

INAIL



RECONnet

**Giornata di
formazione**

**Il software di analisi di
rischio “Risk-net”
[D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.]**

Caso applicativo Risk-Net Soil-Gas / Vapor Intrusion

Igor Villani
Provincia di Ferrara

Caso applicativo: presentazione

Sito industriale dismesso (ex metalmeccanica) da riqualificare

- Contaminazione nelle acque di falda da organoclorurati

Sorgente soil-gas

- Campionatori multilivello con sonde ogni metro, una nell'insaturo altre quattro nel saturo.

AdR

- Valutazioni di rischio per volatilizzazione di vapori da sorgente soil-gas

Caso applicativo

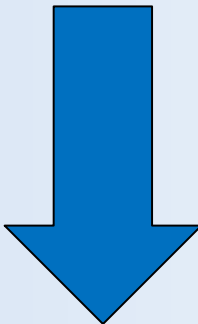
- ✓ Settaggio Software
- ✓ Valutazione risultato
- ✓ Confronto tra sorgenti soil-gas a diverse profondità
- ✓ Valutazioni Cpoe da sorgente falda e da sorgente soil-gas
- ✓ Confronto Risknet e Risc

Modello Concettuale: Paradigma base

Comandi			Sito:	ID:	Risk-net	
Continua	HELP	Stampa	Comp. da:	Data:	Modello Concettuale	Seleziona Tutte Deseleziona Tutte
Sorgente	Esposizione		On-Site		Off-site	
Suolo Superficiale	Contatto Diretto Volatilizzazione Erosione vento Dilavamento	<input type="checkbox"/> Ingestione di Suolo e Contatto Dermico <input checked="" type="checkbox"/> Inalazione Vapori Outdoor <input checked="" type="checkbox"/> Inalazione Vapori Indoor <input type="checkbox"/> Inalazione Polveri Outdoor <input type="checkbox"/> Inalazione Polveri Indoor <input type="checkbox"/> Lisciviazione in Falda	<input type="checkbox"/> On-Site <input checked="" type="checkbox"/> On-Site <input checked="" type="checkbox"/> On-Site <input type="checkbox"/> On-Site <input type="checkbox"/> On-Site <input type="checkbox"/> On-Site	<input type="checkbox"/> No Off-Site <input type="checkbox"/> Off-Site (ADF) <input type="checkbox"/> No Off-Site <input type="checkbox"/> Off-Site (ADF) <input type="checkbox"/> No Off-Site <input type="checkbox"/> Off-Site (DAF)		
Suolo Profondo	Volatilizzazione Dilavamento	<input checked="" type="checkbox"/> Inalazione Vapori Outdoor <input checked="" type="checkbox"/> Inalazione Vapori Indoor <input type="checkbox"/> Lisciviazione in Falda	<input checked="" type="checkbox"/> On-Site <input checked="" type="checkbox"/> On-Site <input type="checkbox"/> On-Site	<input type="checkbox"/> Off-Site (ADF) <input type="checkbox"/> No Off-Site <input type="checkbox"/> Off-Site (DAF)		
Falda	Volatilizzazione Diretto	<input checked="" type="checkbox"/> Inalazione Vapori Outdoor <input checked="" type="checkbox"/> Inalazione Vapori Indoor <input type="checkbox"/> Contaminazione in Falda	<input checked="" type="checkbox"/> On-Site <input checked="" type="checkbox"/> On-Site <input type="checkbox"/> On-Site	<input type="checkbox"/> Off-Site (DAF) <input type="checkbox"/> Off-Site (DAF) <input type="checkbox"/> Off-Site (DAF)		

Si può avere sorgente soil-gas in ogni matrice

Selezione contaminanti

[illegible]

Definizione CRS

Comandi

Continua

CRS MADEP

HELP

Stampa

Suolo Superficiale

Prof. soil-gas
da p.c. (m)

0,5

Contaminanti

CRS
[mg/kg s.s.]

CRS soil-gas
[mg/m³]

Cloruro di vinile

4,00E-02

Dicloroetilene - 1,1

4,00E-01

ID:

Risk-net

Data:

Concentrazioni

Prof. soil-gas
da p.c. (m)

1

CRS
[mg/kg s.s.]

