

WORKSHOP

“Valutazione del rischio da intrusione di vapori nei siti contaminati”

Roma, 27 luglio 2010

PROBLEMATICHE PRINCIPALI RELATIVE ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA INTRUSIONE DI VAPORI NELL'AMBITO DELLE ATTIVITA' DI BONIFICA DEI SITI CONTAMINATI



Laura D'Aprile, ISPRA
Simona Berardi, ISPESL
Elisabetta Bemporad, ISPESL



INDICE DEGLI ARGOMENTI TRATTATI

- ✘ Problematiche di carattere generale relative all'inalazione di vapori e/o polveri**
- ✘ Proposta metodologica per la determinazione di valori di riferimento per esposizione indoor/outdoor**
- ✘ Determinazione di CSRg per il soil-gas**
- ✘ Problematiche relative alle misure di aria out/indoor**
- ✘ Problematiche relative all'inalazione di polveri**

Problematiche di carattere generale

Nel manuale “Criteri Metodologici” [ISPRA, 2008] si riporta:

“...le equazioni per il calcolo dei fattori di volatilizzazione, in ambienti aperti (outdoor) e confinati (indoor) rappresentano la capacità attuale di descrizione matematica dei fenomeni nell’ambito di applicazione di un Livello 2 di Analisi di Rischio. Laddove l’applicazione di tali equazioni determini un valore di rischio non accettabile per la via di esposizione inalazione di vapori outdoor e/o indoor, dovranno essere eventualmente previste campagne di indagini (misure di soil-gas, campionamenti dell’aria indoor e outdoor) allo scopo di verificare i risultati ottenuti mediante l’applicazione del modello di analisi di rischio.”

Problematiche di carattere generale

- ✓ Il documento, sulla base di quanto riportato nella letteratura internazionale riconosce una sovrastima dei modelli analitici e rimanda a misure di campo che, ad oggi, non sono state standardizzate da protocolli specifici
- ✓ Per verificare la necessità di intervento occorre confrontare i valori ottenuti con valori di riferimento: per i siti industriali sono stati selezionati i TLV/TWA dell'ACGIH (APPENDICE S, 2008), per i siti residenziali si fa riferimento ai valori di “bianco”
- ✓ Nell'APPENDICE V (PV carburanti) vengono dati dei criteri di esclusione del percorso di inalazione indoor/outdoor attraverso un primo confronto dei dati di soil-gas con i TLV/TWA.

Problematiche di carattere generale

Sovrastima dei modelli analitici

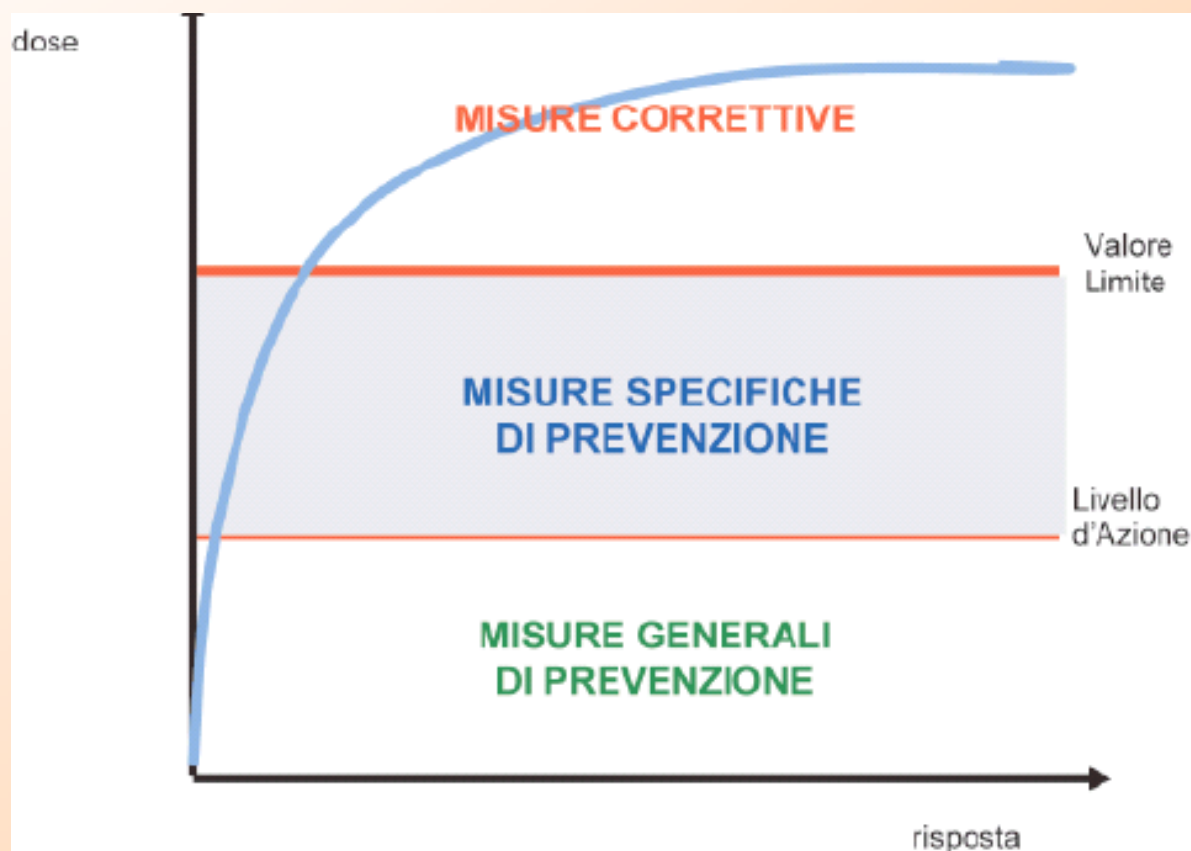
- ✓ In generale una delle criticità principali relativamente ai siti contaminati da idrocarburi, è costituita dal non considerare l'attenuazione dei vapori nel suolo insaturo dovuta ai fenomeni di **BIODEGRADAZIONE** (vedi presentazione Ing. Verginelli).
- ✓ Molti dei parametri utilizzati nel modello Johnson & Ettinger sono affetti da un elevato grado di incertezza. La risposta del modello alla variazione di uno o più parametri è non lineare pertanto può portare a variazioni dei valori di rischio esponenziali non riscontrabili in potenziali scenari reali. I parametri utilizzati devono essere calibrati sulla base di dati relativi a misure indoor per essere rappresentativi del sistema di flusso (EPA, 2005).
- ✓ Alcuni parametri quali contenuto volumetrico di acqua e aria, tasso di ricambio d'aria e, in alcuni casi, frazione areale di fratture, influenzano molto il risultato finale in termini di rischio. L'adozione di parametri di default può portare a stime troppo conservative, tuttavia la misura sito-specifica di questi parametri può essere di difficile standardizzazione e quindi di difficile verifica da parte degli Enti di Controllo.

