

# Contaminazione delle acque sotterranee attuale e “potenziale”

Simone Busoni e *Alessandro Gnocchi*

<http://projectfoks.eu>

# Premesse (1)



## 1. Contaminazione attuale

### *monitoraggio*

- superamento CSC  
tab. 2, All. 5, parte IV, D.Lgs. n. 152/2006  
al pozzo idropotabile/confine D.Lgs. n. 4/2008
  - o
- superamento CSR (dentro il sito)



# Monitoraggio (1)



## Come detto, lo abbiamo visto stamani:

- Il monitoraggio delle acque sotterranee dell'area pilota FOKS: tecniche innovative e risultati – *dott.ssa S. Bertoldo*
- Solventi clorurati nelle acque di falda: modalità di conservazione dei campioni e principali tecniche di analisi – *dott. A. Serena, dott. M. Marcon*



# Situazione e conseguenze (1)



Sorgente nel terreno o in falda

e

contaminazione delle acque sotterranee  
(sorgente secondaria)



a) bonifica

b) messa in sicurezza  
(d'emergenza, operativa, permanente)



# Come e cosa scegliere? (1)



PROVINCIA  
DI TREVISO

## Lo vedremo nel pomeriggio:

- La contaminazione da solventi clorurati delle acque sotterranee – *prof. G. P. Beretta*
- Progettazione degli interventi di bonifica delle acque sotterranee – *prof. G. Andreottola*
- Approcci innovativi di disinquinamento di falde acquifere contaminate da solventi clorurati – *dott. A. Sottani*
- Bonifica della falda contaminata da solventi clorurati: un esempio concreto – *dott. R. Mucciolella*



FOKS  
Focus on Key Sources  
of Environmental Risks



CENTRAL  
EUROPE  
COOPERATION FOR SUCCESS



EUROPEAN UNION  
EUROPEAN REGIONAL  
DEVELOPMENT FUND

# Premesse (2)



## 2. Contaminazione potenziale

*stime*

- superamento CSC nel terreno (tab. 1, All. 5, parte IV, D.Lgs. n. 152/2006)  
e
- percorso lisciviazione (da insaturo) e/o dissoluzione (da saturo) e trasporto in falda attivo o attivabile



# Situazione e conseguenze (2)



## Sorgente adsorbita nel terreno

e

## contaminanti assenti (*inferiori ai limiti*) dalla fase liquida



a) non attivazione del percorso “lisciviazione dal suolo e migrazione al punto di conformità”

*linee guida APAT/ISPRA, appendice V*

b) individuazione e analisi dei **potenziali** percorsi di esposizione e dei bersagli

