localizzata al confine di valle idrogeologico del Sito stesso, le acque sotterranee *off site* non sono state considerate come un potenziale recettore.

2.3.5 *Percorsi di Esposizione*

Terreno Superficiale (0 – 1 m da p.c.)

I percorsi di esposizione considerati per i recettori *on site* di tipo Industriale/Commerciale sono:

- ingestione di terreno contaminato, in ambienti outdoor;
- contatto dermico con terreno contaminato, in ambienti outdoor;
- inalazione di polveri provenienti da terreno contaminato, in ambienti outdoor;
- inalazione di vapori da terreno contaminato, in ambienti outdoor e indoor.

Si fa presente come la presenza di una pavimentazione in ambienti outdoor (al di sopra dell'area sorgente di contaminazione) consenta di considerare non attivi i primi due percorsi di esposizione elencati, nonché di mitigare il potenziale flusso di vapori in ambienti outdoor; di conseguenza, nelle aree pavimentate (Zona A - Area Nord, Zona A - Area Ovest e Area BH16) i primi due percorsi di esposizione non sono stati considerati attivi.

I percorsi di esposizione considerati per i recettori *off site* di tipo Residenziale sono:

- inalazione di vapori da terreno contaminato, trasportati *off site* dai venti , in ambienti outdoor.

Si fa inoltre presente come solamente i contaminanti caratterizzati da un valore di costante di Henry maggiore di zero possano generare rischi potenziali per *inalazione di vapori da terreno contaminato*.

Dato che lo scenario sulla base del quale l'analisi di rischio è stata sviluppata prevede la presenza di uno sbarramento idraulico al confine di valle idrogeologico del Sito, il recettore *acque sotterranee* non è stato considerato nella presente analisi.

Terreno Profondo Insaturo (1 m da p.c. – 35 m da p.c.)

La base del terreno profondo, corrispondente alla profondità cui è presente la tavola d'acqua, è stata localizzata ad una profondità di 35 m da p.c., valor medio delle soggiacenti registrate in Sito nel periodo Luglio 2006 – Marzo 2008 (cfr. § 2.2).

L'unico percorso di esposizione considerato per i recettori on site di tipo Industriale/Commerciale è:

- inalazione di vapori da terreno contaminato, in ambienti outdoor e indoor.

L'unico percorso di esposizione considerato per i recettori *off site* di tipo Residenziale è:

- inalazione di vapori da terreno contaminato e trasporto *off site*, in ambienti outdoor.

Anche in questo caso la presenza di una pavimentazione in ambienti outdoor (al di sopra dell'area sorgente di contaminazione) consentirebbe di mitigare il potenziale flusso di vapori in ambienti outdoor. Tuttavia, tale effetto non è stato tenuto in considerazione nella presente analisi di rischio, né per il terreno superficiale né per quello profondo insaturo, in conformità a quanto stabilito dal Protocollo APAT.

Si fa inoltre presente come solamente i contaminanti caratterizzati da un valore di costante di Henry maggiore di zero possano generare rischi potenziali per *inalazione di vapori da terreno contaminato, in ambienti outdoor e indoor*.

Si ribadisce che lo scenario sulla base del quale l'analisi di rischio è stata sviluppata prevede la presenza di uno sbarramento idraulico al confine di valle idrogeologico del Sito, e che quindi il recettore *acque sotterranee* non è stato considerato.

Il percorso di esposizione considerato per la salute umana (recettori di tipo Industriale/Commerciale o Residenziale), per i contaminanti di interesse presenti nelle acque sotterranee, è:

- inalazione di vapori da falda, in ambienti outdoor e indoor.

Analogamente a quanto già evidenziato, la presenza di una pavimentazione in ambienti outdoor (al di sopra dell'area sorgente di contaminazione) consentirebbe di mitigare il potenziale flusso di vapori in ambienti outdoor. Tuttavia, tale effetto non è stato tenuto in considerazione nella presente analisi di rischio, in conformità a quanto stabilito dal Protocollo APAT.

Ancora, solamente i contaminanti caratterizzati da un valore di costante di Henry maggiore di zero possono generare rischi potenziali per *inalazione di vapori da terreno contaminato, in ambienti outdoor e indoor*.

Infine, anche in questo caso lo scenario sulla base del quale l'analisi di rischio è stata sviluppata prevede la presenza di uno sbarramento idraulico al confine di valle idrogeologico del Sito, per cui il percorso di esposizione *migrazione off site delle acque di falda* non è stato considerato.

La *Tabella 3.1* riporta i valori utilizzati per la parametrizzazione del Modello Concettuale. Le scelte effettuate per la selezione di tali valori sono esplicitate nei paragrafi successivi.

Tabella 3.1 Parametri di Input

Parametro	Valore	Note
<i>AMBIENTI OUTDOOR E INDOOR</i>		
Velocità media del vento nella zona di miscelazione (m/s)	0,955	Dato Sito Specifico
Direzione principale di flusso del vento	SSW	Dato Sito Specifico
Altezza della zona di miscelazione (m)	2	Protocollo APAT
Flusso areale di emissione di particolato (g/cm ² /s)	6,9*10 ⁻¹⁴	Protocollo APAT
Altezza degli edifici industriali (cm)	300	Protocollo APAT
Tasso di ricambio d'aria (1/d) uso industriale	20	Protocollo APAT
Area delle fondazioni (m ²)	70	Protocollo APAT
Perimetro delle fondazioni (m)	34	Protocollo APAT
Spessore di fondazioni (m)	0,15	Protocollo APAT
Profondità delle fondazioni (m)	0,15	Protocollo APAT
Frazione areale di fratture (cm ² /cm ²)	0,01	Protocollo APAT
Contenuto d'aria nelle fratture (ad.)	0,26	Protocollo APAT
Contenuto d'acqua nelle fratture (ad.)	0,12	Protocollo APAT
Flusso convettivo attraverso le fondazioni (cm ³ -aria/s)	0	Protocollo APAT
<i>ZONA NON SATURA</i>		
Top della sorgente nel terreno superficiale (m da p.c.)	0,01	Dato sito-specifico
Base della sorgente nel terreno superficiale (m da p.c.)	1	Dato sito-specifico
Top della sorgente nel terreno profondo insaturo (m da p.c.)	1	Dato sito-specifico
Base della sorgente nel terreno profondo insaturo (m da p.c.)	34,812	Dato sito-specifico
Densità secca nel terreno superficiale e terreno profondo insaturo (g/cm ³)	1,7	Dato sito-specifico
Conducibilità idraulica verticale nel terreno insaturo superficiale e profondo (cm/s)	4,05*10 ⁻³	Protocollo APAT
Permeabilità ai vapori nel terreno insaturo superficiale e profondo (m ²)	1,00*10 ⁻¹⁰	Protocollo APAT
Frazione di carbonio organico nel terreno superficiale (g-C/g-suolo)	0,000141	Dato sito-specifico
Frazione di carbonio organico nel terreno profondo insaturo (g-C/g-suolo)	0,000196	Dato sito-specifico
pH del suolo nel terreno superficiale	7,97	Dato sito-specifico
pH del suolo nel terreno profondo insaturo	8,39	Dato sito-specifico
Spessore della frangia capillare (cm)	18,8	Protocollo APAT
Contenuto d'aria nel terreno insaturo superficiale e profondo (ad.)	0,25	Protocollo APAT
Contenuto d'acqua nel terreno insaturo superficiale e profondo (ad.)	0,103	Protocollo APAT
Porosità totale del terreno insaturo superficiale e profondo (ad.)	0,353	Protocollo APAT
Contenuto d'aria in frangia capillare (ad.)	0,035	Protocollo APAT
Contenuto d'acqua in frangia capillare (ad.)	0,318	Protocollo APAT
Estensione areale della sorgente (m ²)	AS	Dato Sito-Specifico
Lunghezza della sorgente, parallelamente alla direzione principale del vento (m)	AS	Dato Sito-Specifico
Distanza sorgente – Recettore Residenziale Outdoor (m)	AS	Dato Sito-Specifico
<i>ZONA SATURA</i>		
Soggiacenza della falda (m)	35	Dato sito-specifico
Lunghezza della sorgente, parallela alla direzione di flusso del vento (m)	743	Dato sito-specifico

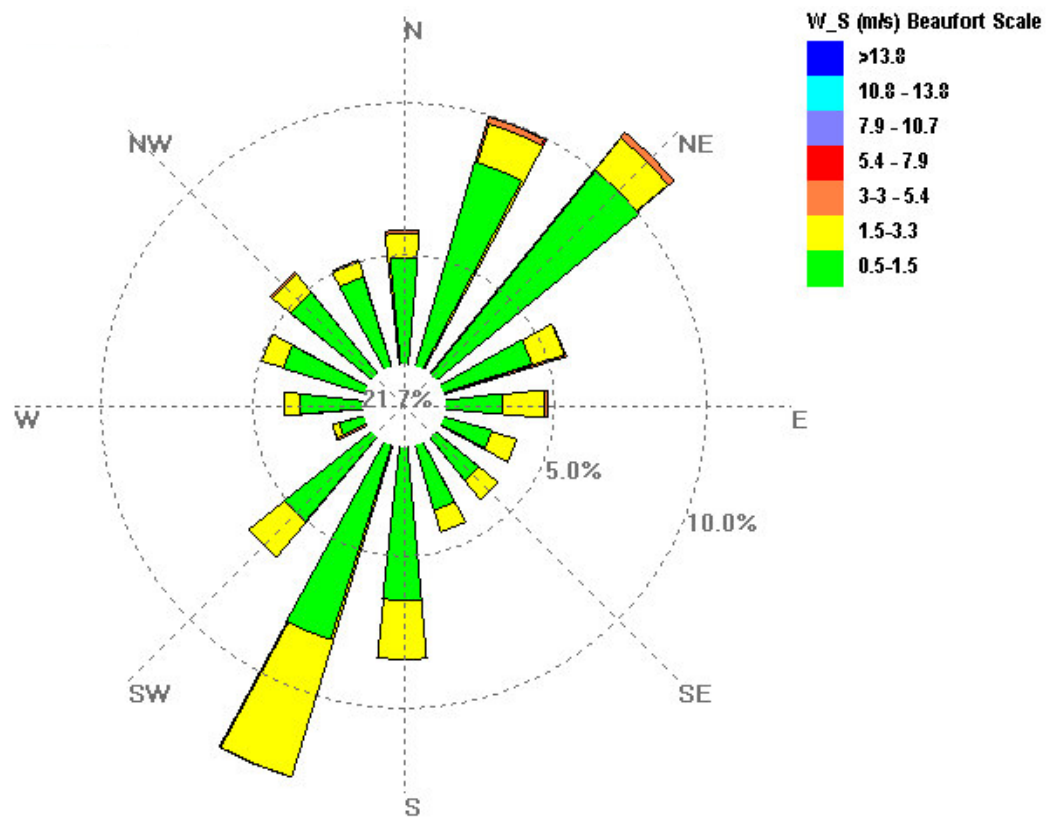
Note: - AS: valore differente a seconda dell'area sorgente in esame. I parametri geometrici delle sorgenti sono mostrati in *Allegato A, Figura 8 e 9*.