Problematiche di carattere generale

La prevenzione del rischio chimico di esposizione professionale attualmente è normata dal D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.

Nella valutazione del rischio di esposizione ad agenti chimici pericolosi è possibile fare riferimento al modello universale della curva dose-risposta, su cui possono essere stabiliti due diversi livelli di soglia.

Curva dose-risposta nella valutazione del rischio chimico [INFN, 2008]



Problematiche di carattere generale

Definizione dei livelli di soglia

LIVELLO DI AZIONE:

- ✓ *Al di sotto del livello di azione* l'esposizione è talmente bassa che nessun lavoratore (nemmeno un ipersuscettibile) può ragionevolmente ammalarsi.
- ✓ *Al di sopra del livello di azione* scatta l'obbligo di adottare misure specifiche di prevenzione (sorveglianza sanitaria, formazione, DPI, sistemi di prevenzione collettiva, ecc.).

LIMITE DI ESPOSIZIONE PROFESSIONALE (OEL):

- ✓ *Al di sotto di tale limite*, come detto sopra, scatta quindi l'obbligo di adottare misure specifiche di prevenzione (sorveglianza sanitaria, formazione, DPI, sistemi di prevenzione collettiva, ecc.).
- ✓ *Al di sopra di tale limite* occorre adottare delle misure correttive, ovvero occorre identificare e rimuovere le cause del superamento ai fini della salvaguardia della salute e della sicurezza dei lavoratori.

Problematiche di carattere generale

A seguito di quanto evidenziato nelle precedenti diapositive, nel caso di rischio per inalazione di vapori e polveri provenienti da suolo saturo/insaturo contaminato,

..... non risulta adeguato utilizzare gli OEL quali come valori limite di concentrazione da porre a confronto con i dati ottenuti dai campionamenti (aria o soil gas), anche nel caso di esposizione professionale.

Approccio congruente anche con la valutazione del rischio di esposizione inalatoria a lungo termine per effetti sistemici in ambito REACH, secondo cui gli OEL possono costituire livelli privi di effetti prevedibili (o livelli derivati con effetti minimi nel caso dei cancerogeni) esclusivamente a seguito di valutazione delle informazioni alla base della sua determinazione ed uguaglianza di modalità espositive (vie, durata e frequenza)

Proposta metodologica per la determinazione di valori di riferimento per esposizione indoor/outdoor

Nel caso di ARIA OUT/INDOOR, si propone di utilizzare per il confronto le CSR generiche, $CSR_g(\text{aria_out/indoor})$ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] calcolate applicando la procedura di analisi di rischio sanitario/ambientale in modalità inversa, ossia partendo da un livello di rischio accettabile per la salute umana, e selezionando il valore più conservativo tra quelli individuati per effetti cancerogeni e tossici:

$$CSR_c(\text{aria_out/indoor}) \left[\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \right] = \frac{TR}{EM \cdot SF} \times 10^3$$

**per effetti
cancerogeni**

$$CSR_n(\text{aria_out/indoor}) \left[\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \right] = \frac{THQ \cdot RfD}{EM} \times 10^3$$

**per effetti
tossici**

Proposta metodologica per la determinazione di valori di riferimento per esposizione indoor/outdoor

- ✓ Le CSRg(aria_out/indoor) rappresentano soglie di accettabilità per ambienti aperti e confinati in relazione alla inalazione complessiva sia di vapori che di polveri. Quindi, per una data specie chimica, il valore soglia non dovrebbe essere superato dalla somma delle concentrazioni nei vapori e, ove applicabile, nella frazione inalabile del particolato aerodisperso, misurate nelle campagne di indagine diretta.
- ✓ Nei casi in cui il valore di CSRg(aria_out/indoor) risulta inferiore al limite di rilevabilità determinato con le migliori metodiche analitiche disponibili, è possibile porre la CSRg(aria_out/indoor) pari a quest'ultimo.
- ✓ E' evidente che nel calcolo delle CSRg(aria_out/indoor), sopra riportato, non si è tenuto conto **dell'effetto cumulativo** conseguente all'inalazione di più sostanze contaminanti eventualmente presenti, tale approccio è comunque analogo a quello statunitense.