*D.Lgs. n. 152/2006, parte IV, All. 1 “concetti e principi base”*



# Come e cosa scegliere? (2)



PROVINCIA  
DI TREVISO

## Meccanismo

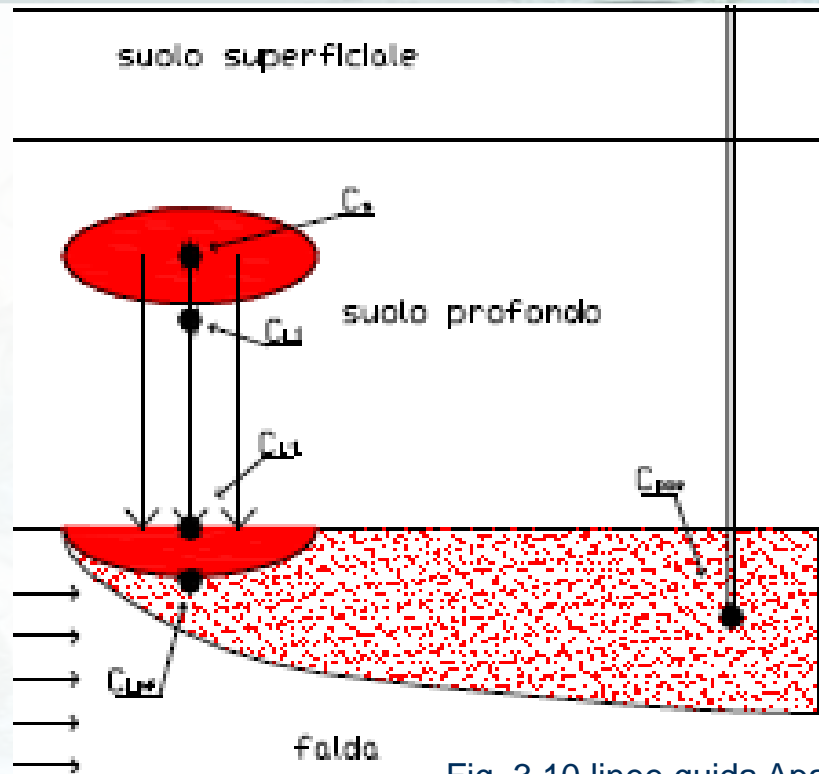


Fig. 3.10 linee guida Apat (marzo 2008)

## Contaminanti in falda non presenti

– per ora ma **per quanto?**



# Come scegliere? (2) a)



PROVINCIA  
DI TREVISO

## a) Linee guida tecniche (appendice V)

- solo punti vendita carburanti?
- solo idrocarburi?

Motivazioni:

- siti di piccole dimensioni
- eventi di contaminazione non recenti
- valutazione del percorso di lisciviazione suolo-falda tramite modelli analitici che può portare *in alcuni casi* a sovrastimare gli apporti potenziali
- evidenze sperimentali del monitoraggio non confermano i risultati dei modelli di destino e trasporto



FOKS  
Focus on Key Sources  
of Environmental Risks



CENTRAL  
EUROPE  
COOPERATION FOR SUCCESS



EUROPEAN UNION  
EUROPEAN REGIONAL  
DEVELOPMENT FUND

# Come scegliere? (2) a) *cont.*

Appendice V: solo idrocarburi?

Appendice R linee guida Apat  
(*meccanismi di trasporto nell'insaturo*)

modelli numerici Vs. modello analitico

considerando le

concentrazioni attese

(*verifica rispetto CSC, non del rischio ingestione*)