La velocità media del vento nella zona di miscelazione e la direzione principale di flusso del vento derivano dall'elaborazione dei dati forniti da ARPA Lombardia – Servizio Meteorologico Regionale

(<http://www.arpalombardia.it/meteo/dati/richiesta.asp>).

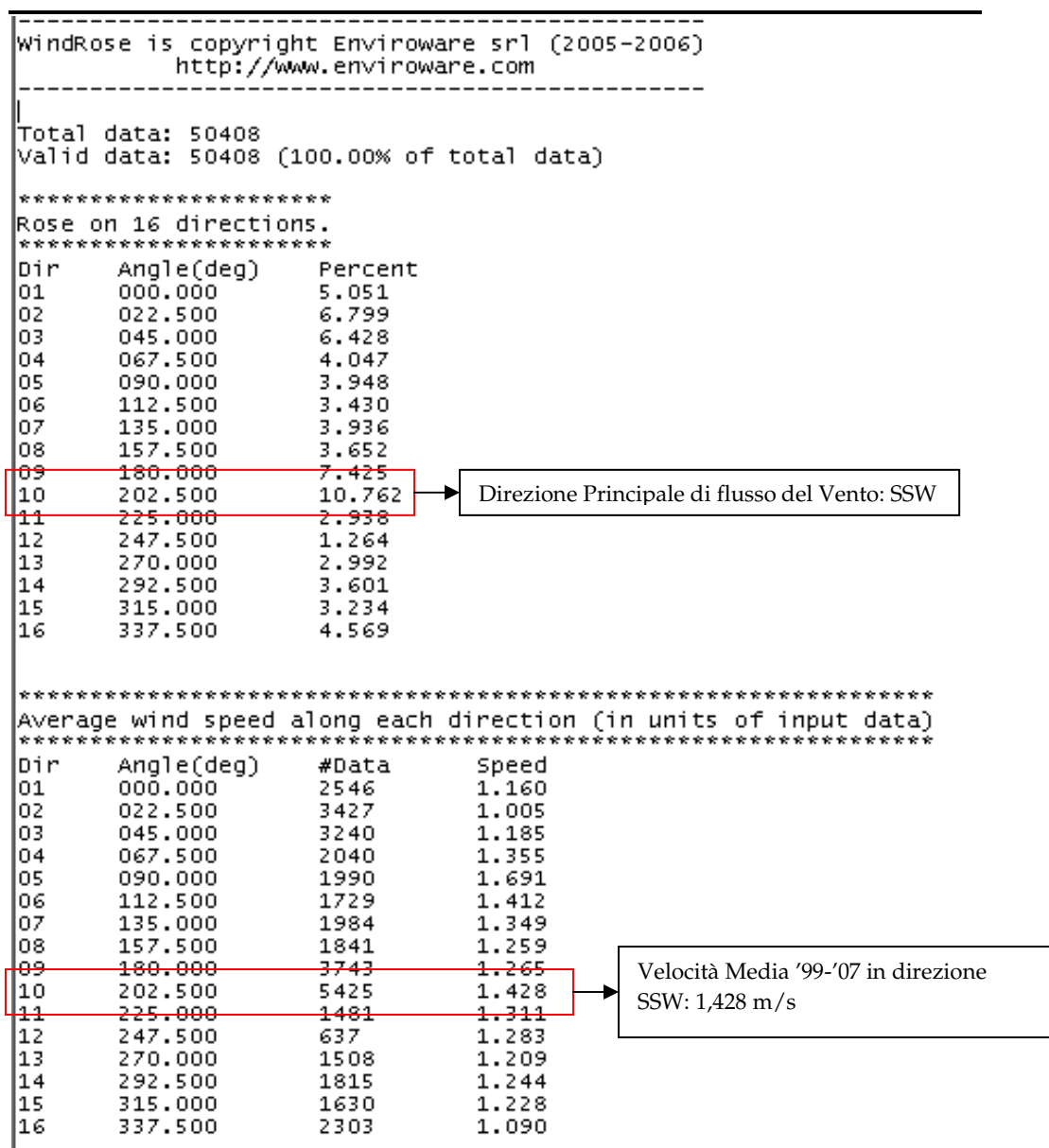
La stazione meteorologica utilizzata è quella di Busto Arsizio – Via Magenta, distante circa 6 km dal Sito. I dati di vento utilizzati vanno dal 1999 al 2007. La rosa dei venti, elaborata tramite il software *WindRose* distribuito da *Enviroware*, è mostrata nella figura sottostante; la direzione principale di flusso del vento è verso Sud Sud Ovest.

Figura 3.1 Busto Arsizio - Rosa dei Venti (1999 - 2007)



La velocità media nel periodo considerato, nella direzione SSW, è pari a 1,428 m/s a 10 m di altezza dal terreno, come mostrato nella figura seguente:

Figura 3.2 Rosa dei Venti - Busto Arsizio, 1999-2007 - Analisi dei Dati



L' altezza dal terreno in cui è misurata la velocità media del vento (pari a 1,428 m/s) nella stazione in esame è 10 m; il calcolo della velocità a 2 m (pari a 0,995 m/s) è stato effettuato in accordo con le indicazioni contenute nel Protocollo APAT, considerando un valore di p (coefficiente di rugosità) pari a 0,25 (corrispondente ad un suolo urbano, in classe di stabilità atmosferica D, che nel Protocollo APAT è indicata come "...classe che si verifica con più probabilità..."). Si fa presente come il valore calcolato (0,995 m/s) sia estremamente conservativo rispetto al valore indicato nel Protocollo APAT (5 m/s) come velocità del vento riferita alla classe di stabilità atmosferica che si verifica con maggiore probabilità (classe D) ed al valore presentato nei protocolli ASTM.

I valori attribuiti ai rimanenti parametri relativi agli ambienti outdoor e indoor sono quelli proposti di default dal Protocollo APAT. I parametri relativi agli ambienti indoor sono quelli presentati come valori di default da ASTM PS-104 e dal Protocollo APAT; tali valori sono da intendersi come cautelativi.

Come riportato al § 2.2, il terreno superficiale ed il terreno profondo sono stati entrambi considerati appartenenti alla classe tessiturale *Loamy Sand*.

Il *top della sorgente* e la *base della sorgente* rappresentano, nel terreno superficiale, il piano campagna e la base del terreno superficiale stesso.

Il valore attribuito al parametro *densità secca*, sia nel terreno superficiale sia nel terreno insaturo, è stato posto pari a $1,7 \text{ g/cm}^3$. Non sono state effettuate determinazioni sito-specifiche del parametro in esame, in quanto la natura del terreno non ha consentito il prelievo di un campione indisturbato (tale casistica è infatti esplicitamente prevista dalle Linee Guida APAT – cfr. § 2.6.1 del *Rapporto di Caratterizzazione*, Giugno 2008). In ogni caso, l'appendice N al Protocollo APAT – Tabella N.8 definisce la *densità secca* come un parametro a bassa sensibilità.

I valori attribuiti ai parametri *frazione di carbonio organico* e *pH* nel terreno superficiale ed in quello profondo insaturo corrispondono ai valori calcolati di Lower Confidence Limit 95% (LCL95%), calcolati tramite il software ProUCL95 ver. 4.0, distribuito da USEPA. Sono stati selezionati i valori di LCL 95% sulla base:

- del numero di campioni disponibili per livello omogeneo, uguale o superiore a 10;
- dei risultati dell'analisi di sensibilità presente nel Protocollo APAT (Appendice N, Tabella N9), secondo i quali l'adozione di un valore relativamente basso di *frazione di carbonio organico* si traduce in una maggior conservatività per tutti i percorsi di esposizione;
- della tabella C-4 all'Appendice O al Protocollo APAT, secondo la quale un valore relativamente basso di *pH del terreno insaturo* si traduce in una maggior conservatività per tutti i percorsi di esposizione, per la maggior parte dei metalli.

Il valore dei parametri *spessore della frangia capillare*, *contenuto d'aria nel terreno insaturo*, *contenuto d'acqua nel terreno insaturo*, *porosità totale del terreno insaturo*, *contenuto d'aria in frangia capillare*, *contenuto d'acqua in frangia capillare*, *conducibilità idraulica verticale*, *spessore della frangia capillare* e *permeabilità del terreno insaturo ai vapori* sono quelli presentati dal protocollo APAT per la tipologia di suolo *Loamy Sand* (intesa come sabbia media per la selezione del valore di *permeabilità del terreno insaturo ai vapori*), selezionata per la modellazione dei terreni insaturi del Sito, come riportato al § 2.2.