Proposta metodologica per la determinazione di valori di riferimento per esposizione indoor/outdoor

- ✓ Per alcune delle specie chimiche considerate vigono valori limite od obiettivo di qualità dell'aria stabiliti da normative specifiche ai fini della tutela della salute umana (D.M. 60/2002 e D.Lgs. 152/2007).
- ✓ Si ritiene quindi che, ove esse risultassero inferiori ai valori limite od obiettivo o guida di qualità dell'aria stabiliti dalle specifiche norme di settore o dall'OMS, sarebbe razionale considerare quest'ultimi come soglie di accettabilità (ad eccezione dei 3 idrocarburi alifatici clorurati cancerogeni 1,2-dicloroetano, diclorometano e tetracloroetilene per cui il valore guida proposto dall'OMS, è basato sugli effetti non cancerogeni, mentre ad oggi tali composti risultano classificati come tali).

Proposta metodologica per la determinazione di valori di riferimento per esposizione indoor/outdoor

Valori limite/obiettivo di qualità dell'aria per la protezione della salute umana

SPECIE CHIMICA	Numero CAS	Valore obiettivo o limite o guida di qualità dell'aria per la protezione della salute umana (1) [µg/m³]	Riferimento
Composti Inorganici			
Arsenico	7440-38-2	6,0E-03	D.Lgs. 152/2007 (direttiva 2004/107/CE) - I valori sono riferiti al tenore totale della frazione PM ₁₀ calcolata in media su un anno
Cadmio	7440-43-9	5,0E-03	
Mercurio	7439-97-6	da monitorare	
Nichel	7440-02-0	2,0E-03	
Piombo	7439-92-1	5,0E-01	D.M. 60/2002 (direttiva 1999/30/CE) (2)
Cromo VI	18540-29-9	2,5E-05	WHO, 2000
Manganese	7439-96-5	1,5E-01	
Vanadio (3)	7440-62-2	1,0E+00	
Aromatici			
Benzene	71-43-2	5,0E+00	D.M. 60/2002 (direttiva 1999/30/CE)
Stirene (4)	100-42-5	7,0E+01	WHO, 2000
Toluene (5)	108-88-3	2,6E+02	
Aromatici policiclici			
Benzo(a)antracene	56-55-3	da monitorare (6)	D.Lgs. 152/2007 (direttiva 2004/107/CE) - I valori sono riferiti al tenore totale della frazione PM ₁₀ calcolata in media su un anno
Benzo(a)pirene	50-32-8	1,0E-03	
Benzo(b)fluorantene	205-99-2	da monitorare (6)	
Benzo(k)fluorantene	207-08-9		
Dibenzo(a,h)antracene	53-70-3		
Indenopirene	193-39-5		
Alifatici clorurati cancerogeni			
1,2-Dicloroetano (7,8)	107-06-2	7,0E+02	WHO, 2000
Diclorometano (8,9)	75-09-2	4,5E+02	
Tetracloroetilene (8)	127-18-4	2,5E+02	
Tricloroetilene	79-01-6	2,3E+00	
Diossine e Furani			
PCDD TEQ	1746016 *	3,00E-06	WHO, 2000 (10)
PCBs			
PCB	1336-36-3	3,00E-03	WHO, 2000 (11)

Proposta metodologica per la determinazione di valori di riferimento per esposizione indoor/outdoor

Valori limite/obiettivo di qualità dell'aria per la protezione della salute umana

(1) Ove il riferimento è normativo il valore è riferito alla media annuale.
(2) La direttiva 2008/50/CE, che ha abrogato la direttiva 1999/30/CE dal 11 giugno 2010 (termine di recepimento), prevedeva che tale valore limite per il Piombo, nelle immediate vicinanze delle fonti industriali localizzate in siti contaminati da decenni di attività industriali, fosse da soddisfare soltanto entro il 1 gennaio 2010 e, fino ad allora, il limite fosse pari a $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in un'area che si estenda non più di 1.000 m da tali fonti specifiche.
(3) Il valore guida per il Vanadio è riferito alla media giornaliera.
(4) Si è selezionato il valore guida dello Stirene basato sulla soglia odorigena (media semioraria)
(5) Il valore guida per il Toluene è riferito alla media settimanale.
(6) Il D.Lgs. 257/2007 prevede che sia verificata la costanza, nel tempo e nello spazio, dei rapporti quantitativi tra il Benzo(a)pirene e gli altri IPA di rilevanza cancerogena.
(7) Il valore guida per l'1,2-Dicloroetano è riferito alla media giornaliera.
(8) Si tratta di un valore basato sugli effetti non cancerogeni.
(9) Si è scelto il valore guida del Diclorometano riferito alla media settimanale.
* CAS della 2,3,7,8-TCDD (TEF=1)
(10) La WHO non propone un valore guida in quanto l'esposizione per inalazione diretta costituisce soltanto una piccola frazione dell'esposizione totale, generalmente meno del 5% dell'assunzione giornaliera con il cibo, il valore riportato è indicato come soglia indice di fonti locali da identificare e controllare.
(10) La WHO non propone un valore guida in quanto l'esposizione per inalazione diretta costituisce soltanto una piccola frazione dell'esposizione totale, dell'ordine dell'1-2% dell'assunzione giornaliera con il cibo, il valore riportato è indicato come concentrazione media in ambiente urbano.