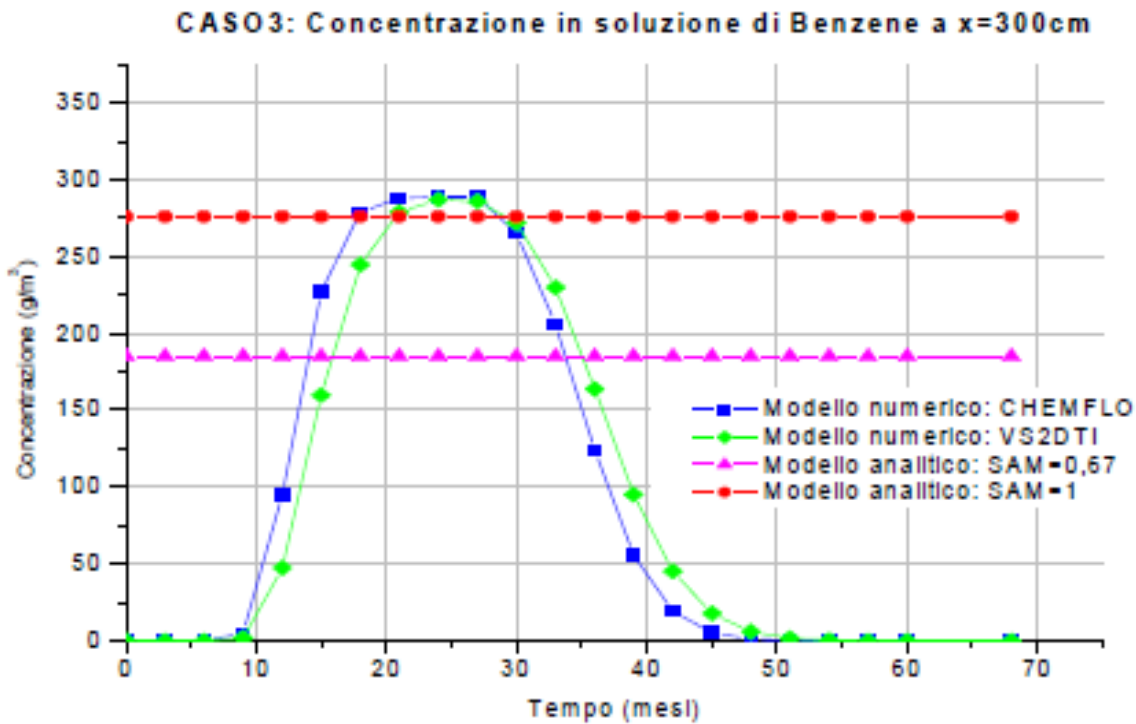
PROVINCIA  
DI TREVISO



# Come scegliere? (2) a) *cont.*



PROVINCIA  
DI TREVISO

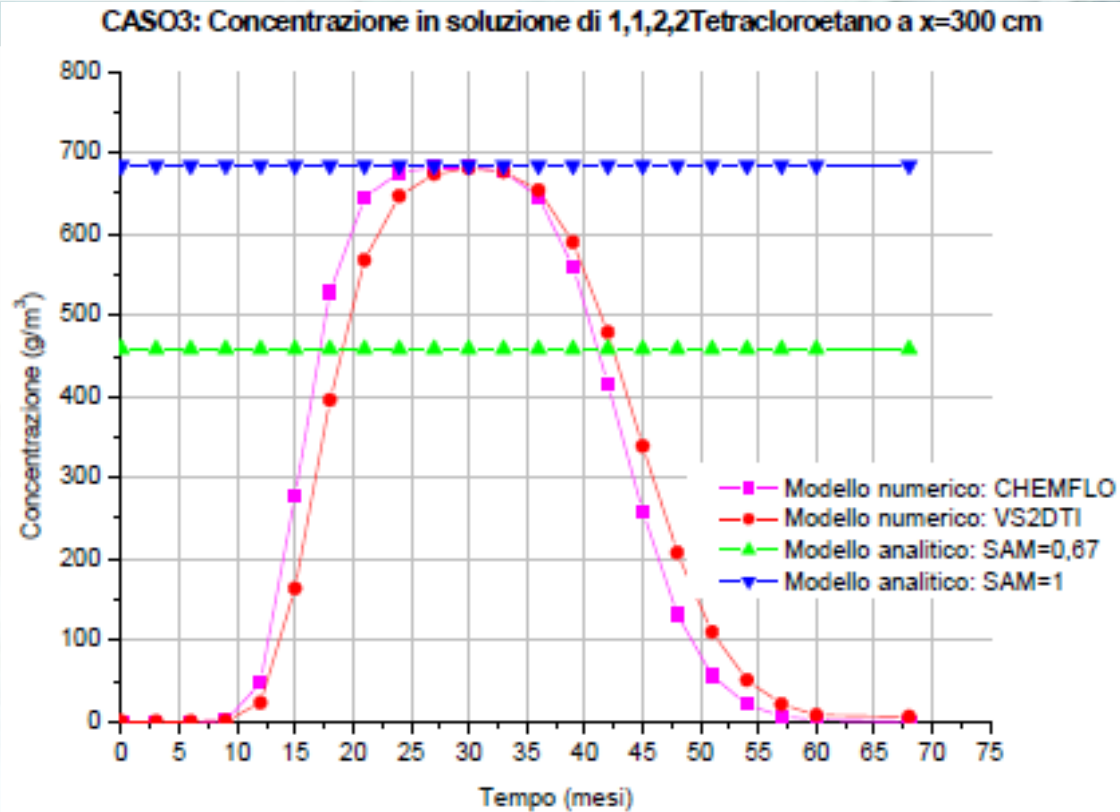


Linee guida Apat: fig. R.3.7

# Come scegliere? (2) a) cont.



PROVINCIA  
DI TREVISO



Linee guida Apat:

