

# Costruzione del Modello Concettuale

**Dr. Marco Falconi, Ing. Laura D'Aprile**  
**APAT**

## Argomenti

- ✓ **Definizione e rappresentazione del Modello Concettuale**
  
- ✓ **Modifiche rev. 2 dei Criteri per**
  - ✓ **Sorgenti**
  - ✓ **Percorsi/Vie di Migrazione**
  - ✓ **Bersagli**

## Definizione del Modello Concettuale

La ricostruzione del mondo reale (naturale e antropico), dei suoi elementi e delle interazioni tra di essi, tramite strumenti matematici prende il nome di "modellizzazione". Tale astrazione permette, partendo da una geometria reale e quindi complessa, di dare vita ad uno schema fisico teorico semplificato.

Nell'ambito della analisi di rischio sanitario (AdR) connesso alla contaminazione di un sito, è necessario, quindi, individuare il 'Modello Concettuale del Sito' (MCS). Tale elaborazione è il frutto di indagini ed analisi di caratterizzazione del sito e la sua definizione comprende essenzialmente la ricostruzione dei caratteri delle tre componenti principali che costituiscono l'AdR:



## Definizione del Modello Concettuale



**Stima del RISCHIO o dell'Indice di Pericolo**



**Concentrazione Soglia di Rischio**

## Rappresentazione del MCS

Il Modello Concettuale del Sito può essere rappresentato mediante:

- ✓ Schemi a blocchi;
- ✓ Disegni (bidimensionali o tridimensionali);
- ✓ Tabelle.

I documenti inerenti l'applicazione dell'analisi di rischio per i siti contaminati devono riportare una chiara **rappresentazione** del Modello Concettuale del Sito sulla base delle risultanze della caratterizzazione effettuata ed una chiara **giustificazione e dimostrazione** di perché alcuni percorsi non sono attivi.