Determinazione di CSRg per il soil-gas

- ✓ In presenza di dati relativi a misure del SOIL-GAS, porre i valori da esse ricavati a confronto con le CSRg(aria_out/indoor) potrebbe rappresentare un approccio utilizzabile esclusivamente come screening allo scopo di escludere il percorso di esposizione ma non come livello di azione. Infatti, si trascurerebbe la riduzione di concentrazione che il contaminante subisce migrando dal suolo all'ambiente aperto o confinato.
- ✓ Quindi, in accordo con quanto proposto da gran parte delle agenzie regionali statunitensi ed anche dall'USEPA, è possibile calcolare una concentrazione soglia di rischio generica nel soil-gas CSRg(soil-gas) a partire dalla CSRg(aria_out/indoor) a mezzo di un fattore di attenuazione "α":

$$\alpha = \frac{CSR(aria_out / indoor)}{CSR(soil - gas)}$$

$$FT = \frac{CSR(aria_out / indoor)}{CSR(suolo / falda)}$$

fattore di trasporto

Determinazione di CSRg per il soil-gas

Il fattore di attenuazione “ α ” può essere stimato sulla base dei seguenti criteri:

- Criterio speditivo: il fattore di attenuazione “ α ” viene stimato utilizzando dei valori di riferimento validi per qualsiasi forma di contaminazione (essenzialmente sostanze volatili) e calcolati sulla base di ipotesi estremamente cautelative.
- Criterio specifico: Il fattore di attenuazione “ α ” viene stimato a mezzo dei fattori di trasporto opportunamente modificati ed utilizzando quindi parametri sito-specifici. Il vantaggio di tale approccio, rispetto all'utilizzo dei fattori di trasporto FT e al conseguente confronto tra le concentrazioni analiticamente determinate nel suolo insaturo o nella falda con le corrispondenti CSR(suolo/falda), è dato dal fatto che in questo modo si tiene conto della effettiva partizione del contaminante nel terreno tra fase solida e fase vapore.

Determinazione di CSRg per il soil-gas

Rassegna bibliografica sugli "α" per la stima della CSR(soil-gas) (1/3)

Posizione	Profondità (o distanza) (m)	Fattori di attenuazione (α)					Fonte bibliografica	Note
		Esposizione Outdoor	Esposizione indoor					
			Uso agricolo, verde pubblico, residenziale	Uso commerciale/ industriale				
Al di sotto della soletta	n.a.	n.a.	2,5E-05 ÷ 9,6E-01 (5,5E-03)				USEPA (2008)	range di valori empirici (mediana) da un set di dati ampliato rispetto al 2002 (2989 da 41 siti e 913 edifici in maggioranza residenziali) depurati da concentrazioni nel sottosuolo inferiori al limite di reporting (LOD o LOQ), evidenze di sorgenti di fondo, concentrazioni aria indoor maggiori che nel soil gas o fattori incongruenti (data set 1)
Vespaio aerato*	n.a.	n.a.	3,2E-02 ÷ 1,0E+01 (6,5E-01)					
Soil gas	sotterraneo	-	1,3E-06 ÷ 3,5E+00 (6,3E-03)					
Falda	-	-	1,0E-07 ÷ 7,4E-02 (6,7E-05)					
Al di sotto della soletta	< 1,5	n.a.	1,0E-01 (generico)	-			USEPA (2002)	limiti superiori ragionevolmente confidenziali di fattori ricavati sperimentalmente (408 valori) per 15 COV in 15 siti (73 edifici); uso non raccomandato per: -edifici con aperture significative verso il sottosuolo (pozzi neri, piani interrati, ecc.); -percorsi preferenziali rilevanti; -edifici con tassi di ricambio dell'aria molto bassi (<0,25/h) o differenze di pressione tra indoor ed outdoor molto elevate (>10 Pa)
		-	1,0E-02 ÷ 5,0E-02 (proposta rev. 2004)					
Soil gas	> 1,5	-	1,0E-02 (generico) 2,0E-04 ÷ 2,0E-03 (semi-specifico)	-				
Falda	-	-	1,0E-03 (generico) 1,0E-04 ÷ 7,0E-04 (semi-specifico)	-				
Soil gas		grana suolo	grossa	fine	grossa	fine	RBCA Canada (2006)	valori calcolati da misure di soil gas applicando il modello di Johnson & Ettinger (1991) (Atlantic RBCA Tool Kit ver. 2.1) - criteri obbligatori: -pavimentazione in calcestruzzo; -volume dell'edificio pari a quello di default; -assenza di prodotto libero mobile entro 30m dall'edificio; -superficie freatica >1m al di sotto dell'edificio; condizioni del sito conformi a quelle di default (Tier I RBSL Look Up Tables)
	1	-	1,2E-04	1,4E-05	4,0E-05	7,1E-06		
	2		9,9E-05	1,2E-05	3,7E-05	6,5E-06		
	3		8,6E-05	1,1E-05	3,5E-05	6,0E-06		
	5		6,8E-05	8,8E-06	3,1E-05	5,2E-06		
	10		4,5E-05	6,0E-06	2,4E-05	3,9E-06		
	20		2,7E-05	3,7E-06	1,7E-05	2,6E-06		
	30		1,9E-05	2,7E-06	1,3E-05	1,9E-06		
Soil gas	tutte	-	0,02 (generico)			NJDEP (2005)	fattore scelto per screening, sulla base del documento USEPA (2002)	