CRS soil-gas
[mg/m³]

4,00E-01

4,00E-02

CRS
[mg/L]

CRS soil-gas
frangia cap.
[mg/m³]


4,00E-01


4,00E-02


Modello Concettuale: Recettore


Scenario di Esposizione


On-Site



Residenziale Ricreativo


Adjusted


Adulto


Bambino


Commerciale Industriale


Adulto
Lavoratore

ON-SITE

Default HELP Continua

Modello Concettuale: Parametri di esposizione

A1
fx

Comandi

Continua
HELP
Stampa

Sito:
Comp. da:

ID:
Data:

Risk-net
 Parametri di Esposizione

Default ISPRA

Parametri di esposizione	Simbolo	Unità di misura	Residenziale / Ricreativo		Industriale	Residenziale / Ricreativo		Industriale
			Adulto	Bambino	Adulto	Adulto	Bambino	Adulto
Fattori comuni			On-Site			Off-Site		
Peso corporeo	BW	kg	70	15	70	70	15	70
Durata di esposizione sostanze cancerogene	ATc	anni	70			70		
Durata di esposizione sostanze non cancerogene	ED	anni	24	6	25	24	6	25
Frequenza di esposizione	EF	giorni/anno	350	350	250	350	350	250
Ingestione di suolo								
Frazione di suolo ingerita	FI	adim	1,0	1,0	1,0	NA	NA	NA
Tasso di ingestione di suolo	IR	mg/giorno	100,0	200,0	50,0	NA	NA	NA
Contatto dermico con suolo								
Superficie di pelle esposta	SA	cm²	5700,0	2800,0	3300,0	NA	NA	NA
Fattore di aderenza dermica del suolo	AF	mg/cm²/giorno	0,07	0,20	0,20	NA	NA	NA
Inalazione di aria outdoor								
Frequenza giornaliera di esposizione	EFgo	ore/giorno	24	24	8	24	24	8
Inalazione outdoor (a);(b)	Bo	m³/ora	0,9	0,7	2,5	0,9	0,7	2,5
Frazione di particelle di suolo nella polvere	Fsd	adim	1,0			1,0		
Inalazione di aria Indoor								
Frequenza giornaliera di esposizione	EFgi	ore/giorno	24	24	8	24	24	8
Inalazione indoor (b)	Bi	m³/ora	0,9	0,7	0,9	0,9	0,7	0,9
Frazione indoor di polvere all'aperto	Fi	adim	1,0			1,0		
Ingestione di acqua potabile								
Tasso di ingestione di acqua	IRw	L/giorno	2,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0

(a) In caso di intensa attività fisica, in ambienti residenziali outdoor si suggerisce l'utilizzo di un valore maggiormente conservativo, pari a 1,5 m³/ora per gli adulti, e di 1,0 m³/ora per i bambini.

(b) Per l'ambito commerciale/industriale si suggerisce di utilizzare nel caso di dura attività fisica un valore pari a 2,5 m³/ora è da utilizzare mentre, nel caso di attività moderata e sedentaria è più opportuno utilizzare un valore rispettivamente pari a 1,5 e 0,9 m³/ora.