## Modello concettuale dei Criteri rev. 2

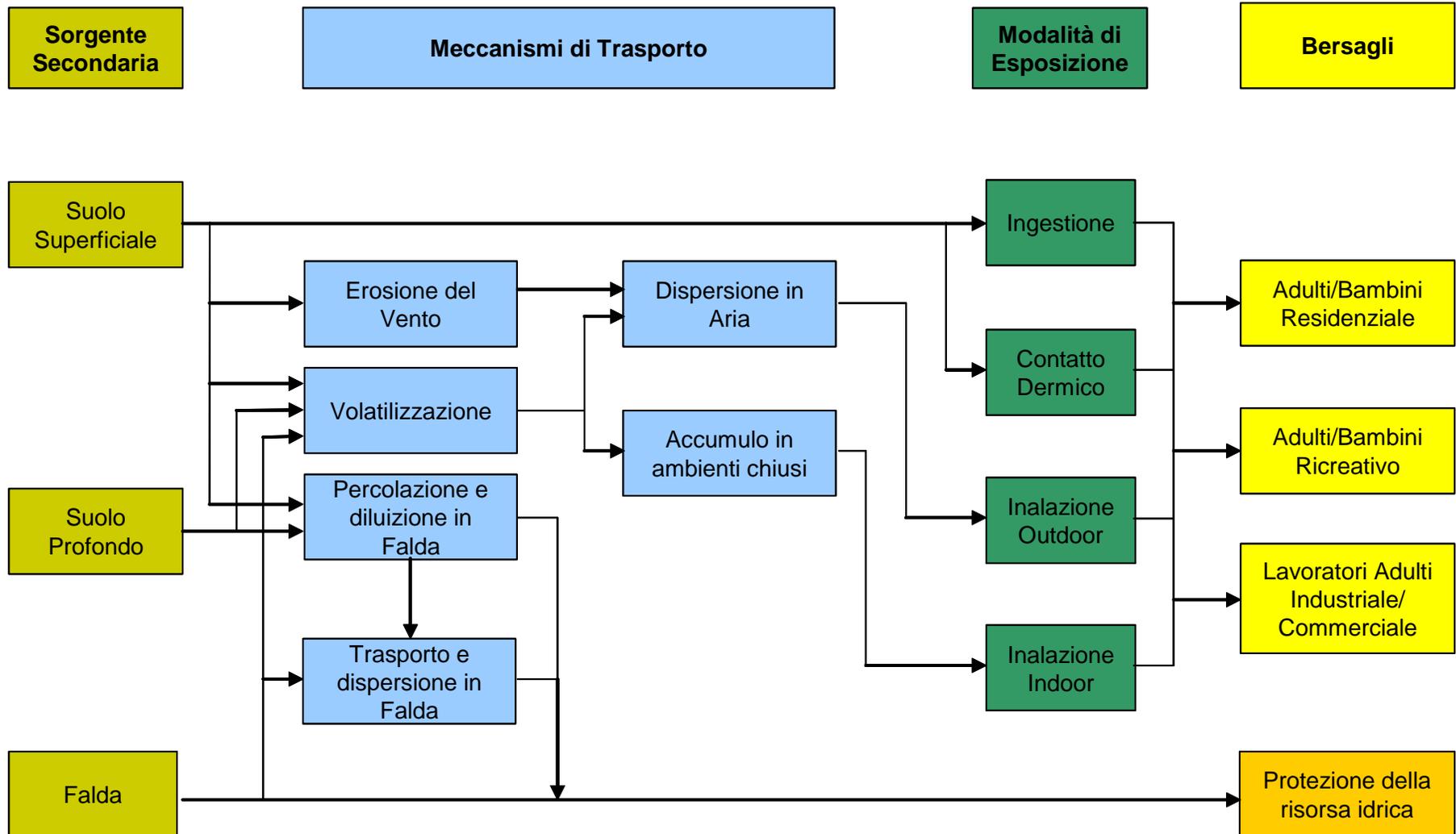


Diagramma di flusso [APAT rev. 2, 2008]

## Modello concettuale in RBCA 1.3

**RBCA Tool Kit for Chemical Releases**

### Exposure Pathway Identification

**1. Groundwater Exposure** ?

**Groundwater Ingestion/ Surface Water Impact**

Receptor: MCL, None, None  
 Type: On-site, Off-site1, Off-site2

Source Media:  
 Affected Groundwater  
 Affected Soils Leaching to Groundwater

Distance to GW receptors (cm):  
 On-site: 0, Off-site1: 0, Off-site2: 0

*GW Discharge to Surface Water Exposure*

Swimming  
 Fish Consumption  
 Aquatic Life Protection

**2. Surface Soil Exposure** ?

**Direct Ingestion and Dermal Contact**

Receptor: Com., No off-site receptors  
 Type: On-site

Construction Worker:

**3. Air Exposure** ?

**Volatilization and Particulates to Outdoor Air Inhalation**

Receptor: Res., None, None  
 Type: On-site, Off-site1, Off-site2 (cm): 0

Construction worker:

Affected Soils--Volatilization to Ambient Outdoor Air  
 Affected Groundwater--Volatilization to Ambient Outdoor Air  
 Affected Surface Soils--Particulates to Ambient Outdoor Air