I valori attribuiti al parametro *lunghezza della sorgente*, *parallelamente alla direzione del vento* sono differenti a seconda dell'area sorgente considerata; in *Allegato A*, *Figura 8* e *9* sono mostrati i valori di tale parametro.

Il valore del parametro *distanza sorgente – recettore residenziale outdoor* è stato posto pari alla distanza tra il bordo della sorgente ed il confine del Sito più 10 m (distanza minima esistente tra il confine del Sito e le più prossime zone residenziali/verde pubblico).

3.3 ZONA SATURA

Il valore di *soggiacenza della falda* è stato posto pari a 35 m da p.c, in quanto valore medio riscontrato nel periodo luglio 2006 – marzo 2008.

Il valore attribuito al *parametro lunghezza della sorgente, parallela alla direzione del vento* è stata considerata pari alla massima distanza esistente tra due punti del perimetro del Sito, parallelamente alla direzione del vento.

3.4 PARAMETRI DI ESPOSIZIONE

La *Tabella 3.2* presenta i parametri utilizzati nell'Analisi di Rischio per un recettore di tipo industriale e residenziale.

Tabella 3.2 Parametri di Esposizione

Parametro	Industriale/ Commerciale	Residenziale (Adulto)	Residenziale (Bambino)
Peso corporeo (kg)	70	70	15
Durata dell'esposizione (anni)	25	30	6
Frequenza dell'esposizione (giorni/anno)	250	350	350
Tempo di mediazione – sostanze cancerogene (anni)	70	70	70
Superficie di pelle esposta (cm ²)	3300	5700	2800
Fattore di aderenza del suolo (mg/cm ² -d)	0,2	0,2	0,2
Tasso di ingestione di suolo (mg/d)	50	100	200

L'utilizzo dei parametri di esposizione sopraelencati presuppone l'esistenza di tre tipologie di recettori, in accordo con il Protocollo APAT:

- lavoratori *on site* che trascorrono l'intera giornata lavorativa in ambienti indoor;
- lavoratori *on site* che trascorrono l'intera giornata lavorativa in ambienti outdoor;
- recettori di tipo residenziale che trascorrono l'intera giornata in ambiente outdoor.

3.5 PARAMETRI CHIMICO-FISICI E TOSSICOLOGICI DEI CONTAMINANTI

3.5.1 Contaminanti Elencati nel D.Lgs.152/06

I parametri chimico-fisici e tossicologici dei parametri utilizzati nell'analisi di rischio sono tratti dalla banca dati ISS-ISPEL (aggiornamento Maggio

2008(http://www.apat.gov.it/site/files/Suolo_Territorio/Banca_dati_ISS_ISPEL_Maggio_2008.xls), se disponibili.

Le classi *idrocarburi C<12* e *idrocarburi C>12* non sono presenti all'interno della Banca dati ISS-ISPEL; al loro posto la banca dati presenta le seguenti classi:

- alifatici C5-C8;
- alifatici C9-C18;
- alifatici C19-C36;
- aromatici C9-C10;
- aromatici C11-C22.

I campioni prelevati nel marzo 2008 e contaminati da *idrocarburi C>12* BH29 (0,2-1), BH29 (4,2-5,2) ed MBH12 (0,0-1,0) sono stati sottoposti ad analisi di speciazione, includendo anche le classi *idrocarburi alifatici C37-C40* ed *idrocarburi aromatici C23-C40*, non elencati nella Banca Dati ISS-ISPEL; alla classe *idrocarburi alifatici C37-C40* sono stati attribuiti gli stessi parametri chimico fisici e tossicologici della classe *idrocarburi alifatici C19-C36*, mentre alla classe *idrocarburi aromatici C23-C40* sono stati attribuiti i parametri presenti di default nel database del software *RBCA Tool kit ver.1.3b* per la classe *idrocarburi aromatici >C21-C35*.

Per quanto riguarda i parametri tossicologici da inserire in RBCA Tool Kit, che prevede l'utilizzo dei valori di RfC (Reference Concentration) e UR (Unit Risk Factor) al posto di quelli di Reference Dose (RfD) e Slope Factor (SF) per la via di esposizione *inalazione di vapori*, sono state utilizzate le seguenti formule, descritte in HEAST 1995 (USEPA, Office of Research and Development. Health Effects Assessment Summary Tables):

$$RfC(mg / m^3) \times 20(m^3 / d) / 70(kg) = RfD(mg / kg - d)$$

e

$$UR(m^3 / ug) \times 1000(ug / mg) \times 70(kg) / 20(m^3 / d) = SF(kg - d / mg)$$

Si fa presente come le fonti USEPA consultate per la compilazione della Banca Dati ISS ISPEL (principalmente *The Integrated Risk Information System* - <http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/index.cfm>) riportano come dati originali i valori di Reference Concentration e Unit Risk e non quelli di Reference Dose per inalazione e Slope Factor per inalazione.

3.5.2

Contaminanti Non Elencati nel D.Lgs.152/06

Relativamente ai parametri sito specifici, le fonti consultate sono elencate di seguito, in ordine di priorità:

- *The Risk Assessment Information System*, aggiornamento 1 marzo 2008 – US Department of Energy - <http://rais.ornl.gov/index.shtml> ;
- *OECD Chemicals Screening Information Dataset (SIDS) for High Volume Chemicals* – United Nations Environment Programme - <http://www.chem.unep.ch/irptc/sids/OECDSIDS/sidspub.html>;
- *ChemIDPlus Lite* – United States National Library of Medicine - <http://chem.sis.nlm.nih.gov/chemidplus/chemidlite.jsp> .

Relativamente ai parametri *melamina* (CAS 108-78-1) e *pentaeritrite* (115-77-5) non sono stati individuati parametri tossicologici in *The Risk Assessment Information System* o nelle banche dati dei software di analisi di rischio RBCA Tool Kit, RISC, GIUDITTA e ROME. Si è quindi proceduto nel seguente modo:

- sono stati identificati, all'interno dei documenti *OECD Chemicals Screening Information Dataset (SIDS) for High Volume Chemicals* (*melamina*: <http://www.chem.unep.ch/irptc/sids/OECDSIDS/108781.pdf> e *pentaeritrite*: <http://www.chem.unep.ch/irptc/sids/OECDSIDS/115775.pdf>), i minimi valori di NOEL (No Observed Effect Level, espressi in mg/kg/giorno) utilizzati come termine di confronto con le dosi giornaliere assunte stimate, per la valutazione dell'accettabilità dell'esposizione umana a tali composti;
- i valori di NOEL così identificati (espressi in mg/kg/giorno) sono stati divisi per un fattore di sicurezza pari a 10 (scelta cautelativa, anche rispetto a quanto effettuato dalle fonti consultate); i risultati così ottenuti sono stati utilizzati come valori di Reference Dose, sia per ingestione che per inalazione. Questi valori sono nell'ordine delle unità di mg/kg/giorno, paragonabili ai valori di Reference Dose dei composti a bassa tossicità presenti nella Banca Dati delle Proprietà Chimico Fisiche e Tossicologiche dell'Istituto Superiore di Sanità - aggiornamento Maggio 2008 (*idrocarburi alifatici C19-C36* e *acido para ftalico*).
- non sono stati calcolati valori di Slope Factor.

Si fa presente come la *melanina* sia descritta nei documenti citati come un composto a bassa tossicità ed ecotossicità, non genotossico, non irritante per la pelle e gli occhi, non sensibilizzante e non teratogeno.

Analogamente, la *pentaeritrite* è descritta come non irritante per la pelle e gli occhi, non sensibilizzante e privo di effetti mutageni nei test di tossicità condotti.

Per quanto riguarda i parametri tossicologici da inserire in RBCA Tool Kit, che prevede l'utilizzo dei valori di RfC (Reference Concentration) e UR (Unit Risk Factor) al posto di quelli di Reference Dose (RfD) e Slope Factor (SF) per la via di esposizione *inalazione di vapori*, si è proceduto in modo analogo a quanto descritto al paragrafo precedente.

Ai composti organici sito specifici è stato sempre attribuito un valore di *dermal relative absorption factor* pari a 0,1, in analogia alle scelte effettuate da ISS-

ISPESL nella Banca Dati delle proprietà chimico fisiche e tossicologiche dei contaminanti, per la quasi totalità dei composti organici.

Dato che il database *The Risk Assessment Information System* attribuisce alla formaldeide un valore di Log K_{oc} pari a 1, è stato utilizzato il valore di log K_{oc} riportato nella banca dati delle proprietà chimico fisiche e tossicologiche dei contaminanti della software house sviluppatrice di RBCA Tool Kit, pari a 0,34 (<http://www.gsi-net.com/UsefulTools/ChemPropDatabaseHome.asp>).

In questo capitolo sono presentati i risultati dell'analisi di rischio, in termini di:

- valori di rischio cancerogeno e non cancerogeno relativi ai massimi valori di concentrazione dei CDI ritrovati nelle aree in esame;
- valori di CSR calcolati, che garantiscono il rispetto delle soglie di accettabilità del rischio, e cioè:
 - rischio cancerogeno individuale: $1 \cdot 10^{-6}$;
 - rischio cancerogeno cumulativo: $1 \cdot 10^{-5}$;
 - rischio non cancerogeno individuale e cumulativo: 1.
- confronto tra i valori di CSR calcolati e le massima concentrazioni ritrovate in Sito;
- possibili misure di gestione dei potenziali rischi non accettabili individuati.

Lo scenario di utilizzo del Sito considerato è quello futuro, in cui:

- sarà presente un sistema di sbarramento idraulico della falda freatica;
- alcune aree saranno pavimentate; queste aree sono definite in *Allegato A, Figura 3*;
- non saranno presenti spazi indoor con presenza continuativa di personale al di sopra dell'area BH29.

I recettori considerati sono i lavoratori *on site*, presenti in ambienti indoor e outdoor (considerati separatamente in accordo al Protocollo APAT) ed i residenti *off site* in ambienti outdoor.