Determinazione di CSRg per il soil-gas

Rassegna bibliografica sugli "α" per la stima della CSR(soil-gas) (2/3)

Posizione	Profondità (o distanza) (m)	Fattori di attenuazione (α)			Fonte bibliografica	Note
		Esposizione Outdoor	Esposizione indoor			
			Uso agricolo, verde pubblico, residenziale	Uso commerciale/ industriale		
Vespaio aerato*	n.a.	n.a.	1,0E-01 ÷ 1,0E+00	-	ITRC (2007)	range valori empirici
Al di sotto della soletta	n.a.	n.a.	1,0E-02 (consigliato per screening) ÷ 1,0E-01	-		range valori empirici
Soil gas	<1,5 >1,5	- -	2,0E-03 ÷ 1,0E-01	5,0E-04 ÷ 1,0E-01		range valori sia empirici che calcolati da modelli
Falda	-	-	7,0E-04 ÷ 1,0E-03	-		
Al di sotto della soletta	n.a.	n.a.	2,00E-02		BCME (2009)	fattori di default basati su uno scenario di attenuazione di vapori di benzene attraverso un suolo a grana grossa; i fattori indoor sono gli stessi raccomandati dall'Health Canada basati su di un'analisi di rischio quantitativa preliminare (PQRA), mentre i fattori outdoor sono stati ricavati utilizzando i fogli di calcolo PQRA dell'Health Canada - non si applicano per attenuazioni laterali; la scelta dipende dalla configurazione corrente e/o futura ragionevolmente prevedibile per il sito - l'uso di tali fattori non è permesso quando: -la superficie freatica si trova, o la concentrazione nel suolo è rilevabile ai livelli di riferimento, entro 1 m dall'edificio - l'edificio o la superficie del sito sono collocate al di sopra di un mezzo ad elevata permeabilità ai gas - vi sono percorsi preferenziali che collegano la sorgente dei vapori alla zona di respirazione dei recettori esposti - il vapore nel sottosuolo o al di sotto della soletta è in pressione - la falda è contaminata all'interno di strati di roccia fratturati - vi sono prelievi o pompaggi attivi di acqua dalla falda
Soil gas	1,0	1,5E-05	2,8E-03	3,7E-04		
	1,5	1,2E-05	2,3E-03	3,4E-04		
	2,0	9,2E-06	2,0E-03	3,1E-04		
	3,0	6,1E-06	1,6E-03	2,7E-04		
	5,0	3,7E-06	1,1E-03	2,1E-04		
	7,0	2,6E-06	8,3E-04	1,7E-04		
	10,0	1,8E-06	6,2E-04	1,3E-04		
	15,0	1,2E-06	4,3E-04	9,9E-05		
	20,0	9,2E-07	3,3E-04	7,8E-05		
30,0	6,1E-07	2,3E-04	5,5E-05			

* i vespai aerati sono caratteristici degli edifici residenziali

* i vespai aerati sono caratteristici degli edifici residenziali

Determinazione di CSRg per il soil-gas

Rassegna bibliografica sugli “ α ” per la stima della CSR(soil-gas) (3/3)

- ✓ Il “Vapor Intrusion Database” dell’USEPA, con aggiornamenti successivi, risulta la fonte principale per la determinazione di “ α ” empirici.
- ✓ Si evidenzia a livello di evoluzione temporale una differenziazione progressivamente più fine degli “ α ” in relazione alle diverse profondità (o distanze) dalla sorgente di contaminazione ed una differenziazione sulla base dello scenario espositivo (residenziale o commerciale/industriale).
- ✓ Soltanto il Ministero dell’Ambiente del British Columbia (BCME) ha ufficializzato degli “ α ” per l’esposizione outdoor (generalmente di minor rilevanza rispetto all’esposizione in ambienti confinati; l’aria outdoor può risultare comunque una fonte di esposizione significativa nei siti in cui non vi è esposizione indoor ed in particolare per i lavoratori che effettuano attività di scavo o comunque di movimentazione del terreno e/o durante le attività di bonifica [Health Canada, 2007])

Determinazione di CSRg per il soil-gas

Criticità nell'utilizzo dei fattori di attenuazione “ α ” (1/2)

1. E' necessario valutare attentamente le condizioni in cui i fattori di attenuazione sono stati determinati, con particolare riferimento a:
 - 1.a) **condizioni di applicabilità** (vedi note)
 - 1.b) similarità dei **parametri sito-specifici più sensibili**
 - 1.c) modalità con cui sono stati trattati i valori inferiori ai **limiti di rilevabilità** (LOD): la maggioranza dei set di dati relativi all'intrusione di vapori sono influenzati da essi (tipicamente posti pari a $0,5 \cdot \text{LOD}$) [Johnson et al., 2009]
2. Per poterli applicare è necessario avere **evidenze della presenza di una correlazione effettiva**, almeno spaziale, se non temporale (non sempre praticabile a causa delle tempistiche dei fenomeni di trasporto) **tra concentrazioni del contaminante nel sottosuolo e nell'aria** (vedi sezione su valori fondo);