**Volatilization to Indoor Air Inhalation**

Receptor: Com., No off-site receptors  
 Type: On-site

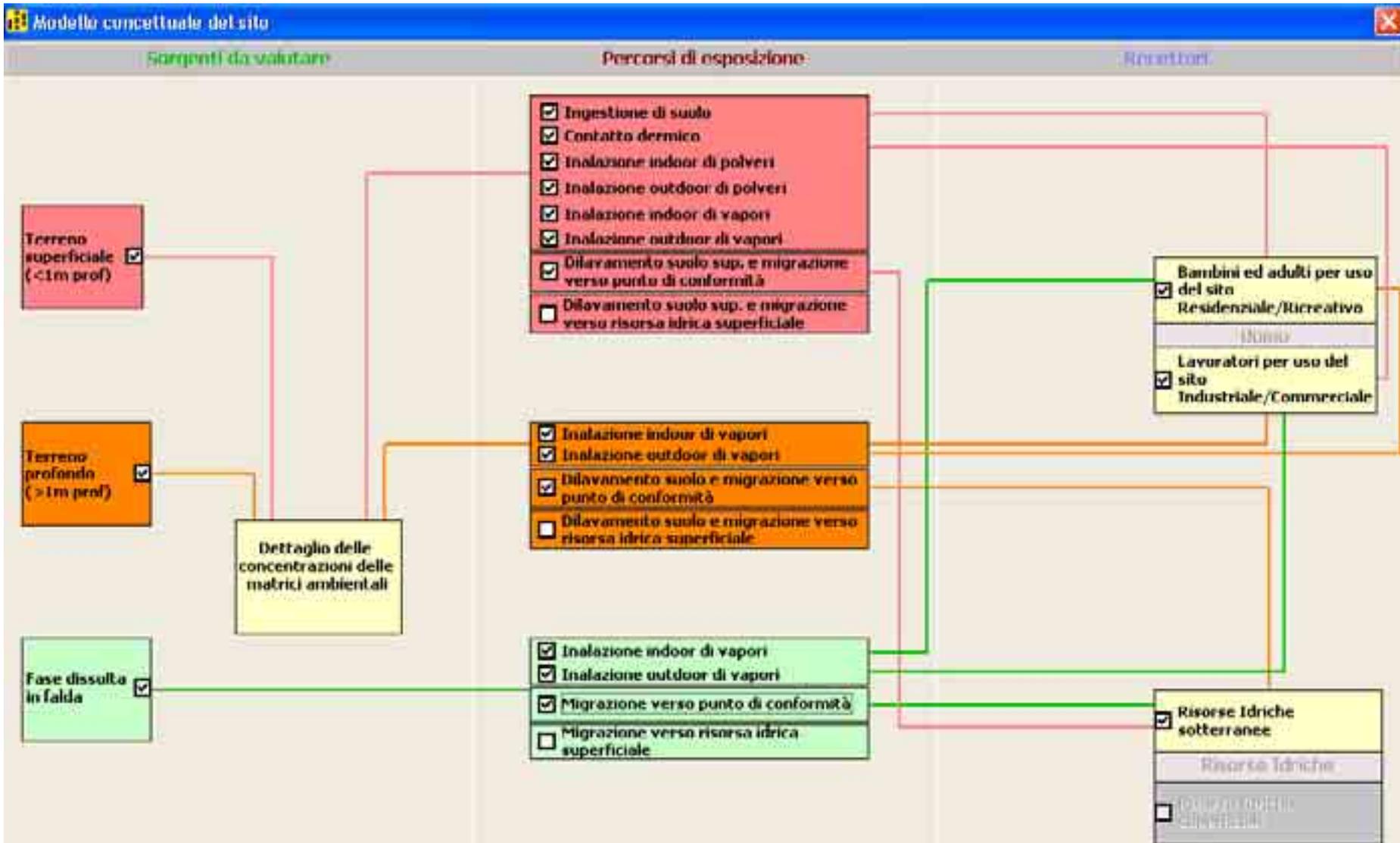
Affected Soils--Volatilization to Enclosed Space  
 Affected Groundwater--Volatilization to Enclosed Space

**4. Commands and Options**

Exposure Factors & Target Risks

Site Name:  
 Location:  
 Compl. By:  
 Job ID: Date: d gen yy

## Modello concettuale in Rome 2.1



## Modello concettuale in RISC 4

RISC
\_ □ X

File Information

➔
Continue

✖
Cancel

Description:

Save Date:

?  
Help

### Select Contaminated Media and Fate and Transport Models

Surface Soil  ✔

Soil Leaching Groundwater Surface Water 

Indoor Air Outdoor Air  ✔

### Select Exposure Pathways

**Exposure Routes for Surface Soil**

- Ingestion of soil
- Dermal contact
- Vegetable ingestion

**Groundwater Used Indoors**

- Ingestion
- Dermal contact
- Inhalation in the shower

**Groundwater Used For Irrigation**

- Ingestion
- Inhalation of volatiles
- Dermal contact w/ spray
- Vegetable ingestion