In tutte le aree sorgenti di contaminazione, i contaminanti di interesse sono:

- quelli che hanno fatto registrare eccedenze delle CSC per terreni ad uso Commerciale/Industriale (comprese le eventuali speciazioni di idrocarburi);
- *formaldeide*, se ritrovata in concentrazioni superiori a 2 mg/kg;
- *esametilentetrammina*, se ritrovata in concentrazioni superiori a 25 mg/kg;
- *melamina*, *penta eritrite* e/o *acetaldeide*, se ritrovate in concentrazioni superiori a 0,1 mg/kg.

Le aree sono state considerate pavimentate solo se espressamente riportato nel testo. In questo caso, la presenza di pavimentazione rende non attivi i percorsi di esposizione ingestione di *terreno contaminato* e *contatto dermico con terreno contaminato*; la presenza della pavimentazione non è stata invece considerata nel calcolo delle CSR relative al percorso di esposizione *inalazione outdoor di vapori* e *inalazione di polveri da terreno superficiale*. Di conseguenza, la presenza di pavimentazione influisce sul calcolo dei valori di CSR solamente per il terreno superficiale.

In analogia con l'approccio utilizzato da USEPA Region 9 nel calcolo dei Preliminary Remediation Goals, il valore di concentrazione 100.000 mg/kg è stato utilizzato come limite superiore per i valori di CSR.

I valori di CSR calcolati dal software (espressi in mg/kg) sono stati convertiti in mg/ks s.s. tramite l'equazione riportata nel Protocollo APAT:

$$C_{talquale} = C_{sec\ co} \cdot (1 - \alpha)$$

dove:

$$\alpha = \frac{\theta_w}{\rho_s}$$

e

θ_w = contenuto volumetrico d'acqua nel terreno insaturo;

ρ_s = densità del suolo.

Utilizzando i valori di θ_w e ρ_s indicati in *Tabella 4.1*, il valore di $(1-\alpha)$ risulta pari a 0,94; nelle tabelle seguenti i valori di CSR sono già espressi in mg/kg ss.

4.1 *TERRENO SUPERFICIALE*

4.1.1 *Zona A – Area Ovest*

I valori di rischio e di CSR presentati in questo paragrafo sono riferiti ad uno scenario in cui il terreno superficiale risulta coperto da una pavimentazione in buono stato di conservazione.

La tabella seguente mostra i valori di CSR calcolati per i CDI presenti nel terreno superficiale dell'area in esame ed i relativi valori di rischio cancerogeno e non cancerogeno.

Tabella 4.1 Zona A Area Ovest - Terreno Superficiale: Valori di Rischio e CSR

	Massimo Valore nell'Area (mg/kg ss)	Rischi da Aria Outdoor On Site (COM)		Rischi da Aria Indoor On Site (COM)		Rischi da Terreno On Site (COM)		Rischi da Aria Outdoor Off Site (RES)		CSR (mg/kg ss)
		R	HQ	R	HQ	R	HQ	R	HQ	
Arsenico	1.400	7,3E-8	4,5E-5	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	1,2E-7	6,4E-5	9.255
Piombo	5.600	0,0E+0	2,1E-6	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	2,9E-6	100.000
Rame	1.000	0,0E+0	5,2E-7	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	7,3E-7	100.000
Zinco	2.100	0,0E+0	1,1E-7	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	1,5E-7	100.000
Alifatici C9-C18	86	0,0E+0	6,1E-2	0,0E+0	9,1E-1	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	7,1E-2	101
Alifatici C19-C36	732	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	2500 ^b
Aromatici C11-C22	147	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	2000 ^c
Aromatici C23-C40	256	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	2500 ^b
Melamina	87,1	0,0E+0	3,5E-4	0,0E+0	3,3E-8	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	4,5E-4	100.000
Pentaeritrite	18,5	0,0E+0	4,8E-5	0,0E+0	2,5E-5	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	6,1E-5	10.638
<i>Totale</i>		<i>7,3E-8</i>	<i>6,1E-2</i>	<i>0,0E+0</i>	<i>9,1E-1</i>	<i>0,0E+0</i>	<i>0,0E+0</i>	<i>1,2E-7</i>	<i>7,2E-2</i>	

Note:

^b - Alifatici C19-C36 e Aromatici C23-C40 non danno rischi per inalazione (no RfC); la somma delle loro CSR restituisce 5.000 mg/kg, valore limite sperimentale di saturazione del terreno per idrocarburi C16-C35 in terreni sabbioso/ghiaiosi secondo le linee guida dell'Ohio.

^c - Aromatici C11-C22 non danno rischi per inalazione (no RfC); il valore di CSR corrisponde al valore limite sperimentale di saturazione del terreno per idrocarburi C7-C16 in terreni sabbioso/ghiaiosi secondo le linee guida dell'Ohio.

Dato che lo scenario considerato prevede la presenza di una pavimentazione al di sopra dell'area in esame, i percorsi *ingestione di terreno* e *contatto dermico con terreno* generano valori di rischio pari allo zero; la tabella mostra come non siano stati calcolati valori di rischio non accettabili e come le massime concentrazioni ritrovate siano inferiori ai valori di CSR calcolati. Quindi, nello scenario di utilizzo considerato, i calcoli effettuati non fanno ritenere necessarie ulteriori azioni di bonifica/messa in sicurezza.

I valori di rischio relativi alle classi *idrocarburi alifatici C19-C36*, *idrocarburi aromatici C11-C22* ed *idrocarburi aromatici C23-C40* sono sempre pari a zero (a causa della mancanza di percorsi di esposizione attivi o di valori di Reference Concentration), quindi non sarebbe possibile calcolare in modalità backward i valori di CSR per questi CDI. Di conseguenza, sono stati utilizzati valori di CSR atti ad evitare la presenza di prodotto libero nel terreno; a questo scopo sono stati selezionati i valori di concentrazione di saturazione nel terreno per idrocarburi presentati nei documenti:

- Ohio Division of Emergency and Remedial Response nel documento *Assessing Petroleum Hydrocarbon in Soils* (<http://www.epa.state.oh.us/derr/rules/guidance.html>) - Ohio Division of Emergency and Remedial Response;
- *Petroleum Saturation of Soil* (<https://www.com.state.oh.us/sfm/bustr/PDFs/SOILSATURATION.PDF>) - Ohio Division of State Fire Marshal

Le figure seguenti riportano il contenuto dei documenti citati.

Figura 4.1 **Concentrazioni di Saturazione da Idrocarburi nel Terreno (1)**

Table 6 **Total Petroleum Hydrocarbon Soil Saturation Concentrations (values are in mg/kg).**

Petroleum Fraction	Residual Saturation Concentrations for:	Residual Saturation Concentrations for:	Residual Saturation Concentrations for:
	Sand and Gravel; Unknown Soil Type $K_v: 10^{-3} - 10^{-4}$ cm/s	Silty/Clayey Sand $K_v: 10^{-4} - 10^{-5}$ cm/s	Glacial Till and Silty Clay $K_v: < 10^{-5}$ cm/s
Light (C_6-C_{12})	1,000	5,000	8,000
Middle (C_7-C_{16})	2,000	10,000	20,000
Heavy ($C_{16}-C_{36}$)	5,000	20,000	40,000

Where: "mg/kg" means milligrams per kilogram, " K_v " means vertical hydraulic conductivity of the unsaturated soil, "cm/s" means centimeters per second, and " C_x " means carbon chain length.

Figura 4.2 **Concentrazioni di Saturazione da Idrocarburi nel Terreno (2)**

TPH Saturation Values

Analytical Group	Sand/Gravel	Silty/Clayey Sands	Clay/Silt
Light Distillates	Equation	Equation	Equation
Middle Distillates	2,000	10,000	20,000
Heavy Product/Unknowns	5,000	20,000	40,000

* Results are in parts per million (ppm)

In considerazione del fatto che:

- gli idrocarburi per cui selezionare una CSR sono idrocarburi pesanti; e
- i terreni del Sito presentano sia una componente ghiaiosa che una sabbiosa,

è stato selezionato un valore di CSR pari a 5.000 mg/kg s.s. per la somma dei parametri *idrocarburi alifatici C19-C36*, *idrocarburi C36-C40* ed *idrocarburi aromatici C23-C40* (considerati *Heavy Products*) ed un valore di CSR pari a 2.000 mg/kg s.s. per il parametro *idrocarburi aromatici C11-C22* (considerati *Middle Distillates*).

Ad ulteriore conferma della validità dei valori di concentrazione residua di saturazione, si riporta di seguito uno stralcio di un parere del MADEP (Massachusetts Department of Environmental Protection): "...A number of researchers have recognized that (empirically derived) residual saturation levels of hydrocarbons in soil are up to 3 orders of magnitude higher than theoretical Csat values. The table below from Brost and DeVaul illustrates that point for a home heating fuel product (Brost, E., and

DeVaul, G., *Soil and Groundwater Research Bulletin - American Petroleum Institute Number 9, June 2000*)...". La tabella citata è riportata di seguito.

Figura 4.3 **Concentrazioni di Saturazione – Gasolio da Riscaldamento**

Soil Type	Soil Properties			Concentration in mg/kg	
	Porosity θ_T	Pore Water θ_w	Fraction OC F_{oc}	Theoretical Partitioning Saturation	Residual NAPL
Coarse Gravel	0.28	0.02	0.001	2	2000 +/-
Coarse Sand & Gravel	0.35	0.03	0.002	4	4000 +/-
Medium to Coarse Sand	0.39	0.04	0.003	5	8000 +/-
Fine to Medium Sand	0.41	0.043	0.005	9	13,000 +/-
Silt to Fine Sand	0.44	0.045	0.01	18	22,000 +/-

Ulteriori conferme dell'assenza di idrocarburi in fase libera nei terreni dell'area vengono da:

- assenza di evidenze organolettiche registrate durante le attività di indagine relative alla presenza di prodotto libero nei terreni;
- i piezometri interni all'area non hanno fatto registrare né presenza di prodotto in galleggiamento sulla falda né concentrazioni di *idrocarburi totali* superiori alla CSC di riferimento.