Modello Concettuale: Caratteristiche Sito

Ls_SS
0

Comandi

Continua
Sblocca Input
HELP
Stampa

Sito:
ID: Risk-net
Comp. da:
Data:
Caratteristiche Sito

Default ISPRA

Zona Insatura

			Default ISPRA	Default ASTM	Valore	Check
L _s (SS)	Profondità del top della sorgente nel suolo superficiale rispetto al p.c.	m	0	0	0,0	ok
L _s (SP)	Profondità del top della sorgente nel suolo profondo rispetto al p.c.	m	1	1	1,0	ok
d	Spessore della sorgente nel suolo superficiale (insaturo)	m	1	1	1,0	ok
d _s	Spessore della sorgente nel suolo profondo (insaturo)	m	2	2	0,0	ok
L _{GW}	Profondità del piano di falda	m	3	3	1,5	ok
h _v	Spessore della zona insatura	m	2,812	2,95	0,000	ok
f _{oc, SS}	Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo superficiale	g-C/g-suolo	0,01	0,01	0,01	ok
f _{oc, SP}	Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo profondo	g-C/g-suolo	0,01	0,01	0,01	ok
t _{LF}	Tempo medio di durata del lisciviato	anni	25	25	30,0	ok
pH	pH	adim.	6,8	6,8	6,8	ok
ρ _s	Densità del suolo	g/cm ³	1,7	1,7	1,7	ok
θ _a	Porosità efficace del terreno in zona insatura	adim.	Selezione Tessitura		0,353	ok
θ _w	Contenuto volumetrico di acqua	adim.	LOAMY SAND		0,103	ok
θ _a	Contenuto volumetrico di aria	adim.			0,25	ok
θ _{wcap}	Contenuto volumetrico di acqua nelle frangia capillare	adim.			0,318	ok
θ _{acap}	Contenuto volumetrico di aria nelle frangia capillare	adim.			0,035	ok
h _{cap}	Spessore frangia capillare	m	Tessitura selezionata: LOAMY SAND		0,188	
I _{ef}	Infiltrazione efficace	cm/anno	30	<input type="checkbox"/> Calcolato	14,9769	no check
P	Piovosità	cm/anno	---	---	129,0	no check
η _{outdoor}	Frazione areale di fratture outdoor	adim.	1	1	1,0	ok

Per suolo superficiale e suolo profondo la soggiacenza del punto sorgente soil-gas non cambia al variare dei parametri geometrici della zona satura. Diversamente, cambiando la profondità del piano di falda cambia anche il punto sorgente nella frangia capillare

Modello Concettuale: Caratteristiche Sito

Ls_SS
0

Comandi

Continua
Sblocca Input
HELP
Stampa

Sito:
ID:
Risk-net

Comp. da:
Data:
Caratteristiche Sito

Ambiente Outdoor

			Default ISPRA	Default ASTM	Valore	Check
δ_{air}	Altezza della zona di miscelazione	m	2	2	2,0	no check
W'	Estensione della sorgente nella direzione principale del vento	m	45	45	45,0	no check
S_w'	Estensione della sorgente nella direzione ortogonale a quella del vento	m	45	45	45,0	no check
U_{air}	Velocità del vento	m/s	2,25	2,25	2,25	no check
P_e	Portata di particolato per unità di superficie	$g/(cm^2 \cdot s)$	6,90E-14	6,9E-14	6,90E-14	no check
$T_{outdoor}$	Tempo medio di durata del flusso di vapore	anni	30	30	30,0	ok
POC ADF	Distanza recettore off site (ADF)	m	100	100	100,0	no check
σ_y	Coefficiente di dispersione trasversale	m	<div> --- CUSTOM --- </div>		10,0	no check
σ_z	Coefficiente di dispersione verticale	m			10,0	no check

Ambiente Indoor

			Default ISPRA	Default ASTM	Valore	Check
Edificio On-Site						
Z_{crack}	Profondità fondazioni da p.c.	m	0,15	0,15	0,15	ok
L_{crack}	Spessore delle fondazioni/muri	m	0,15	0,15	0,15	no check
η	Frazione areale di fratture indoor	adim.	0,01	0,01	0,01	ok
L_b	Rapporto tra volume indoor ed area di infiltrazione	m	3	3	6,0	no check
θ_{wcrack}	Contenuto volumetrico di acqua nelle fratture	adim.	0,12	0,12	0,12	ok
θ_{acrack}	Contenuto volumetrico di aria nelle fratture	adim.	0,26	0,26	0,26	ok
ER	Tasso di ricambio di aria indoor	1/s	2,30E-04	2,30E-04	1,40E-04	no check
T_{indoor}	Tempo medio di durata del flusso di vapore	anni	25	25	30,0	ok
Δp	Differenza di pressione tra indoor e outdoor	$g/(cm \cdot s^2)$	0	<input type="checkbox"/> $\Delta p > 0$	0,0	no check
K_v	Permeabilità del suolo al flusso di vapore	m^2	1,00E-12	1,00E-12	1,00E-12	no check
A_b	Superficie totale coinvolta nell'infiltrazione	m^2	7,00E+01	7,00E+01	7,00E+01	no check
X_{crack}	Perimetro delle fondazioni/muri	m	3,40E+01	3,40E+01	3,40E+01	no check
μ_{air}	Viscosità del vapore	$g/(cm \cdot s)$	1,81E-04	1,81E-04	1,81E-04	no check