**Indoor Air**

- Inhalation Indoors

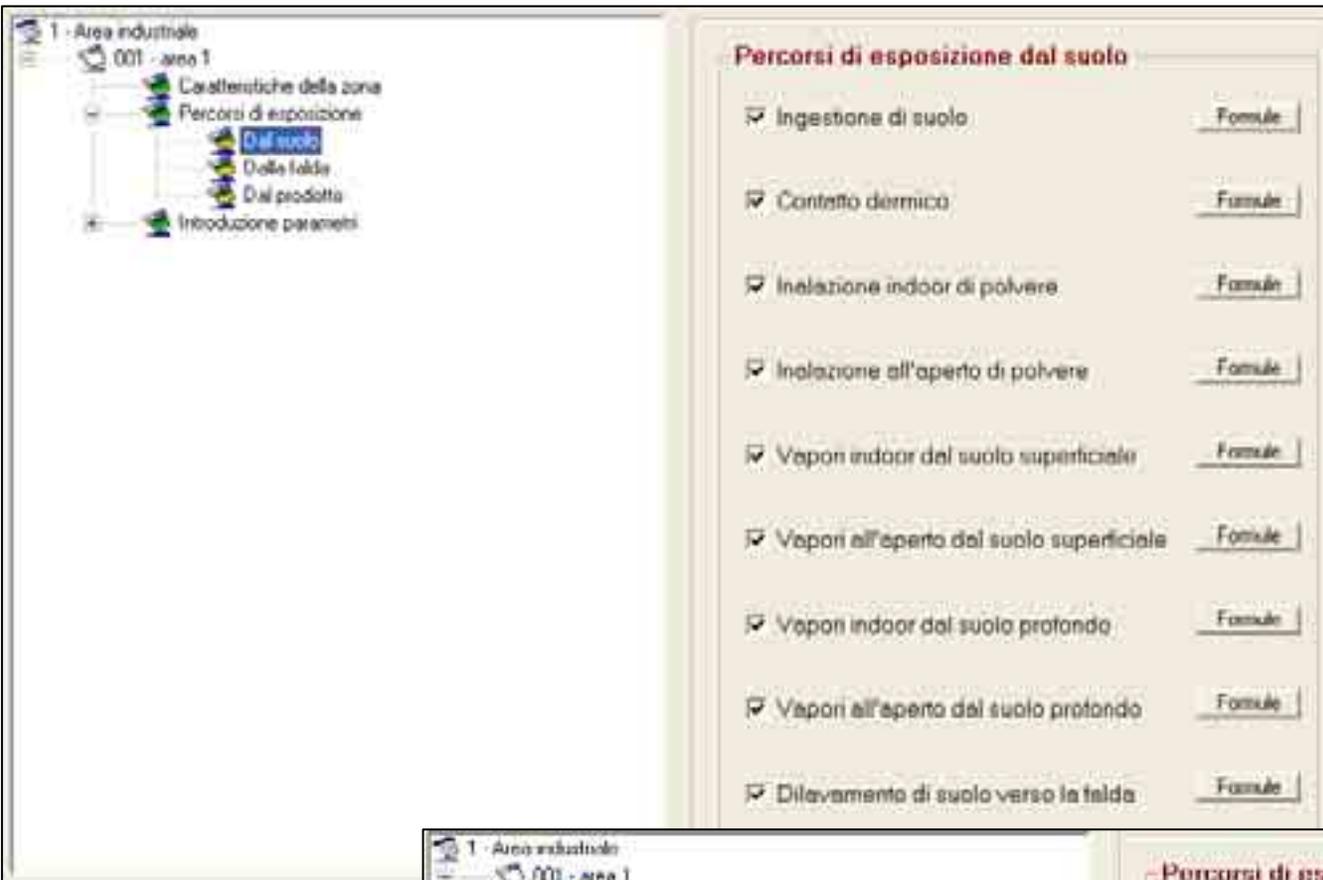
**Outdoor Air**

- Inhalation Outdoors

**Surface Water**

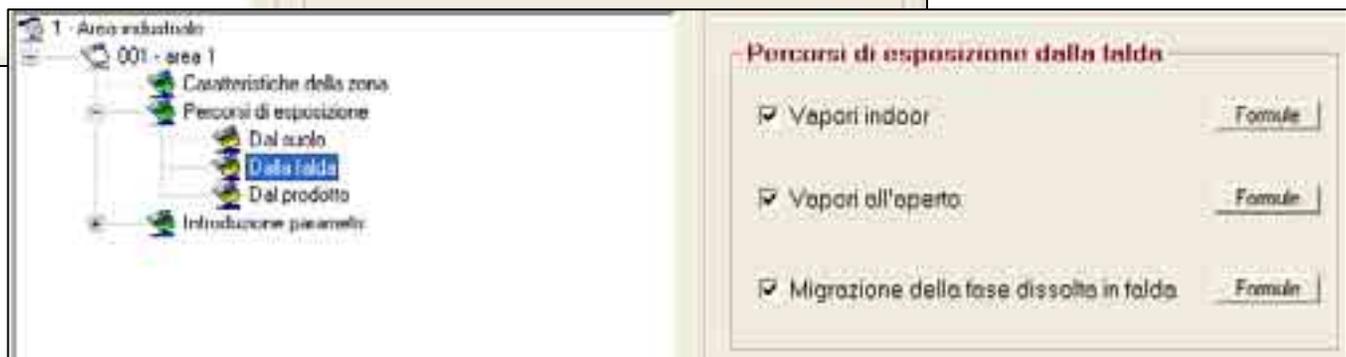
- Ingestion
- Dermal contact

## Modello concettuale in Giuditta 3.1



**Percorsi di esposizione dal suolo**

- Ingestione di suolo Formula
- Contatto dermico Formula
- Inhalazione indoor di polvere Formula
- Inhalazione all'aperto di polvere Formula
- Vapori indoor del suolo superficiale Formula
- Vapori all'aperto del suolo superficiale Formula
- Vapori indoor del suolo profondo Formula
- Vapori all'aperto del suolo profondo Formula
- Dilavamento di suolo verso la falda Formula



**Percorsi di esposizione dalla falda**

- Vapori indoor Formula
- Vapori all'aperto Formula
- Migrazione della fase dissolta in falda Formula

## Sorgenti

- ✓ Le sorgenti primarie di contaminazione (ad es: **cumuli, discariche**) non vengono prese in considerazione ai fini dell'applicazione dell'Analisi di Rischio in quanto, in conformità con il Dlgs 152/06 dovrebbero essere rimosse;
- ✓ Vengono prese in considerazione le seguenti sorgenti secondarie; suolo superficiale, suolo profondo, falda;
- ✓ **Non viene considerato il prodotto libero** come sorgente poiché deve essere rimosso;
- ✓ Per suolo superficiale si intende la porzione di suolo da 0 a -1 m dal piano campagna mentre per suolo profondo si intende la porzione di suolo insaturo da -1 m fino alla falda;
- ✓ La contaminazione del saturo è rappresentata dai valori misurati nelle acque sotterranee (condizioni stazionarie).

## Sorgenti - Modifiche Criteri rev. 2

### **Delimitazione delle Sorgenti**

- ✓ Criteri per la suddivisione in subaree