4.1.2 **Zona A – Area Nord**

I valori di rischio e di CSR presentati in questo paragrafo sono riferiti ad uno scenario in cui il terreno superficiale risulta coperto da una pavimentazione in buono stato di conservazione.

La tabella seguente mostra i valori di CSR calcolati per i CDI presenti nel terreno superficiale dell'area in esame ed i relativi valori di rischio cancerogeno e non cancerogeno.

Tabella 4.2 Zona A Area Nord - Terreno Superficiale: Valori di Rischio e CSR

	Massimo Valore nell'Area (mg/kg s.s.)	Rischi da Aria Outdoor On Site (COM)		Rischi da Aria Indoor On Site (COM)		Rischi da Terreno On Site (COM)		Rischi da Aria Outdoor Off Site (RES)		CSR (mg/kg s.s.)
		R	HQ	R	HQ	R	HQ	R	HQ	
Arsenico	562	5,7E-9	3,5E-6	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	4,0E-9	2,9E-6	100.000
Mercurio	34,1	0,0E+0	1,4E+0	0,0E+0	4,2E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	1,0E+0	8,6
Piombo	13.000	0,0E+0	7,0E-7	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	5,7E-7	100.000
Rame	2.700	0,0E+0	1,3E-7	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	1,0E-7	100.000
Melamina	0,443	0,0E+0	2,6E-7	0,0E+0	1,7E-10	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	1,9E-7	100.000
<i>Totale</i>		5,7E-9	1,4E+0	0,0E+0	4,2E+0	0,0E+0	0,0E+0	5,5E-9	1,0E+0	

La tabella mostra come siano stati calcolati per il parametro *mercurio* valori di rischio potenziale non accettabili e come le massime concentrazioni ritrovate

siano superiori ai valori di CSR calcolati per il percorso di esposizione *inalazione indoor e outdoor di vapori* per recettori commerciali.

Tuttavia, si fa presente come i risultati derivanti dall'applicazione dei modelli di volatilizzazione siano estremamente conservativi.

La normale prassi adottata in questi casi prevede la verifica tramite monitoraggi specifici dell'aria ambiente indoor o del soil gas, nella zona di maggior contaminazione da *mercurio* (MBH09, ExFen_A, Ex_FenF1 ed ExFen_3, localizzata in corrispondenza di uffici), per la verifica dell'effettiva presenza di concentrazioni aerodisperse superiori al valore di Reference Concentration (0,0003 mg/m³). I risultati di tali indagini potranno indicare eventuali necessità di ulteriori azioni di messa in sicurezza/bonifica e potranno anche essere utilizzati per una futura taratura del modello di volatilizzazione dell'analisi di rischio.

4.1.3 Zona A – Area Est

I valori di rischio e di CSR presentati in questo paragrafo sono riferiti ad uno scenario in cui non vi sono vincoli di utilizzo dell'area.

La tabella seguente mostra i valori di CSR calcolati per i CDI presenti nel terreno profondo insaturo dell'area in esame ed i relativi valori di rischio cancerogeno e non cancerogeno.

Tabella 4.3 Zona A Area Est - Terreno Superficiale: Valori di Rischio e CSR

	Massimo Valore nell'Area (mg/kg s.s.)	Rischi da Aria Outdoor On Site (COM)		Rischi da Aria Indoor On Site (COM)		Rischi da Terreno On Site (COM)		Rischi da Aria Outdoor Off Site (RES)		CSR (mg/kg s.s.)
		R	HQ			R	HQ	R	HQ	
Formaldeide	2,85	8,2E-7	0,0E+0	4,4E-7	0,0E+0	0,0E+0	1,6E-5	1,3E-6	0,0E+0	2,4
Pentaeritrite	0,115	0,0E+0	2,5E-7	0,0E+0	1,6E-7	0,0E+0	1,3E-8	0,0E+0	3,2E-7	100.000
Melamina	0,722	0,0E+0	2,4E-6	0,0E+0	2,7E-10	0,0E+0	1,3E-7	0,0E+0	3,1E-6	100.000
<i>Totale</i>		8,2E-7	2,7E-6	4,4E-7	1,6E-7	0,0E+0	1,6E-5	1,3E-6	3,4E-6	

La tabella mostra come siano stati calcolati per il parametro *formaldeide* valori di rischio potenziale non accettabili e come le massime concentrazioni ritrovate siano superiori ai valori di CSR calcolati per il percorso di esposizione *inalazione outdoor di vapori* per recettori residenziali *off site*.

Tuttavia, dato che:

- i risultati derivanti dall'applicazione dei modelli di volatilizzazione sono estremamente conservativi; e
- il superamento della massima concentrazione ritrovata nell'area rispetto al valore di CSR è modestissimo (2,85 mg/kg s.s. contro 2,4 mg/kg s.s.);
- il modello di volatilizzazione utilizzato non tiene conto dell'effetto di attenuazione dell'ipotetico flusso di vapori dal sottosuolo esercitato dalla pavimentazione, che è in realtà presente al di sopra di MBH03 (unico

punto in cui è stata registrata un'eccedenza della CSC della formaldeide proposta dall'ISS);

- l'equazione utilizzata per il calcolo delle concentrazioni aerodisperse è direttamente proporzionale al parametro *lunghezza della sorgente nella direzione del vento* e, per quanto l'estensione areale dell'eccedenza della CSC della formaldeide proposta dall'ISS (2 mg/kg s.s.) sia circoscritta al solo punto MBH03 e non all'intera Area A-Zona Est, conformemente al protocollo APAT nel calcolo si è tenuto conto del valore di lunghezza della sorgente che include le aree adiacenti, in cui non si rilevano superamenti delle CSC relativamente alla formaldeide, in conformità al criterio dell'analisi del vicinato secondo il protocollo APAT stesso;
- l'utilizzo del valore di *lunghezza della sorgente nella direzione del vento* relativa all'area rappresentativa del sondaggio MBH03 (pari a 35m) porterebbe ad un valore accettabile di rischio cancerogeno individuale per i recettori *off site*;

si ritiene di poter concludere, in ragionevolezza tecnica e nel rispetto del criterio di prudenza, che i valori di rischio potenzialmente non accettabili relativi all'area in esame ed al solo parametro *formaldeide* possano essere ritenuti non significativi e che non siano necessari ulteriori interventi di messa in sicurezza/bonifica.

4.1.4

Area MBH12

I valori di rischio e di CSR presentati in questo paragrafo sono riferiti ad uno scenario in cui non sono presenti vincoli di utilizzo.

La tabella seguente mostra i valori di CSR calcolati per i CDI presenti nel terreno superficiale dell'area in esame ed i relativi valori di rischio cancerogeno e non cancerogeno.

Tabella 4.4 Area MBH12 - Terreno Superficiale: Valori di Rischio e CSR

	Massimo Valore nell'Area (mg/kg s.s.)	Rischi da Aria Outdoor On Site (COM)		Rischi da Aria Indoor On Site (COM)		Rischi da Terreno On Site (COM)		Rischi da Aria Outdoor Off Site (RES)		CSR (mg/kg s.s.)
		R	HQ	R	HQ	R	HQ	R	HQ	
Alifatici C19-C40 ^a	578	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	3,3E-4	0,0E+0	0,0E+0	2.500 ^b
Aromatici C11-C22	16	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	6,1E-4	0,0E+0	0,0E+0	2.000 ^c
Aromatici C23-C40	221	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	6,0E-3	0,0E+0	0,0E+0	2.500 ^b
<i>Totale</i>		<i>0,0E+0</i>	<i>0,0E+0</i>	<i>0,0E+0</i>	<i>0,0E+0</i>	<i>0,0E+0</i>	<i>6,9E-3</i>	<i>0,0E+0</i>	<i>0,0E+0</i>	

Note: ^a somma di alifatici C19-C36 e di alifatici C37-C40, caratterizzati dagli stessi parametri chimico fisici e tossicologici;

^b - Alifatici C19-C36 e Aromatici C23-C40 non danno rischi per inalazione (no RfC); la somma delle loro CSR restituisce 5.000 mg/kg, valore limite sperimentale di saturazione del terreno per idrocarburi C16-C35 in terreni sabbioso/ghiaiosi secondo le linee guida dell'Ohio;

^c - Aromatici C11-C22 non danno rischi per inalazione (no RfC); il valore di CSR corrisponde al valore limite sperimentale di saturazione del terreno per idrocarburi C7-C16 in terreni sabbioso/ghiaiosi secondo le linee guida dell'Ohio.

La tabella mostra come non siano stati calcolati valori di rischio potenziale non accettabili e come le massime concentrazioni ritrovate siano inferiori ai valori di CSR. Inoltre, si sottolinea come le caratteristiche chimico-fisiche o tossicologiche delle classi di idrocarburi ritrovati fanno sì che i valori di rischio legati all'inalazione siano sempre pari a zero.

4.1.5 Area MBH16

I valori di rischio e di CSR presentati in questo paragrafo sono riferiti ad uno scenario in cui non sono presenti vincoli di utilizzo.

La tabella seguente mostra i valori di CSR calcolati per i CDI presenti nel terreno superficiale dell'area in esame ed i relativi valori di rischio cancerogeno e non cancerogeno.