Opzioni di calcolo

Opzioni di Calcolo

Esaurimento Sorgente

SAH

DAF

VFsamb e VFss

Csat

Units

C Soil-Gas

Esaurimento sorgente

Volatilizzazione

☒ Suolo Superficiale (Utilizza valore minore tra VFss1 e VFss2)
 ☒ Suolo Profondo (Utilizza valore minore tra VFsamb1 e VFsamb2)

Lisciviazione

$$VF_{ss}(1) = \frac{2 \cdot W' \cdot \rho_s}{U_{air} \cdot \delta_{air}} \sqrt{\frac{D_s^{eff} \cdot H}{\pi \cdot \tau_{outdoor} \cdot (\theta_w + K_s \cdot \rho_s + H \cdot \theta_a)}} \cdot 10^3$$

$$VF_{ss}(2) = \frac{W' \cdot \rho_s \cdot d}{U_{air} \cdot \delta_{air} \cdot \tau_{outdoor}} \cdot 10^3$$

HELP

Default ISPRA

Continua

11

Opzioni di calcolo

Opzioni di Calcolo [X]

Esaurimento Sorgente SAM DAF **VF samb e VF ss** Csat Units C Soil-Gas

Volatilizzazione Outdoor da Suolo Superficiale

☐ Considera attenuazione se $L_s > 0$ (utilizza VF samb)

Volatilizzazione Outdoor da Suolo Profondo

☒ Utilizza il minore tra VF samb e VF ss

$$\frac{H \cdot \rho_s}{(\theta_w + K_s \cdot \rho_s + H \cdot \theta_a) \cdot \left(1 + \frac{U_{air} \cdot \delta_{air} \cdot L_{s(SS)}}{D_s^{eff} \cdot W'}\right)} \cdot 10^3$$

HELP Default ISPRA Continua

Opzioni di calcolo

Opzioni di Calcolo

Esaurimento Sorgente SAM DAF VF samb e VFss Csat Units **C Soil-Gas**

Concentrazione nel Soil-Gas

- ☒ Per volatilizzazione outdoor utilizza concentrazione Soil-gas (se definita)
- ☒ Per volatilizzazione indoor utilizza concentrazione Soil-gas (se definita)


HELP Default ISPRA Continua

Risultati

Determinazione rischio da
soil gas per ogni sorgente.

Cpoe



Rischio 

Suolo Superficiale

Calcolo Rischio

Riepilogo Output

Suolo Profondo

Calcolo Rischio

Riepilogo Output

Falda

Calcolo Rischio

Riepilogo Output

NAPL

Valori di Screening

Continua

Vengono calcolate le concentrazioni in ambiente indoor ed outdoor da ogni sorgente soil-gas


Comandi			Sito:	ID:	Risk-net
Continua	HELP	Stampa	Comp. da:	Data:	Concentrazioni al punto di

Suolo Superficiale

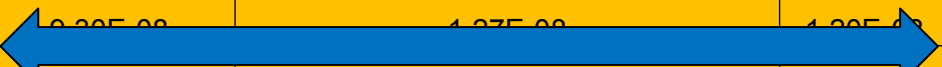
Contaminanti	CRS [mg/kg s.s.]	CRS soil-gas [mg/m³]	Csat [mg/kg s.s.]	on-site			off-site	
				Coutdoor [mg/m³]	Cindoor [mg/m³]	Cfalda [mg/L]	Coutdoor [mg/m³]	Cfalda [mg/L]
Dicloroetilene - 1,1	0,00E+00	4,00E-01	1,82E+03	1,62E-07	2,18E-05	NA	NA	NA
Cloruro di vinile	0,00E+00	4,00E-02	1,13E+03	1,76E-08	2,57E-06	NA	NA	NA

Si apprezza la riduzione del rischio con l'aumento della profondità della sorgente. Importante determinare il punto effettivo di monitoraggio. Per il CVM la variazione di rischio è maggiore rispetto all' 1,1 DCE, causata da differenti proprietà del composto (compresa tossicità dal momento che si valuta il rischio)