- ✓ Campionamento griglia e ragionato
- ✓ Tutto il sito sorgente

### **Area minima di esposizione**

- ✓ 50 metri x 50 metri

## Sorgente: area minima di esposizione

Sulla base della definizione dell'area di esposizione i documenti US.EPA individuano una area minima di esposizione al di sotto della quale non si può ragionevolmente supporre che il recettore possa permanere per tutta la durata di esposizione (ED). Il valore suggerito per tale area minima di esposizione è di **0,5 acri** corrispondenti a circa 2500 m<sup>2</sup> (**50 m x 50 m**).



Per particolari scenari di esposizione, di concerto con gli Enti di Controllo, è possibile assumere dimensioni inferiori. E' questo il caso, ad esempio, dei **punti vendita carburanti** per i quali l'intera estensione del sito può essere inferiore a 50 x 50 m.

Si osserva, comunque, che, in tutti i casi, dovranno essere presi in considerazione tutti i **bersagli off-site** potenzialmente esposti, con particolare riferimento ai residenti.

## Sorgenti secondarie di contaminazione

### Delimitazione delle Sorgenti

- ✓ Criteri per la suddivisione in subaree
- ✓ Campionamento griglia e ragionato
- ✓ Tutto il sito sorgente

### Area minima di esposizione

- ✓ 50 metri x 50 metri

### Differenziazione dimensioni tra SS e SP

## Sorgenti secondarie di contaminazione



**SUOLO SUPERFICIALE**

1 metro



**SUOLO PROFONDO**

## Percorsi – Vie di Migrazione

Si elencano di seguito i percorsi/vie di migrazione che intervengono nella procedura di analisi di rischio di livello 2 e i relativi fattori di trasporto (esposizione indiretta):