Tabella 4.5 Area MBH16 - Terreno Superficiale: Valori di Rischio e CSR

	Massimo Valore nell'Area (mg/kg s.s.)	Rischi da Aria Outdoor On Site (COM)		Rischi da Aria Indoor On Site (COM)		Rischi da Terreno On Site (COM)		Rischi da Aria Outdoor Off Site (RES)		CSR (mg/kg s.s.)
		R	HQ	R	HQ	R	HQ	R	HQ	
Mercurio	5,51	0,0E+0	4,4E-1	0,0E+0	6,7E-1	0,0E+0	1,0E-2	0,0E+0	4,2E-2	8,7
Melamina	1,8	0,0E+0	2,0E-6	0,0E+0	6,8E-10	0,0E+0	3,2E-7	0,0E+0	2,0E-7	100.000
<i>Totale</i>		<i>0,0E+0</i>	<i>4,4E-1</i>	<i>0,0E+0</i>	<i>6,7E-1</i>	<i>0,0E+0</i>	<i>1,0E-2</i>	<i>0,0E+0</i>	<i>4,2E-2</i>	

La tabella mostra come non siano stati calcolati valori di rischio potenziale non accettabili e come le massime concentrazioni ritrovate siano inferiori ai valori di CSR. Di conseguenza, non sono necessarie ulteriori azioni di messa in sicurezza/bonifica.

4.1.6

Area BH16

I valori di rischio e di CSR presentati in questo paragrafo sono riferiti ad uno scenario in cui è presente una pavimentazione al di sopra dell'area sorgente di contaminazione.

La tabella seguente mostra i valori di CSR calcolati per i CDI presenti nel terreno superficiale dell'area in esame ed i relativi valori di rischio cancerogeno e non cancerogeno.

Tabella 4.6 Area BH16 - Terreno Superficiale: Valori di Rischio e CSR

	Massimo Valore nell'Area (mg/kg s.s.)	Rischi da Aria Outdoor On Site (COM)		Rischi da Aria Indoor On Site (COM)		Rischi da Terreno On Site (COM)		Rischi da Aria Outdoor Off Site (RES)		CSR (mg/kg s.s.)
		R	HQ	R	HQ	R	HQ	R	HQ	
Arsenico	70,2	1,3E-9	8,3E-7	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	4,9E-11	2,7E-8	57.446
Pentaeritrite	0,145	0,0E+0	1,0E-7	0,0E+0	2,0E-7	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	3,1E-9	100.000
<i>Totale</i>		0,0E+0	9,3E-7	0,0E+0	2,0E-7	0,0E+0	0,0E+0	4,9E-11	3,0E-8	

Dato che lo scenario considerato prevede la presenza di una pavimentazione in buono stato di conservazione al di sopra dell'area in esame, i percorsi *ingestione di terreno* e *contatto dermico con terreno* generano valori di rischio pari allo zero; la tabella mostra come non siano stati calcolati valori di rischio non accettabili e come le massime concentrazioni ritrovate siano inferiori ai valori di CSR calcolati. Quindi, nello scenario di utilizzo considerato, i calcoli effettuati non fanno ritenere necessarie ulteriori azioni di bonifica/messa in sicurezza.

4.1.7

Area BH23

I valori di rischio e di CSR presentati in questo paragrafo sono riferiti ad uno scenario in cui non vi sono vincoli di utilizzo dell'area.

La tabella seguente mostra i valori di CSR calcolati per i CDI presenti nel terreno profondo insaturo dell'area in esame ed i relativi valori di rischio cancerogeno e non cancerogeno.

Tabella 4.7 Area BH23 - Terreno Superficiale: Valori di Rischio e CSR

	Massimo Valore nell'Area (mg/kg s.s.)	Rischi da Aria Outdoor On Site (COM)		Rischi da Aria Indoor On Site (COM)		Rischi da Terreno On Site (COM)		Rischi da Aria Outdoor Off Site (RES)		CSR (mg/kg s.s.)
		R	HQ	R	HQ	R	HQ	R	HQ	
Alifatici C9-C18	1.860	0,0E+0	3,6E-1	0,0E+0	2,0E+1	0,0E+0	2,1E-2	0,0E+0	1,2E-1	99
<i>Totale</i>		0,0E+0	3,6E-1	0,0E+0	2,0E+1	0,0E+0	2,1E-2	0,0E+0	1,2E-1	

La tabella mostra come siano stati calcolati per il parametro *idrocarburi alifatici C9-C18* valori di rischio potenziale non accettabili e come le massime concentrazioni ritrovate siano superiori ai valori di CSR calcolati per il percorsi di esposizione *inalazione indoor di vapori* per recettori commerciali.

Analogamente alle considerazioni già proposte in precedenza (cfr. § 4.1.2), si intende verificare in campo l'effettiva possibilità di presenza di idrocarburi in fase aerodispersa tramite monitoraggi specifici del soil gas, nell'unica zona dove è stata riscontrata la contaminazione da *idrocarburi C>12* (BH23). I risultati di tali indagini potranno indicare eventuali necessità di ulteriori azioni di messa in sicurezza/bonifica e potranno anche essere utilizzati per una futura taratura del modello di volatilizzazione dell'analisi di rischio.

4.1.8 *Altre Aree – Terreno Superficiale*

I valori di rischio e di CSR presentati in questo paragrafo sono riferiti ad uno scenario in cui non sono presenti vincoli di utilizzo.

La tabella seguente mostra i valori di CSR calcolati per i CDI presenti nel terreno superficiale dell'area in esame ed i relativi valori di rischio cancerogeno e non cancerogeno.

Tabella 4.8 *Altre Aree - Terreno Superficiale: Valori di Rischio e CSR*

	Massimo Valore nell'Area (mg/kg s.s.)	Rischi da Aria Outdoor On Site (COM)		Rischi da Aria Indoor On Site (COM)		Rischi da Terreno On Site (COM)		Rischi da Aria Outdoor Off Site (RES)		CSR (mg/kg s.s.)
		R	HQ	R	HQ	R	HQ	R	HQ	
Pentaeritrite	1,87	0,0E+0	1,6E-5	0,0E+0	2,6E-6	0,0E+0	2,1E-7	0,0E+0	2,1E-5	10.638
Melamina	1,95	0,0E+0	2,6E-5	0,0E+0	7,4E-10	0,0E+0	3,5E-7	0,0E+0	3,4E-5	52.127
<i>Totale</i>		<i>0,0E+0</i>	<i>4,3E-5</i>	<i>0,0E+0</i>	<i>2,6E-6</i>	<i>0,0E+0</i>	<i>5,6E-7</i>	<i>0,0E+0</i>	<i>5,4E-5</i>	

La tabella mostra come non siano stati calcolati valori di rischio potenziale non accettabili e come le massime concentrazioni ritrovate siano inferiori ai valori di CSR. Di conseguenza, non sono necessarie ulteriori azioni di messa in sicurezza/bonifica.

4.2 *TERRENO PROFONDO INSATURO*

4.2.1 *BH29*

I valori di rischio e di CSR presentati in questo paragrafo sono riferiti ad uno scenario in cui non vi è presenza di spazi indoor (vincolo di utilizzo dell'area); tale scenario è coerente con la situazione attuale dell'area BH29.

Nello scenario di elaborazione dell'analisi di rischio l'area in esame risulta pavimentata, ma ciò non influisce sul calcolo delle CSR per il terreno profondo.

La tabella seguente mostra i valori di rischio cancerogeno e non cancerogeno relativi ai massimi valori ritrovati all'interno dell'area in esame ed i valori di CSR calcolati.

Tabella 4.9 BH29 - Terreno Profondo Insaturo: Valori di Rischio e CSR

	Massimo Valore nell'Area (mg/kg s.s.)	Rischi da Aria Outdoor On Site (COM)		Rischi da Aria Outdoor Off Site (RES)		CSR (mg/kg ss)
		R	HQ	R		
Alifatici C9-C18	298	0,0E+0	7,3E-1	0,0E+0	6,3E-1	383
Alifatici C19-C36	1654	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	2500 ^a
Aromatici C9-C10	1	0,0E+0	1,2E-2	0,0E+0	1,0E-2	11
Aromatici C11-C22	438	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	2000 ^b
Aromatici C23-C40	379	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	2500 ^a
<i>Totale</i>		<i>0,0E+0</i>	<i>7,4E-1</i>	<i>0,0E+0</i>	<i>6,4E-1</i>	

Note:

^a - Alifatici C19-C36 e Aromatici C23-C40 non danno rischi per inalazione (no RfC); la somma delle loro CSR restituisce 5.000 mg/kg, valore limite sperimentale di saturazione del terreno per idrocarburi C16-C35 in terreni sabbioso/ghiaiosi secondo le linee guida dell'Ohio (cfr. § 4.1.1).

^b - Aromatici C11-C22 non danno rischi per inalazione (no RfC); il valore di CSR corrisponde al valore limite sperimentale di saturazione del terreno per idrocarburi C7-C16 in terreni sabbioso/ghiaiosi secondo le linee guida dell'Ohio.

La tabella mostra come non siano stati calcolati valori di rischio non accettabili e come le massime concentrazioni ritrovate siano inferiori ai valori di CSR calcolati. Quindi, nello scenario di utilizzo considerato, i calcoli effettuati non fanno ritenere necessarie ulteriori azioni di bonifica/messa in sicurezza.

4.2.2 Zona A – Area Ovest

I valori di rischio e di CSR presentati in questo paragrafo sono riferiti ad uno scenario in cui non vi sono vincoli di utilizzo dell'area; infatti, anche se nello scenario di elaborazione dell'analisi di rischio l'area in esame risulta pavimentata, ciò non influisce sul calcolo delle CSR per il terreno profondo.

La tabella seguente mostra i valori di CSR calcolati per i CDI presenti nel terreno profondo insaturo dell'area in esame ed i relativi valori di rischio cancerogeno e non cancerogeno.