fig. R.3.14

FOKS  
Focus on Key Sources  
of Environmental Risks

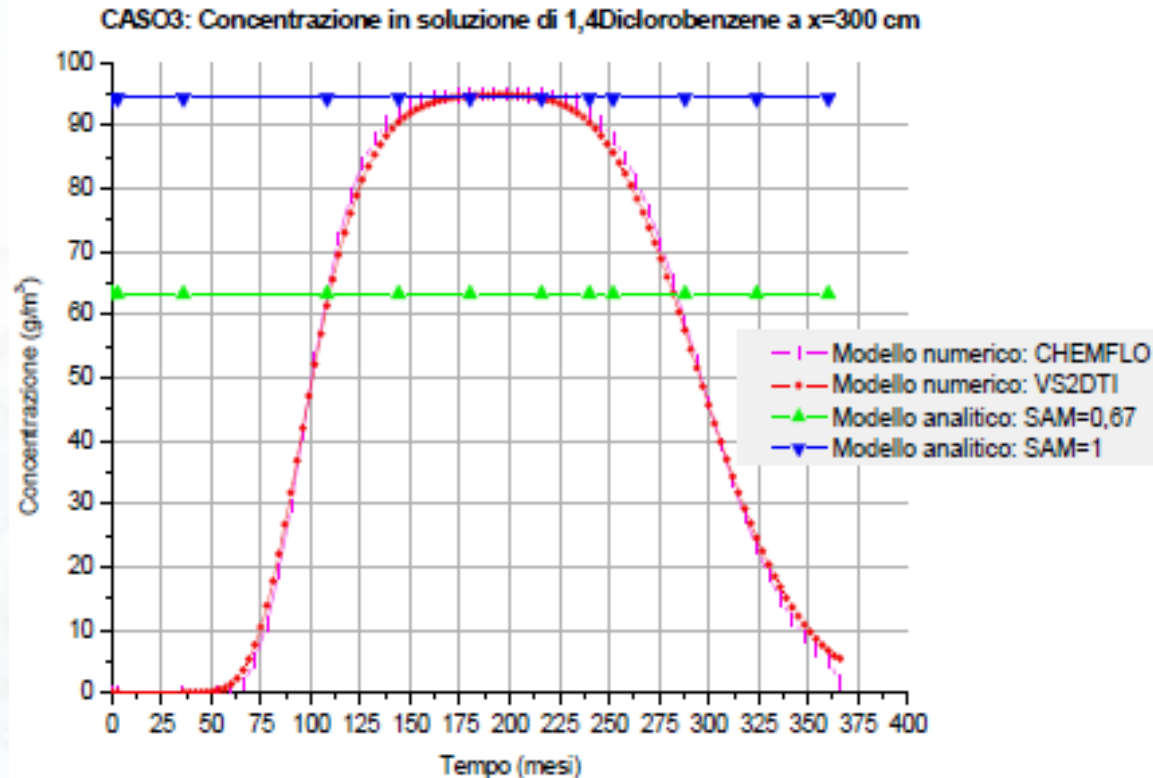
CENTRAL  
EUROPE  
COOPERATION FOR SUSTAINABLE  
DEVELOPMENT

EUROPEAN UNION  
EUROPEAN REGIONAL  
DEVELOPMENT FUND

# Come scegliere? (2) a) cont.



PROVINCIA  
DI TREVISO



Linee guida Apat:

fig. R.3.21

⇓  
analoga sovrastima

# Scelte alternative? (2) a)



PROVINCIA  
DI TREVISO

## a) linee guida:

- **valutazione** percorso di lisciviazione tramite modelli analitici può sovrastimare
- monitoraggio non conferma i **risultati** dei modelli di destino e trasporto



utilizzo di un modello che dia stima di conc. al PoC

- possibile non attivazione lisciviazione imponendo rispetto al PoC dei limiti e prevedendo monitoraggio per un **periodo adeguato**



utilizzo di un modello che dia andamento conc. nel tempo



## Scelte alternative? (2) b)

b) norma (D.Lgs. n. 152/2006):