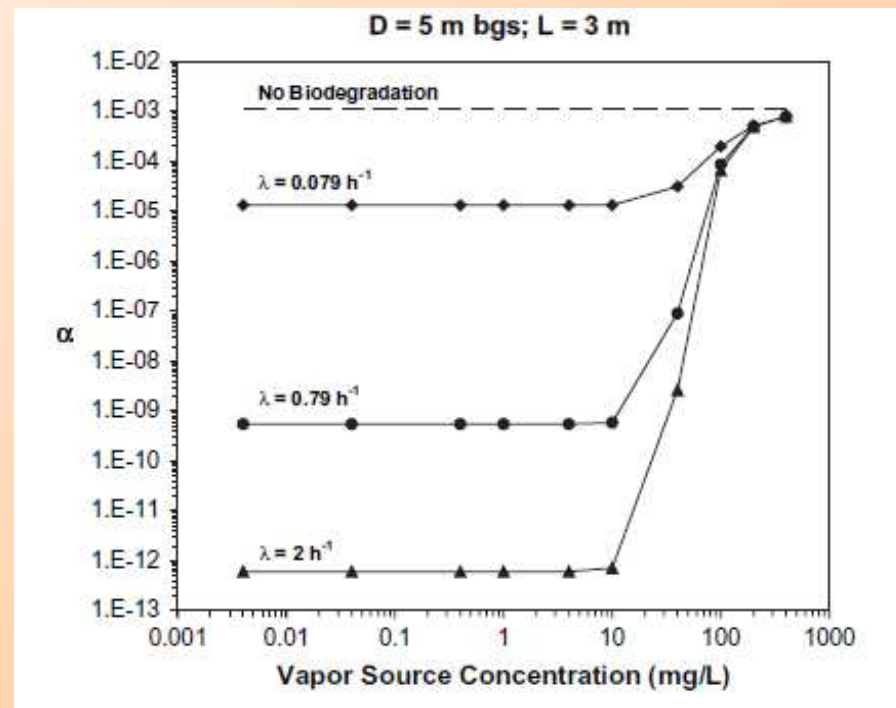
Determinazione di CSRg per il soil-gas

Criticità nell'utilizzo dei fattori di attenuazione “ α ” (2/2)

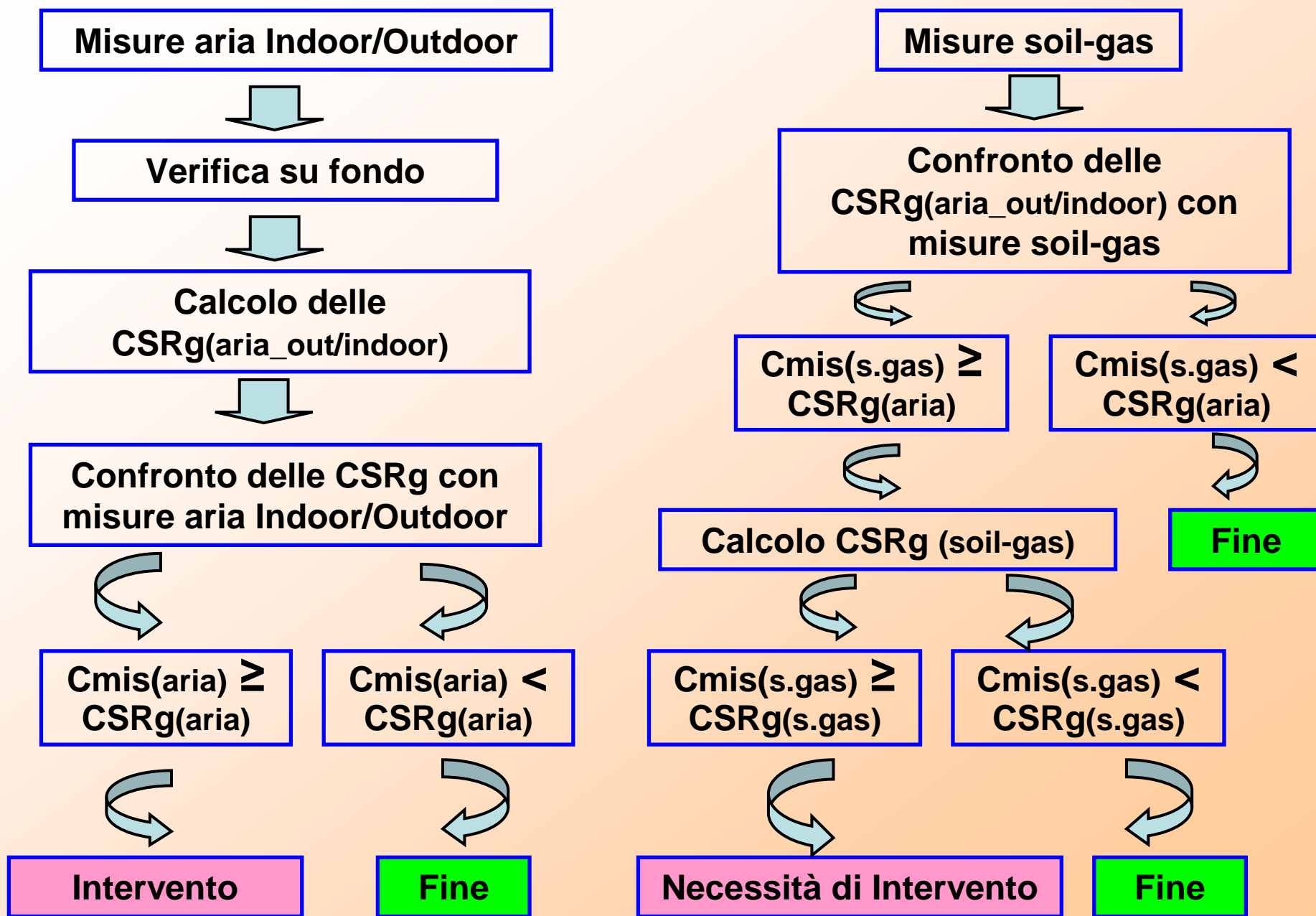
- se calcolati da modellistica difficilmente terranno conto di **fenomeni di biodegradazione** che potrebbero invece influire in modo determinante sul loro valore, soprattutto considerando che i valori di concentrazione dei contaminanti nei vapori sono piuttosto piccoli