CVM

	SS	SP	Fr. Cap. 1,5 m	3 m	15 m
Indoor					
R	1,99E-09				
HI	6,32E-06	6,13E-06	7,45E-07	7,02E-07	6,26E-07
Outdoor					
R	3,78E-11	3,78E-11	5,56E-12	5,50E-12	5,04E-12
HI	1,20E-07	1,20E-07	1,77E-08	1,75E-08	1,60E-08

1,1 DCE

	SS	SP	Fr. Cap. 1,5 m	3 m	15 m
Indoor					
R	9,60E-08				
HI	2,69E-05	2,61E-05	3,57E-06	3,37E-06	2,98E-06
Outdoor					
R	1,98E-09	1,98E-09	3,08E-10	3,04E-10	2,75E-10
HI	5,54E-07	5,54E-07	8,62E-08	8,51E-08	7,71E-08

RISCHI ACCETTABILI

Confronto tra sorgente soil-gas ss e sorgente falda.

Comandi			
Continua		CRS MADEP	HELP
		Stampa	
Suolo Superficiale		Prof. soil-gas da p.c. (m)	0,5
Contaminanti	CRS [mg/kg s.s.]	CRS soil-gas [mg/m³]	
Cloruro di vinile		4,00E-02	
Dicloroetilene - 1,1		4,00E-01	

Presentativa alla sorgente (CRS)			
Falda			
Contaminanti	CRS [mg/L]	CRS soil-gas frangia cap. [mg/m³]	
Cloruro di vinile	3,00E-03		
Dicloroetilene - 1,1	1,00E-01		

Confronto Rischi

Soil-gas ss

On-Site

Contaminanti	Cumulative Outdoor (Ingestione, Contatto Dermico, Vapori e Polveri Outdoor)		Cumulative Indoor (Vapori e Polveri Indoor)	
	R	HI	R	HI
Cloruro di vinile	3,78E-11	1,20E-07	1,99E-09	6,32E-06
Dicloroetilene - 1,1	1,98E-09	5,54E-07	9,60E-08	2,69E-05

Falda

On-site

Contaminanti	Protezione Risorsa Idrica		Inalazione Vapori Outdoor		Inalazione Vapori Indoor	
		R GW	R	HI	R	HI
Cloruro di vinile	---	---	4,63E-10	1,47E-06	1,95E-08	6,20E-05
Dicloroetilene - 1,1	---	---	8,23E-08	2,31E-05	3,41E-06	9,56E-04

CSR

Per la sorgente soil-gas il software non calcola delle CSR soil-gas in backward. Le CSR che vengono calcolate sono quelle della matrice corrispondente!!!

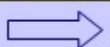
SS

On-site

Contaminanti	Cumulativo Outdoor (Ingestione, Contatto Dermico, Vapori e Polveri Outdoor)				Cumulativo Indoor (Vapori e Polveri Indoor)			
	CSR [mg/kg s.s.]	KEY	R	HI	CSR [mg/kg s.s.]	KEY	R	HI
Cloruro di vinile	2,59E+01	C	2,33E-08	7,42E-05	6,03E-01	C	1,00E-06	3,18E-03
Dicloroetilene - 1,1	4,55E+00	C	2,33E-08	6,54E-06	1,06E-01	C	1,00E-06	2,80E-04

RIPARTIZIONE

Selezione Contaminante



Cloruro di vinile



Cloruro di vinile

Concentrazioni definite dall'utente

Concentrazione totale nel suolo	0,00E+00	mg/kg
Concentrazione nel soil-gas	4,00E-02	mg/m³

Concentrazioni al punto di esposizione

On-site

Coutdoor	1,76E-08	mg/m³
Cindoor	2,57E-06	mg/m³
Cfalda	NA	mg/L

Off-site

Coutdoor	NA	mg/m³
Cfalda	NA	mg/L

Concentrazioni calcolate nelle diverse fasi

Concentrazione disciolta	0,00E+00	mg/L
Concentrazione nel soil-gas	0,00E+00	mg/m³
Concentrazione Adsorbita	0,00E+00	mg/kg
Concentrazione nella fase separata	0,00E+00	mg/kg