- individuazione e **analisi** dei **potenziali** percorsi di esposizione e dei bersagli (*All. 1, parte IV*)



utilizzo di un modello che dà stima conc. al PoC

- sito non contaminato: contaminazione rilevata inferiore a CSC o **CSR** determinate con analisi di rischio sito specifica (*art. 240, lett. f*)



stima CSR



PROVINCIA  
DI TREVISO



# Stima CSR (2) b) attraverso a)

Definizione con metodologie di comprovata validità:

$$CSR = C_{poe, acc} / FT$$

*(eq. 4.5.5 linee guida Apat)*

per la falda  $C_{poe, acc} = CSC$

Attraverso il monitoraggio si può “tarare” la stima di FT:

$$CRS = C_{poe, mis^*} / FT_m$$

⇓

$$FT_m = C_{poe, mis^*} / CRS$$

⇓

$$CSR_m = C_{poe, acc} / FT_m$$



PROVINCIA  
DI TREVISO



# Taratura FT (2)



È possibile “tarare” la stima di FT attraverso il monitoraggio purché  $C_{poe}$ ,  $mis^*$  sia significativa, cioè associabile alla CRS in relazione alle attese e al modello utilizzato:

- in quanto concentrazione di plateau (regime stazionario) o di picco (massima cautelatività)
- in rapporto alla concentrazione attesa da modello al tempo  $t$



Elemento decisivo diviene la variabile **tempo**



# Taratura FT con conc.(t) (2)



PROVINCIA  
DI TREVISO

t per concentrazione plateau/max è troppo elevato?



si può utilizzare conc.(t) attesa Vs. conc.(t) misurata  
nell'ipotesi che la differenza sia dovuta a un fattore di  
scala costante (k) nel tempo

$$k = C_{poe, att}(t) / C_{poe, mis}(t) = FT / FT_m$$



$$CSR_m (= CSC / FT_m) = k \times CSC / FT = k \times CSR$$



# Taratura FT (2)

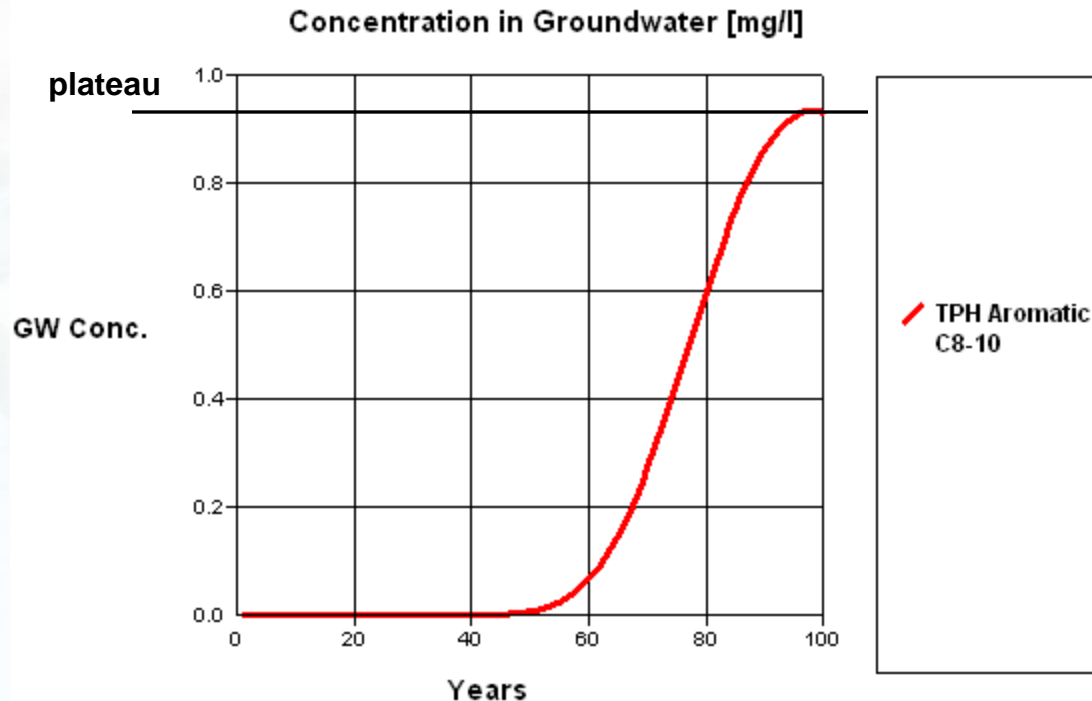


Per la stima di  $t$  (di  $C_{poe}$  al tempo  $t_0$ , almeno, del suo andamento nel tempo)