Influenza delle concentrazioni dei vapori nella sorgente di contaminazione e di velocità di biodegradazione del 1° ordine sul coefficiente di attenuazione indoor per scenari con fondazioni, suoli sabbiosi omogenei e profondità della sorgente a 5 metri dalla superficie del terreno (3 m dalla base delle fondazioni) [Abreu et al., 2009]



Rappresentazione schematica della procedura proposta



Problematiche relative alle misure di aria out/indoor:

Il fondo proveniente da altre sorgenti (background) (1/4)

- ✓ Nell'utilizzo di misure di concentrazione su campioni di aria out/indoor una problematica è rappresentata dalla possibile **presenza di contaminanti**, ricercati nel caso specifico e non, **provenienti da sorgenti diverse** rispetto al suolo insaturo e/o alla falda (background).
 - ☞ *es. per gli ambienti aperti industriali o residenziali, la presenza di traffico o di impianti*
 - ☞ *es. per gli ambienti confinati, i materiali da costruzione, le fonti energetiche per il riscaldamento/raffreddamento, la qualità dell'aria esterna*
 - ☞ *es. per gli impianti industriali, le materie prime e i prodotti utilizzati nelle lavorazioni*
- ✓ I livelli di contaminazione dovuti a tali sorgenti sono generalmente **rilevabili** e potrebbero persino superare le concentrazioni soglia di rischio.
- ✓ Risulta quindi opportuno **distinguere i contributi** relativi al fondo rispetto a quelli provenienti dal suolo, saturo o insaturo, contaminato.

Problematiche relative alle misure di aria out/indoor:

Il fondo proveniente da altre sorgenti (background) (2/4)

- ✓ L'identificazione dei valori di concentrazione di fondo degli inquinanti, può essere effettuata, almeno in una fase iniziale, utilizzando una base di dati statisticamente significativa sulla qualità dell'aria .

☞ Per gli ambienti aperti e per gli inquinanti il cui livello di concentrazione in aria è normato è possibile fare riferimento alla **banca dati BRACE dell'ISPRA**

In particolare, a mezzo di tale banca dati è possibile, in base al posizionamento delle stazioni di rilevamento ed al periodo temporale di riferimento, identificare il livello di fondo per molti inquinanti, e comunque almeno per:

benzene, toluene, etilbenzene, isomeri dello xilene, benzo(a)pirene, IPA, arsenico, cadmio, cromo, manganese, nichel piombo e zinco e COV totali.

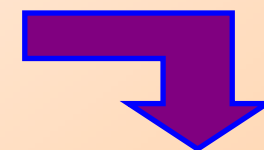
Problematiche relative alle misure di aria out/indoor:

Il fondo proveniente da altre sorgenti (background) (3/4)

Livelli di concentrazione di benzene nell'aria rilevati nelle regioni italiane
[elaborazione da database BRACE dell'ISPRA (accesso in data 20/04/2010)]

Regione	Zona rurale			Zona suburbana			Zona urbana		
	numero stazioni	media (medie annuali) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	% staz con val. max > limite*	numero stazioni	media (medie annuali) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	% staz con val. max > limite*	numero stazioni	media (medie annuali) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	% staz con val. max > limite*
ABRUZZO				1	-		2	4	100,0%
ALTO ADIGE							2	3	100,0%
BASILICATA	3	1	33,3%	2	1	0,0%	2	3	0,0%
CALABRIA	2	0	50,0%						
CAMPANIA				1	-		7	2	100,0%
EMILIA - ROMAGNA							14	2	50,0%
FRIULI VENEZIA GIULIA				4	2	50,0%	5	2	75,0%
LAZIO				1	4	100,0%	12	2	83,3%
LIGURIA				2	1	50,0%	7	3	80,0%
LOMBARDIA	5	1	25,0%	2	2	100,0%	14	2	58,3%
MARCHE	3	1	0,0%	8	3	66,7%	7	2	33,3%
MOLISE							7	2	28,6%
PIEMONTE				1	2	0,0%	11	2	87,5%
PUGLIA	1	-		4	2	0,0%	7	1	66,7%
SARDEGNA	2	1	100,0%	4	2	66,7%	4	1	25,0%
SICILIA				2	1	0,0%	14	3	100,0%
TOSCANA	1	1	0,0%	1	1	0,0%	5	2	75,0%
TRENTINO							1	1	0,0%
UMBRIA							4	1	66,7%
VALLE DI AOSTA							1	1	100,0%
VENETO							3	2	66,7%
Totale complessivo	17	1	30,8%	33	2	45,5%	129	2	68,3%

* non tutte per tutte le stazioni è disponibile un valore massimo (max), quindi la % è calcolata sul totale dei valori max disponibili - il valore limite per il benzene è $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$