Proprietà chimico-fisiche

Solubilità	2,76E+03	mg/L
Concentrazione di saturazione (Csat)	1,13E+03	mg/kg
Costante di Henry	1,11E+00	-
Koc	1,86E+01	(mg/kg)/(mg/L)
Koc funzione del ph?	no	
Fase adsorbita - fase disciolta (ks)	1,86E-01	(mg/kg)/(mg/L)
Ripartizione suolo - fase disciolta (Ksw)	4,10E-01	(mg/kg)/(mg/L)

Distribuzione in peso nelle diverse fasi

- Fase disciolta
- Soil-gas
- Adsorbito
- Fase separata

Confronto con RISC

Choose Options for Estimating Indoor or Outdoor Air Concentrations:

Choose Indoor or Outdoor Air

☒ Estimate/Enter Air Concentrations:

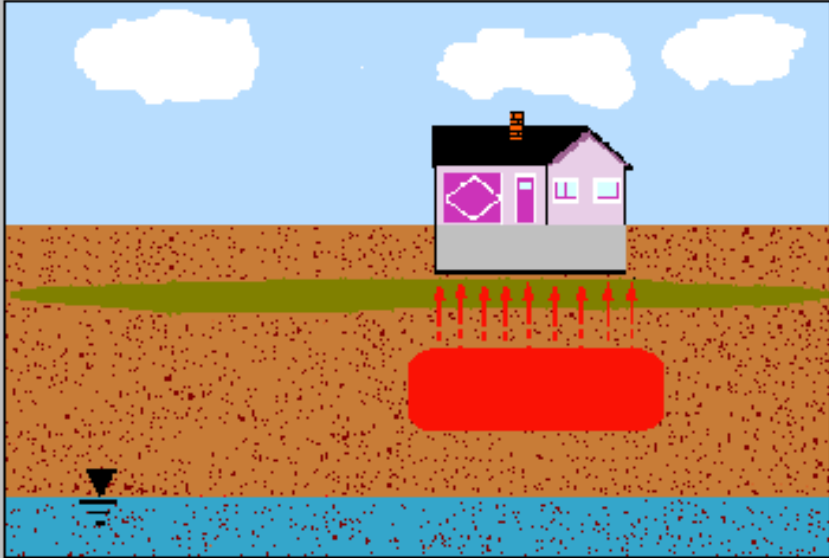
- ☒ Indoor air concentrations
- ☐ Outdoor air concentrations

Choose Model

Options for Estimating Concentrations:

- ☐ Fixed air concentrations
- ☐ Vapor model from groundwater
- ☒ Vapor model from soil
 - ☒ Johnson and Ettinger
 - ☐ Dominant layer model
 - ☐ Oxygen-limited model

Source Term: ☐ Soil ☒ Soil Gas



The diagram shows a cross-section of the ground. At the top is a blue sky with white clouds. Below is a green lawn. A pink house with a black roof and a chimney is situated on the lawn. Below the lawn is a brown soil layer. A red rectangular source is located in the soil, with several red arrows pointing upwards from it towards the house, indicating the entry of soil gas into the indoor air. At the bottom of the soil layer is a blue layer representing groundwater, with a small black triangle and horizontal lines indicating the water level.

Non si può avere attivare indoor e outdoor contemporaneamente, non si possono avere diverse sorgenti in contemporanea e la profondità sorgente soil-gas è unica

Risultati

CVM

	SS
Indoor	
R	1,99E-09
HI	6,32E-06

SUMMARY OF CARCINOGENIC RISK For Soil Gas Source		
CASE 1: Worker - RME		
	Inhalation of Indoor Air	TOTAL
ISS_1,1-Dicloroetilene	9.6E-08	9.6E-08
ISS_Cloruro di vinile	2.0E-09	2.0E-09

DCE

	SS
Indoor	
R	9,60E-08
HI	2,69E-05

SUMMARY OF HAZARD QUOTIENTS For Soil Gas Source		
CASE 1: Worker - RME		
	Inhalation of Indoor Air	TOTAL
ISS_1,1-Dicloroetilene	2.7E-05	2.7E-05
ISS_Cloruro di vinile	6.3E-06	6.3E-06