Tabella 4.10 Zona A Area Ovest - Terreno Profondo Insaturo: Valori di Rischio e CSR

	Massimo Valore nell'Area (mg/kg s.s.)	Rischi da Aria Outdoor On Site (COM)		Rischi da Aria Indoor On Site (COM)		Rischi da Aria Outdoor Off Site (RES)		CSR (mg/kg s.s.)
		R	HQ	R	HQ	R	HQ	
Arsenico	1040	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	100.000
Cromo Totale	2210	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	100.000
Piombo	5560	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	100.000
Rame	1340	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	100.000
Alifatici C9-C18	7730	0,0E+0	1,9E+2	0,0E+0	6,3E+2	0,0E+0	2,2E+2	12
Acetaldeide	0,186	4,3E-7	6,0E-2	3,9E-7	5,5E-2	7,2E-7	8,4E-2	0,27
Pentaeritrite	18,5	0,0E+0	1,9E-5	0,0E+0	2,4E-5	0,0E+0	2,7E-5	426
Melamina	1350	0,0E+0	5,1E-7	0,0E+0	5,1E-7	0,0E+0	7,1E-7	10.638
<i>Totale</i>		<i>4,3E-7</i>	<i>1,9E+2</i>	<i>3,9E-7</i>	<i>6,3E+2</i>	<i>7,2E-7</i>	<i>2,2E+2</i>	

Analogamente alle considerazioni già proposte in precedenza (cfr. § 4.1.2), si intende verificare in campo l'effettiva possibilità di presenza di idrocarburi in fase aerodispersa tramite monitoraggi specifici dell'aria ambiente in spazi indoor, outdoor e/o del soil gas, nell'unica zona dove è stata riscontrata la contaminazione da *idrocarburi C>12* (SB4).

I risultati di tali indagini potranno indicare eventuali necessità di ulteriori azioni di messa in sicurezza/bonifica e potranno anche essere utilizzati per una futura taratura del modello di volatilizzazione dell'analisi di rischio.

4.2.3 Zona A – Area Est

I valori di rischio e di CSR presentati in questo paragrafo sono riferiti ad uno scenario in cui non vi sono vincoli di utilizzo dell'area.

La tabella seguente mostra i valori di CSR calcolati per i CDI presenti nel terreno profondo insaturo dell'area in esame ed i relativi valori di rischio cancerogeno e non cancerogeno.

Tabella 4.11 Zona A Area Est - Terreno Profondo Insaturo: Valori di Rischio e CSR

	Massimo Valore nell'Area (mg/kg s.s.)	Rischi da Aria Outdoor On Site (COM)		Rischi da Aria Indoor On Site (COM)		Rischi da Aria Outdoor Off Site (RES)		CSR (mg/kg s.s.)
		R	HQ	R	HQ	R	HQ	
Formaldeide	2,85	3,3E-7	0,0E+0	4,1E-7	0,0E+0	5,6E-7	0,0E+0	5,4
Pentaeritrite	0,133	0,0E+0	1,2E-7	0,0E+0	1,7E-7	0,0E+0	1,7E-7	100.000
Melamina	0,722	0,0E+0	2,7E-10	0,0E+0	2,7E-10	0,0E+0	3,8E-10	100.000
<i>Totale</i>		<i>3,3E-7</i>	<i>1,2E-7</i>	<i>4,1E-7</i>	<i>1,7E-7</i>	<i>5,6E-7</i>	<i>1,7E-7</i>	

La tabella mostra come non siano stati calcolati valori di rischio non accettabili e come le massime concentrazioni ritrovate siano inferiori ai valori di CSR calcolati. Quindi, nello scenario di utilizzo considerato, i calcoli effettuati non fanno ritenere necessarie ulteriori azioni di bonifica/messa in sicurezza.

4.2.4

Zona A – Area Nord

I valori di rischio e di CSR presentati in questo paragrafo sono riferiti ad uno scenario in cui non vi sono vincoli di utilizzo dell'area; infatti, anche se nello scenario di elaborazione dell'analisi di rischio l'area in esame risulta pavimentata, ciò non influisce sul calcolo delle CSR per il terreno profondo.

La tabella seguente mostra i valori di CSR calcolati per i CDI presenti nel terreno profondo insaturo dell'area in esame ed i relativi valori di rischio cancerogeno e non cancerogeno.

Tabella 4.12 Zona A Area Nord - Terreno Profondo Insaturo: Valori di Rischio e CSR

	Massimo Valore nell'Area (mg/kg s.s.)	Rischi da Aria Outdoor On Site (COM)		Rischi da Aria Indoor On Site (COM)		Rischi da Aria Outdoor Off Site (RES)		CSR (mg/kg s.s.)
		R	HQ	R	HQ	R	HQ	
Arsenico	599	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	100.000
Mercurio	34,1	0,0E+0	6,2E-1	0,0E+0	3,9E+0	0,0E+0	5,0E-1	9,1
Piombo	7590	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	100.000
Rame	2700	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	100.000
Melamina	0,443	0,0E+0	1,7E-10	0,0E+0	1,7E-10	0,0E+0	1,3E-10	100.000
<i>Totale</i>		<i>0,0E+0</i>	<i>6,2E-1</i>	<i>0,0E+0</i>	<i>3,9E+0</i>	<i>0,0E+0</i>	<i>3,6E-1</i>	

Analogamente alle considerazioni già proposte in precedenza (cfr. § 4.1.2), si intende verificare in campo l'effettiva possibilità di presenza di *mercurio* in fase aerodispersa tramite monitoraggi specifici dell'aria ambiente in spazi indoor e/o del soil gas, nella zona di maggior contaminazione da *mercurio* (MBH09, ExFen_2 ed ExFen_F1), localizzata in corrispondenza degli uffici. I risultati di tali indagini potrebbero indicare come non vi sia necessità di ulteriori azioni di messa in sicurezza/bonifica e potrebbero poi essere utilizzati per una futura taratura del modello di volatilizzazione dell'analisi di rischio.

4.2.5

Area MBH16 – BH3: Terreno Profondo

I valori di rischio e di CSR presentati in questo paragrafo sono riferiti ad uno scenario in cui non vi sono vincoli di utilizzo dell'area.

La tabella seguente mostra i valori di CSR calcolati per i CDI presenti nel terreno profondo insaturo dell'area in esame ed i relativi valori di rischio cancerogeno e non cancerogeno.

Tabella 4.13 Area MBH16-BH3-Terreno Profondo: Valori di Rischio e CSR

	Massimo Valore nell'Area (mg/kg s.s.)	Rischi da Aria Outdoor On Site (COM)		Rischi da Aria Indoor On Site (COM)		Rischi da Aria Outdoor Off Site (RES)		CSR (mg/kg s.s.)
		R	HQ	R	HQ	R	HQ	
Mercurio	5,51	0,0E+0	2,8E-1	0,0E+0	6,4E-1	0,0E+0	4,0E-2	9,1
Melamina	2,03	0,0E+0	7,6E-10	0,0E+0	7,6E-10	0,0E+0	1,1E-10	100.000
<i>Totale</i>		<i>0,0E+0</i>	<i>2,8E-1</i>	<i>0,0E+0</i>	<i>6,4E-1</i>	<i>0,0E+0</i>	<i>4,0E-2</i>	

La tabella mostra come non siano stati calcolati valori di rischio non accettabili e come le massime concentrazioni ritrovate siano inferiori ai valori di CSR calcolati. Quindi, nello scenario di utilizzo considerato, i calcoli effettuati non fanno ritenere necessarie ulteriori azioni di bonifica/messa in sicurezza.

4.2.6 Area BH1 - Terreno Profondo

I valori di rischio e di CSR presentati in questo paragrafo sono riferiti ad uno scenario in cui non vi sono vincoli di utilizzo dell'area.

La tabella seguente mostra i valori di CSR calcolati per i CDI presenti nel terreno profondo insaturo dell'area in esame ed i relativi valori di rischio cancerogeno e non cancerogeno.

Tabella 4.14 Area BH1 - Terreno Profondo: Valori di Rischio e CSR

	Massimo Valore nell'Area (mg/kg s.s.)	Rischi da Aria Outdoor On Site (COM)		Rischi da Aria Indoor On Site (COM)		Rischi da Aria Outdoor Off Site (RES)		CSR (mg/kg s.s.)
		R	HQ	R	HQ	R	HQ	
Benzo[a]antracene	20,3	1,8E-8	3,0E-7	6,6E-8	1,1E-6	3,0E-8	4,2E-7	330
Benzo[a]pirene	19,8	2,6E-8	3,2E-9	1,0E-7	1,2E-8	4,4E-8	4,4E-9	213
Benzo[b]fluorantene	19,9	7,2E-8	1,2E-6	2,6E-7	4,2E-6	1,2E-7	1,7E-6	83
Benzo[g,h,i]perilene	21,1	0,0E+0	3,9E-7	0,0E+0	1,8E-6	0,0E+0	5,5E-7	100.000
Indenopirene	22,3	4,2E-10	6,3E-10	1,6E-9	2,4E-9	7,1E-10	8,8E-10	28.723
Dibenzo[a,e]pirene	19	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	100.000
Dibenzo[a,h]pirene	15,5	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	100.000
Dibenzo[a,i]pirene	13,3	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	100.000
Dibenzo[a,l]pirene	19,3	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	100.000
<i>Totale</i>		<i>1,2E-7</i>	<i>1,9E-6</i>	<i>4,2E-7</i>	<i>7,1E-6</i>	<i>2,0E-7</i>	<i>2,6E-6</i>	

La tabella mostra come non siano stati calcolati valori di rischio non accettabili e come le massime concentrazioni ritrovate siano inferiori ai valori di CSR calcolati. Quindi, nello scenario di utilizzo considerato, i calcoli effettuati non fanno ritenere necessarie ulteriori azioni di bonifica/messa in sicurezza.

I *dibenzopireni* generano valori di rischio pari a zero in quanto non caratterizzati da valori di tossicità per inalazione, né cancerogena né non cancerogena.

4.2.7 *Altre Aree – Terreno Profondo*

I valori di rischio e di CSR presentati in questo paragrafo sono riferiti ad uno scenario in cui non vi sono vincoli di utilizzo dell'area.

La tabella seguente mostra i valori di CSR calcolati per i CDI presenti nel terreno profondo insaturo dell'area in esame ed i relativi valori di rischio cancerogeno e non cancerogeno.