- ✓ lisciviazione in falda da suolo superficiale e/o profondo (LF);
- ✓ attenuazione in falda (DAF);
- ✓ volatilizzazione di vapori outdoor da suolo superficiale (VFss);
- ✓ volatilizzazione di vapori outdoor da suolo profondo (VFsamb);
- ✓ volatilizzazione di vapori outdoor da falda (VFwamb);
- ✓ emissione di particolato outdoor da suolo superficiale (PEF);
- ✓ emissione di particolato indoor da suolo superficiale (PEFin);
- ✓ volatilizzazione di vapori indoor da suolo (VFsesp);
- ✓ volatilizzazione di vapori indoor da falda (VFwesp);



## Percorsi – Modifiche Criteri rev. 2

### Inalazione polveri indoor

Il percorso in oggetto è stato ritenuto **non significativo**. I parametri e il fattore di trasporto relativo all'inalazione di polveri indoor sono stati lasciati nei Criteri in considerazione di eventuali **capannoni non pavimentati**.



Si osserva che, ai fini di una corretta valutazione del rischio derivante dall'inalazione di polveri indoor (ad es: nel caso di capannoni situati in aree contaminate e privi di pavimentazione) è opportuno che gli Enti di Controllo richiedano l'esecuzione di **campagne di monitoraggio delle polveri negli ambienti indoor**. Gli eventuali interventi di mitigazione del rischio da intraprendere dovranno essere basati preferibilmente sulle risultanze di tali monitoraggi.

## Percorsi – Modifiche Criteri rev. 2

### Migrazione verso acque superficiali

E' stato **eliminato** il percorso di migrazione dalle acque sotterranee alle acque superficiali e i relativi parametri di esposizione in quanto ritenuto non rappresentativo.



## Percorsi – Modifiche Criteri rev. 2

### Ingestione di acqua

E' stato eliminato il percorso di ingestione di acqua ed in conformità con il Dlgs. 04/08:

“A monte idrogeologico del punto di conformità così determinato e comunque limitatamente alle aree interne del sito in considerazione, la concentrazione dei contaminanti **può risultare maggiore della CSR** così determinata, purché compatibile con il **rispetto della CSC al punto di conformità** nonché compatibile con l'analisi del rischio igienico sanitario per ogni altro possibile recettore nell'area stessa”.

### Inalazione vapori indoor

E' stato affrontato il problema dell'intrusione di vapori nella **Appendice S**

### Frazione areale di fratture outdoor

**nout** potrà essere utilizzato solo per la **valutazione dell'infiltrazione efficace** e non per la stima del fattore di volatilizzazione. Il valore proposto è di **0,1** (10%)

## Scenari di Esposizione

Uno scenario di esposizione è **Residenziale** quando al suo interno sono presenti delle abitazioni che sono o potranno essere abitate. In questo territorio, i residenti sono in frequente contatto con gli inquinanti presenti, l'assunzione di sostanze inquinanti è giornaliera e a lungo termine con possibilità quindi di generare elevati rischi di esposizione.

Nello scenario di esposizione **Commerciale/Industriale** le persone esposte al maggior rischio di contaminazione sono i lavoratori presenti nel sito, i quali sono esposti alla contaminazione con frequenza praticamente giornaliera. Svolgendo attività fisiche impegnative i lavoratori presenti in sito saranno maggiormente esposti a determinate vie espositive.

Per **Ricreativo** si intende definire un qualsiasi terreno in cui la gente spende un limitato periodo di tempo giocando, pescando, cacciando o svolgendo una qualsiasi attività esterna. Dal momento che possono essere incluse attività molto differenti tra loro è necessaria una descrizione sito-specifica per definire i range di valore dei vari coefficienti di esposizione, che possono essere anche molto differenti tra loro.

## Bersagli (rischio per l'uomo)

Per quanto riguarda i bersagli della contaminazione, questi sono identificati in funzione della destinazione d'uso del suolo, compreso nell'area logica di influenza del sito potenzialmente contaminato. Le tipologie di uso del suolo prese in esame sono differenziate in:

- ✓ Residenziale (bersagli: adulti e bambini)
- ✓ Ricreativo (bersagli: adulti e bambini)
- ✓ Industriale/Commerciale (bersagli: adulti)

Si sottolinea che per quanto riguarda il bersaglio bambini, in assenza di dati di esposizione sito-specifici, si intende individui aventi una età compresa tra 0 - 6 anni.