è necessario un *modello semi-analitico*

Esempi tra quelli di utilizzo più diffuso per le analisi di rischio di siti contaminati:

*BP-RISC*



# Taratura FT (2)

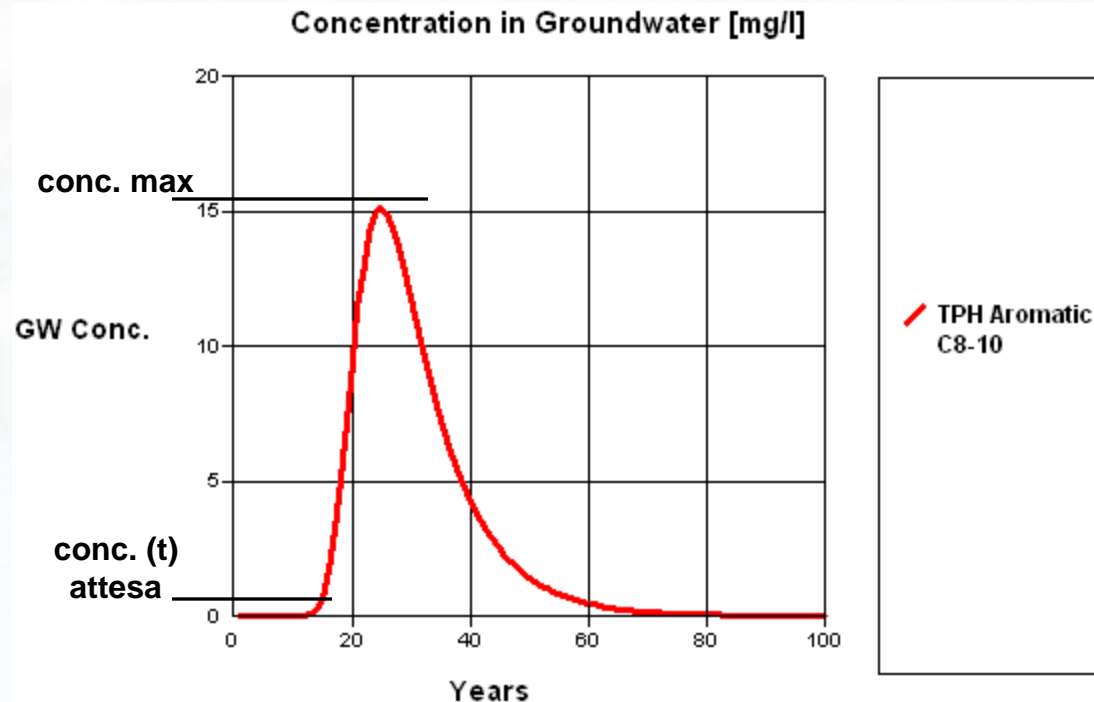


Per la stima di  $t$  (di  $C_{poe}$  al tempo  $t_0$ , almeno, del suo andamento nel tempo)

è necessario un *modello semi-analitico*

Esempi tra quelli di utilizzo più diffuso per le analisi di rischio di siti contaminati:

*BP-RISC*



# Taratura FT (2)



RBCA Tool Kit for Chemical Releases, Version 1.3b

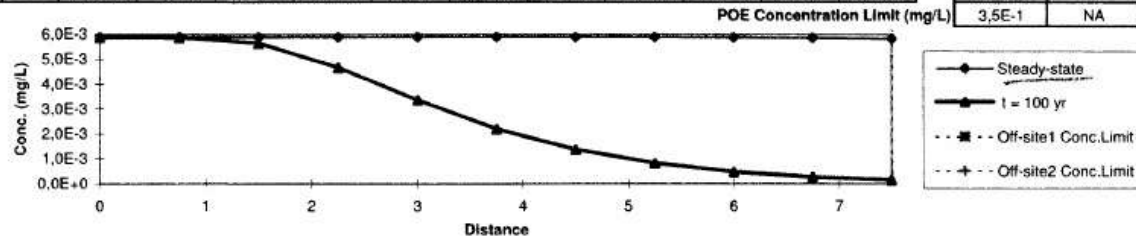
RBCA SITE ASSESSMENT		TIER 2 TRANSIENT DOMENICO ANALYSIS	
Site Name:		Completed By:	
Site Location:		Date Completed:	d-set-yy
Constituent:	TPH - Alifatici >C09-C18 (APAT)*		
Source Medium:	Affected Soils Leaching to Groundwater		
Biodegradation:	None		

Concentration vs. Distance from Source (for given time)

Time (yr)

Distance (m)	0	0,75	1,5	2,25	3	3,75	4,5	5,25	6	6,75	7,5
t = 100 yr	5,9E-3	5,9E-3	5,7E-3	4,7E-3	3,4E-3	2,2E-3	1,4E-3	8,2E-4	4,8E-4	2,8E-4	1,6E-4
Steady-state	5,9E-3	5,9E-3	5,9E-3	5,9E-3	5,9E-3	5,9E-3	5,9E-3	5,9E-3	5,9E-3	5,9E-3	5,8E-3

Off-site1	Off-site2
MCL	None
7,5	NA
1,6E-4	NA
5,8E-3	NA
3,5E-1	NA



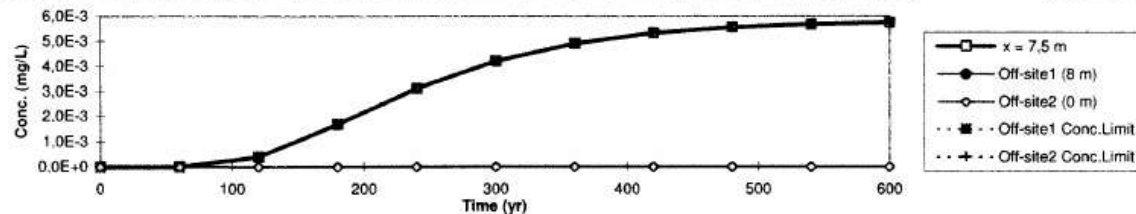
Concentration vs. Time (for given distance from source)

Distance (m)

Time (yr)	0	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600
x = 7,5 m	0,0E+0	3,4E-6	4,0E-4	1,7E-3	3,1E-3	4,2E-3	4,9E-3	5,3E-3	5,6E-3	5,7E-3	5,8E-3
Off-site1 (8 m)	0,0E+0	3,4E-6	4,0E-4	1,7E-3	3,1E-3	4,2E-3	4,9E-3	5,3E-3	5,6E-3	5,7E-3	5,8E-3
Off-site2 (0 m)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Time to Reach Conc. Limit (yr)

Off-site1	NA
Off-site2	NA



RBCA

# Concludendo



## Stima CSR per mezzo di taratura FT permette di:

- evitare eccesso di sovrastima (*Appendice V ex Apat*)
- contemplare tutti i percorsi, anche potenziali (*All. 1, parte IV, D.Lgs. 152/2006*)
- individuare CSR (*art. 240, D.Lgs. 152/2006*)

### ma necessita di:

- prendere in considerazione variabile t  
=> *modelli semi-analitici o numerici*
- effettuare un'analisi di rischio comprensiva del percorso di migrazione in falda  
=> *validazione degli Enti*
- verificare i valori di CSR post-piano di monitoraggio  
=> *eventuale aggiornamento CSR del sito (presa d'atto)*





PROVINCIA  
DI TREVISO



**FOKS**  
Focus on Key Sources  
of Environmental Risks



**CENTRAL  
EUROPE**  
COOPERATION FOR RISKLESS



EUROPEAN UNION  
EUROPEAN REGIONAL  
DEVELOPMENT FUND

*Grazie  
per l'attenzione*