**è stata
effettuata una
media delle
medie annuali
delle diverse
stazioni
esclusivamente
al fine di fornire
un ordine di
grandezza dei
livelli medi
nell'aria per tipo
di zona**

Problematiche relative alle misure di aria out/indoor:

Il fondo proveniente da altre sorgenti (background) (4/4)

- ✓ **Per gli ambienti confinati** occorrerebbe, se possibile, fare riferimento ad edifici posizionati in aree certamente non contaminate (dati di bianco).
- ✓ **Un maggiore livello di approfondimento** richiede strategie di misurazione mirate (es. gradienti di concentrazione all'interno dell'edificio in questione). [Dawson & McAlary, 2009; McHugh et al., 2004].
 - ☞ Alcune fonti sono praticamente ubiquitarie e difficilmente eliminabili (evaporazione da mobili o superfici di legno trattato, rilascio da depositi a lungo termine di prodotti chimici o combustibili), mentre altre sono intermittenti (fumo di sigaretta, evaporazione da puliture a secco, gas di scarico da garage adiacenti). Quindi la concentrazione di fondo di volatili può variare fortemente sia da un edificio all'altro che nel tempo all'interno dello stesso edificio.
- ✓ **Altre possibilità sono le seguenti:**
 - ☞ l'uso del radon come tracciante dei movimenti del soil-gas all'interno degli edifici, che consentirebbe di minimizzare l'interferenza dei livelli di fondo [McHugh et al., 2008].
 - ☞ utilizzare come markers di vapor intrusion i rapporti tra VOC specifici in aria e in altra matrice contaminata (soil-gas, falda), ad esempio almeno due dei potenziali contaminanti di interesse scarsamente biodegradabili, con almeno uno che abbia generalmente concentrazioni di background molto basse, da porre al denominatore, ad esempio TCE/1,1-DCE [Kurtz & Folkes, 2005]. .

Problematiche relative all'inalazione di polveri

Il manuale “Criteri Metodologici” [ISPRA, 2008] tiene conto, sia per gli ambienti industriali/commerciali che per quelli residenziali, del rischio di inalazione di polveri indoor provenienti dall'esterno, come frazione di quelle esterne. Suggerisce inoltre di porre cautelativamente pari all'unità tale frazione, rendendo di fatto equivalenti i fattori di trasporto nei due casi, indoor ed outdoor.

- ✓ **Gli ambienti indoor commerciali, e spesso anche quelli industriali, sono collocati in aree pavimentate e generalmente chiusi, climatizzati e/o aerati (previa filtrazione).**
 - ☞ **Valutare se, con tali garanzie, sia opportuno trascurare tale via espositiva.**
- ✓ **Per gli ambienti residenziali, diversi studi sperimentali, stimano la frazione di suolo nel particolato indoor tra il 30 ed il 70% [Oomen & Lijzen, 2004], mentre il modello CSOIL2000 la pone pari all'80% [Brande et al., 2007] .**
 - ☞ **Valutare l'opportunità di ridurre il valore di default proposto al parametro “Frazione di polvere indoor – F_i [adim.]”**

Problematiche relative all'inalazione di polveri

- ✓ Per gli ambienti residenziali, la modalità espositiva rilevante legata al particolato potrebbe essere rappresentata non tanto dalla inalazione quanto dalla ingestione di polveri, significativa peraltro esclusivamente per i bambini, in analogia ai risultati di uno studio condotto per il piombo [Oomen & Lijzen, 2004].



☞ Valutare quindi se, a maggior ragione, in tali ambienti la via espositiva “inalazione di particolato” sia trascurabile

- ✓ Con riferimento agli ambienti outdoor, il documento [APAT, 2008] prende in considerazione le polveri sollevate per erosione del vento, ma non quelle risospese dal traffico veicolare, che, ove presenti, cioè in casi di scenari non residenziali, in assenza di pavimentazione ed in presenza di traffico veicolare non trascurabile, risultano fornire un contributo a tale via espositiva nettamente prevalente rispetto quello da erosione eolica [NJDEP, 2008, Scott & Proctor, 2008].





☞ Valutare se tener conto di tale contributo, in che modo e in quali casi.

RIASSUMENDO....

✗ Sono state discusse le criticità relative all'attuale metodologia di valutazione del rischio da esposizione indoor/outdoor, riferite in particolare a:

-  sovrastima dei modelli analitici
-  inopportunità del confronto delle misure di concentrazione in aria o soil gas con i valori limite di esposizione professionale, anche nel caso in cui tale esposizione sia lavorativa

✗ Sono stati proposti:

-  una metodologia per la determinazione dei valori di riferimenti per esposizione indoor/outdoor
-  una procedura complementare a quanto proposto dal documento [APAT, 2008], con criteri alternativi, al fine di valutare l'accettabilità del rischio dovuto all'esposizione indoor/outdoor
-  alcuni spunti per distinguere e/o minimizzare il contributo di altre fonti di contaminazione ambientale
-  alcune valutazioni aggiuntive rispetto al documento [APAT, 2008] per la valutazione del rischio da inalazione di polveri



WORKSHOP

“Valutazione del rischio da intrusione di vapori nei siti contaminati”

Roma, 27 luglio 2010



GRAZIE PER L'ATTENZIONE !!!



Laura D'Aprile, ISPRA
Simona Berardi, ISPESL
Elisabetta Bemporad, ISPESL