## Bersagli (rischio falda)

$$C_{CSC} = C_{POE}^{GW}$$



$$C_{POE}^{GW} = FT \times C_{suolo}$$

$$C_{POE}^{GW} = FT \times C_{falda}$$

$$R_{GW} = \frac{C_{POE}^{GW}}{CSC_{GW}}$$

$$R_{GW(\text{accettabile})} \leq 1$$

Il punto di conformità è definito come il punto "teorico" o "reale" di valle idrogeologico, in corrispondenza del quale l'Ente di Controllo deve richiedere il rispetto degli obiettivi di qualità delle acque sotterranee. Tale punto deve essere posto coincidente con il più vicino pozzo ad uso idropotabile o, qualora all'interno del sito non siano presenti pozzi ad uso idropotabile, in corrispondenza del **limite di proprietà dell'area** o, nel caso di siti di grandi dimensioni, in corrispondenza del confine della singola subarea.

## Bersagli off-site

Si definiscono **bersagli on-site** quelli posti in corrispondenza della sorgente di contaminazione, e **bersagli off-site** quelli posti ad una certa distanza da questa.



## Informazioni necessarie su recettori

Al fine di poter localizzare gli stessi, è necessario reperire delle **specifiche informazioni** riguardanti l'area oggetto di indagine. Alcuni di queste informazioni riguardano:

- ✓ l'uso del sito attuale e la destinazione d'uso prevista dagli strumenti urbanistici;
- ✓ l'uso del suolo nell'intorno del sito (residenziale, industriale, commerciale, agricolo, ricreativo);
- ✓ la presenza di pozzi e l'utilizzo delle acque (potabile, irriguo, ricreativo);

## Valutazione di Scenari Futuri

*Da Criteri Metodologici (rev.2):*

In particolare, se le due destinazioni d'uso del sito (attuale e futura) non risultano coincidenti, è opportuno effettuare una analisi di rischio per ognuna di esse e quindi selezionare il risultato maggiormente cautelativo in termini di rischio. In generale, non essendo possibile prevedere il tipo di attività associabile in futuro al sito, l'analisi di rischio deve essere eseguita rispetto alla situazione attuale, fermo restando che è sempre necessario prevedere la conduzione di una valutazione di rischio integrativa al momento dell'attuazione del cambiamento di destinazione e/o di utilizzo del sito.

Delle risultanze relative alla/e analisi di rischio condotte dovrebbe essere mantenuta traccia negli strumenti di pianificazione urbanistica (inserimento prescrizione specifica nei verbali di CdS da parte del MATTM).

## Esempi di prescrizioni in caso di modifica del MCS

✓ Si osserva che la validità delle risultanze dell'analisi di rischio presentata dall'Azienda, con riferimento alle "aree pavimentate", è strettamente connessa alla efficienza/efficacia delle pavimentazioni presenti nell'interruzione dei percorsi diretti. Tali pavimentazioni dovranno essere oggetto di costante manutenzione da parte dell'Azienda e di controlli periodici da parte di ARPAV per l'accertamento di eventuali fenomeni visibili di degrado (ad es: fessurazione). Qualora, a seguito di esigenze produttive o urbanistiche, le pavimentazioni vengano rimosse, dovrà essere condotta una nuova analisi di rischio che tenga conto dei percorsi di esposizione diretti. Dovrà essere inoltre tenuta traccia all'interno degli strumenti urbanistici delle risultanze dell'analisi di rischio effettuata e dell'ubicazione delle pavimentazioni.

✓ Qualsiasi realizzazione edilizia e/o modifica di destinazione d'uso effettuata all'interno dell'area oggetto dell'intervento, dovrà essere preceduta dalla presentazione agli Enti competenti di una variante al progetto approvato che dovrà contenere una revisione dell'analisi di rischio sito specifica condotta secondo i criteri metodologici elaborati dal gruppo di lavoro APAT/ARPA/ISS/ISPEL, che consenta di stimare il rischio sanitario ed ambientale associato a tutte le vie di esposizione attivate e/o attivabili. Sulla base delle risultanze di tali analisi saranno eventualmente prescritte, in sede di rilascio delle autorizzazioni richieste, le opportune limitazioni d'uso.