Tabella 4.15 *Altre Aree - Terreno Profondo: Valori di Rischio e CSR*

	Massimo Valore nell'Area (mg/kg s.s.)	Rischi da Aria Outdoor On Site (COM)		Rischi da Aria Indoor On Site (COM)		Rischi da Aria Outdoor Off Site (RES)		CSR (mg/kg s.s.)
		R	HQ	R	HQ	R	HQ	
Melamina	4,54	0,0E+0	1,7E-9	0,0E+0	1,7E-9	0,0E+0	2,4E-9	100.000
Pentaeritrite	0,526	0,0E+0	1,3E-6	0,0E+0	6,8E-7	0,0E+0	1,8E-6	100.000
<i>Totale</i>		<i>0,0E+0</i>	<i>1,3E-6</i>	<i>0,0E+0</i>	<i>6,8E-7</i>	<i>0,0E+0</i>	<i>1,8E-6</i>	

La tabella mostra come non siano stati calcolati valori di rischio non accettabili e come le massime concentrazioni ritrovate siano inferiori ai valori di CSR calcolati. Quindi, nello scenario di utilizzo considerato, i calcoli effettuati non fanno ritenere necessarie ulteriori azioni di bonifica/messa in sicurezza.

Relativamente ai lavoratori *on site* e/o ad un recettore di tipo residenziale, l'unico percorso di esposizione attivo per la presente analisi di rischio è l'inalazione indoor e outdoor di vapori.

I contaminanti inizialmente selezionati sono quelli che, nei mesi di marzo 2007 o marzo 2008, in almeno un piezometro localizzato internamente al Sito:

- hanno fatto registrare delle eccedenze delle CSC o dei limiti proposti dall'ISS;
- per i sito specifici, quelli che hanno fatto registrare dei superamenti del limite di rilevabilità analitica.

Tra questi sono stati considerati come CDI quelli caratterizzati da un valore di costante di Henry superiore a zero (*pentaeritrite, melamina, acetaldeide, formaldeide*). La migrazione *off site* di acque contaminate non è stata considerata, in quanto il Modello Concettuale prevede la presenza di una barriera idraulica lungo il confine di valle idrogeologico del sito (scenario di Messa in Sicurezza Operativa).

La sorgente di contaminazione è stata considerata estesa quanto l'intero Sito e di valori di rischio e di CSR sono stati calcolati in assenza di vincoli. Infatti, il fatto che alcune aree risultino pavimentate o meno non influisce in alcun modo sui calcoli effettuati.

Tabella 5.1 *Acque Sotterranee: Valori di Rischio Cancerogeno e Non Cancerogeno e CSR*

	Massimo Valore nell'Area (µg/l)	Rischi da Aria Outdoor On Site (COM)		Rischi da Aria Indoor On Site (COM)		Rischi da Aria Outdoor Off Site (RES)		CSR (µg/l)
		R	HQ	R	HQ	R	HQ	
Pentaeritrite	1.100	0,0E+0	9,3E-9	0,0E+0	2,6E-8	0,0E+0	1,3E-8	>Sol
Melamina	99.800	0,0E+0	2,4E-9	0,0E+0	2,4E-9	0,0E+0	3,3E-9	> Sol
Acetaldeide	51,4	7,6E-10	1,1E-4	2,1E-9	2,9E-4	1,3E-9	1,5E-4	25.000
Formaldeide	399	3,8E-10	0,0E+0	1,1E-9	0,0E+0	6,3E-10	0,0E+0	380.000
<i>Totale</i>		<i>1,1E-9</i>	<i>1,1E-4</i>	<i>3,1E-9</i>	<i>2,9E-4</i>	<i>1,9E-9</i>	<i>1,5E-4</i>	

La tabella mostra come non siano stati calcolati valori di rischio non accettabili e come le massime concentrazioni ritrovate siano inferiori ai valori di CSR calcolati. Quindi, nello scenario di utilizzo considerato, i calcoli effettuati non fanno ritenere necessarie ulteriori azioni di bonifica/messa in sicurezza.

E' stata svolta un'analisi di rischio sito specifica. ex D.Lgs.152/06 e s.m.i. per per le aree di proprietà *Agrolinz Melamine International S.p.A.* (nel seguito *Il Sito*) interne allo stabilimento multisocietario di Castellanza (VA).

L'area a destinazione d'uso Residenziale/Verde Pubblico, localizzata in posizione occidentale rispetto allo stabilimento multisocietario non è stata oggetto della presente analisi di rischio, in quanto si prevede di richiederne lo stralcio dall'iter in corso mediante l'individuazione di un procedimento dedicato.

L'Analisi di Rischio ha avuto lo scopo di calcolare, per un utilizzo del Sito di tipo Industriale/Commerciale i valori di Concentrazione Soglia di Rischio (CSR), sulla base dello scenario futuro di utilizzo delle aree AMI; tale scenario prevede:

- la presenza di un sistema di contenimento idraulico delle acque della falda superficiale;
- la presenza di aree pavimentate in alcune zone di proprietà AMI, mostrate in *Allegato A, Figura 3*;
- l'assenza di spazi indoor al di sopra dell'area rappresentativa del sondaggio BH29, mostrata in *Allegato A, Figura 9*.

Le ultime due caratteristiche elencate costituiscono un vincolo di utilizzo dell'area; in loro assenza, dovrà essere effettuata una integrazione della presente analisi di rischio.

Di conseguenza, l'analisi di rischio effettuata è da considerarsi inserita in uno scenario di Messa in Sicurezza Operativa ai sensi del D.Lgs.152/06.

In funzione delle condizioni logistiche dei singoli lotti, le aree caratterizzate dalla presenza di ceneri di pirite nel sottosuolo saranno sottoposte a bonifica tramite scavo e smaltimento a norma di legge delle ceneri di pirite stesse (ove tecnicamente possibile, in relazione alla presenza di edifici di cui non è prevista la demolizione) che saranno gestite secondo la vigente normativa in materia di rifiuti. I valori di CSR calcolati per i terreni di queste aree potranno essere utilizzati come parametri di collaudo per le pareti ed il fondo degli scavi, dopo che le ceneri di pirite riconoscibili come tali saranno state eliminate.

L'analisi di rischio è stata sviluppata utilizzando come riferimento tecnico principale il documento "*Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi di rischio assoluta ai siti contaminati – Rev.2*".

In accordo con i criteri elencati nel Protocollo APAT sono state individuate, come sorgenti di contaminazione, il terreno superficiale, il terreno

profondo insaturo e le acque sotterranee. Le matrici terreno superficiale e terreno profondo insaturo sono state suddivise in subaree sorgente di contaminazione, caratterizzate da:

- la presenza di contaminanti ritrovati in concentrazioni superiori alle CSC per terreni ad uso Industriale/Commerciale elencate nel D.Lgs.152/06 e da composti sito specifici;
- la sola presenza di composti sito specifici.

Le acque sotterranee sono state considerate un'unica sorgente di contaminazione, estesa quanto l'intero Sito, con presenza di soli composti sito specifici; infatti non sono state riscontrate eccedenze dei valori di CSC a carico di contaminanti non volatili.

I recettori considerati sono stati i lavoratori on site ed i residenti off site.

Sulla base del modello concettuale sviluppato, delle assunzioni effettuate e dei risultati ottenuti attraverso l'utilizzo del software RBCA Tool Kit 1.3b, sono state individuate alcune aree in cui è ritenuto necessario implementare delle misure di gestione dei potenziali rischi non accettabili individuati, in particolare:

- *Zona A - Area Nord* (considerata pavimentata), contaminata nel terreno superficiale e nel terreno profondo insaturo da concentrazioni di *mercurio* che generano potenziali rischi non accettabili per *inalazione di vapori in spazi indoor e outdoor* per i lavoratori on site;
- *Area BH23*, contaminata nel terreno superficiale da concentrazioni di idrocarburi C>12 (considerati cautelativamente *idrocarburi alifatici C9-C18*) che generano potenziali rischi non accettabili per *inalazione di vapori in spazi indoor* per i lavoratori on site; e
- *Zona A - Area Ovest* (considerata pavimentata), contaminata nel terreno profondo insaturo da concentrazioni di idrocarburi C>12 (considerati cautelativamente *idrocarburi alifatici C9-C18*) in corrispondenza del sondaggio SB4 che generano potenziali rischi non accettabili per *inalazione di vapori in spazi indoor e outdoor* per i lavoratori on site e per *inalazione di vapori in spazi outdoor* per i recettori off site .

Si propone di gestire i potenziali rischi individuati attraverso monitoraggi specifici dell'aria ambiente indoor, outdoor o del soil gas, nelle zone a maggior contaminazione, per la verifica dell'effettiva presenza di concentrazioni aerodisperse superiori al valore di Reference Concentration (i contaminanti critici non sono caratterizzati da valori di Slope Factor per inalazione). I risultati di tali indagini potranno indicare eventuali necessità di ulteriori azioni puntuali di messa in sicurezza/bonifica e potranno anche essere utilizzati per una futura taratura del modello di volatilizzazione dell'analisi di rischio.

Inoltre, i calcoli effettuati mostrano come i contaminanti presenti nelle acque sotterranee non generino rischi non accettabili per i lavoratori on site e/o per i residenti off site.

ERM has over 100 offices
across the following
countries worldwide

Australia	Malaysia
Argentina	Mexico
Azerbaijan	Netherlands
Belgium	Peru
Brazil	Poland
Canada	Portugal
Chile	Puerto Rico
China	Romania
France	Russia
Germany	Singapore
Hong Kong	South Africa
Hungary	Spain
India	Sweden
Indonesia	Taiwan
Ireland	Thailand
Italy	UK
Japan	USA
Kazakhstan	Venezuela
Korea	Vietnam

ERM sede di Milano

Via San Gregorio, 38

I-20124 Milano

T: +39 0267440.1

F: +39 0267078382

www.erm.com/italy

