

INAIL



RECONnet

**Giornata di
formazione**

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

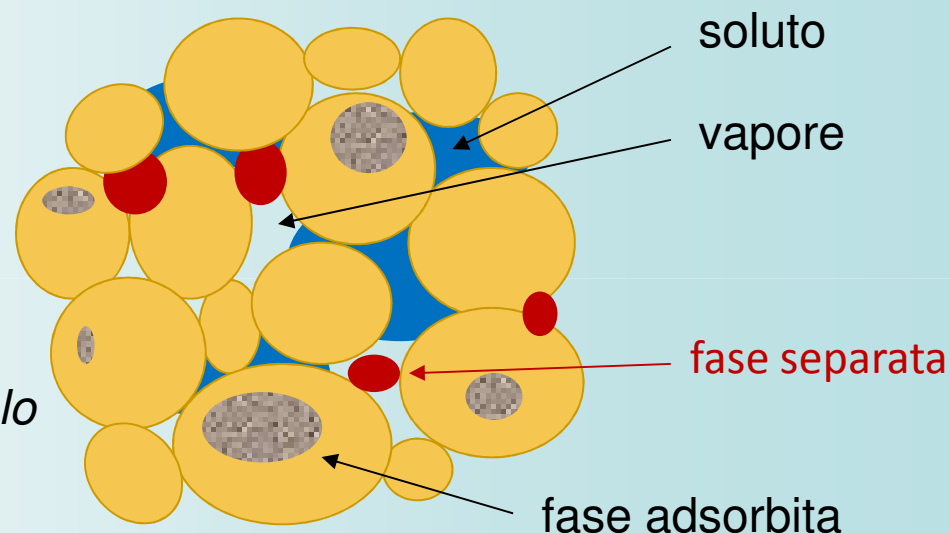
Applicabilità del software rispetto alla C_{sat}

***Ing. Antonio Traversa ARPA Lazio – Dip.
Prov. Roma – Serv. Suolo, rifiuti e
bonifiche***

La concentrazione di saturazione e la concentrazione di saturazione residua

Un contaminante nel suolo si ripartisce in diverse fasi possibili:

- **Soluto**, nell'acqua interstiziale
- **Vapore**, nell'aria dei pori del suolo
- **Adsorbito** al carbonio organico del suolo
- come **Fase separata** ($C > C_{sat}$)



**C_{sat} : concentrazione del contaminante nel suolo
oltre cui si presenta in fase separata**

La concentrazione di saturazione e la concentrazione di saturazione residua

Nella procedura di Analisi di Rischio si adottano dei modelli di ripartizione in cui si assume una ripartizione lineare ed istantanea tra le diverse fasi del suolo per cui:

$$C_{sat} = \left(\frac{\theta_w}{\rho} + \frac{H \cdot \theta_a}{\rho} + K_d \right) \cdot S$$

θ_w, θ_a = porosità del suolo all'acqua e all'aria;

H = costante di Henry

ρ = densità del suolo

K_d = coefficiente di ripartizione soluto – fase adsorbita

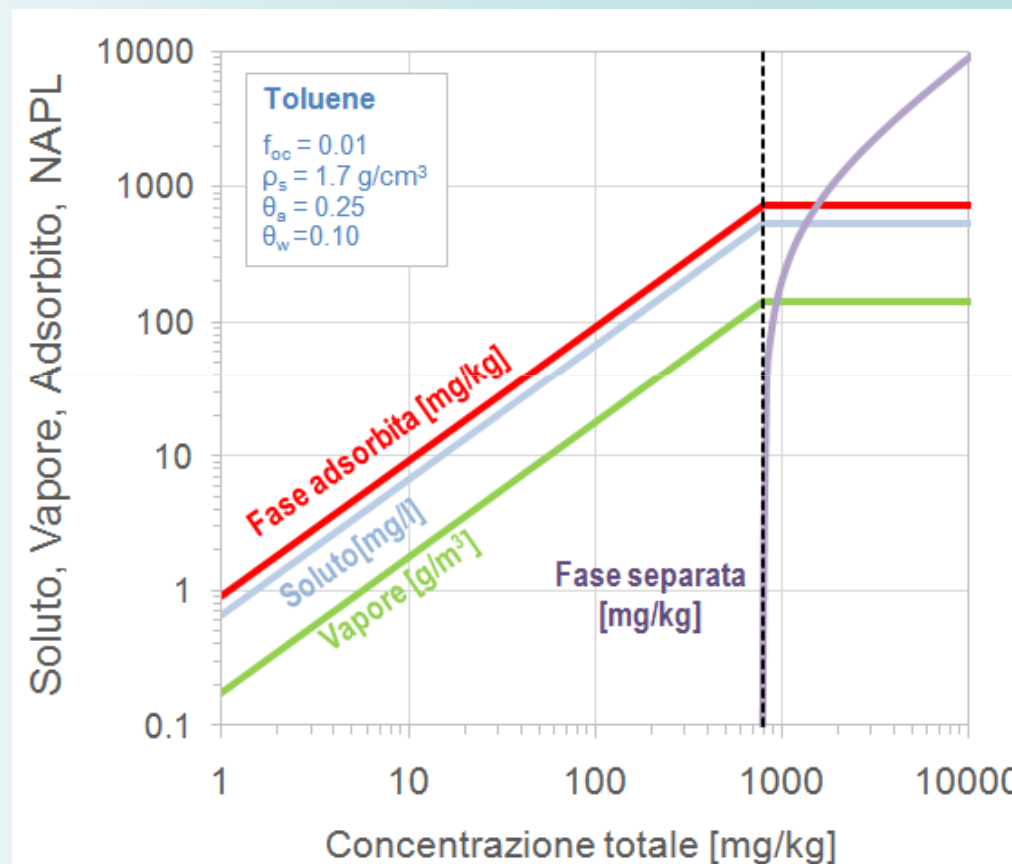
S = solubilità del contaminante nell'acqua interstiziale

Alla concentrazione di saturazione (C_{sat}), il soluto raggiunge la solubilità nell'acqua, il vapore raggiunge la tensione di vapore nell'aria dei pori e inizia a formarsi la fase libera.

La concentrazione di saturazione e la concentrazione di saturazione residua

Al di sopra della C_{sat} , soluto, vapore e fase adsorbita non aumentano più.

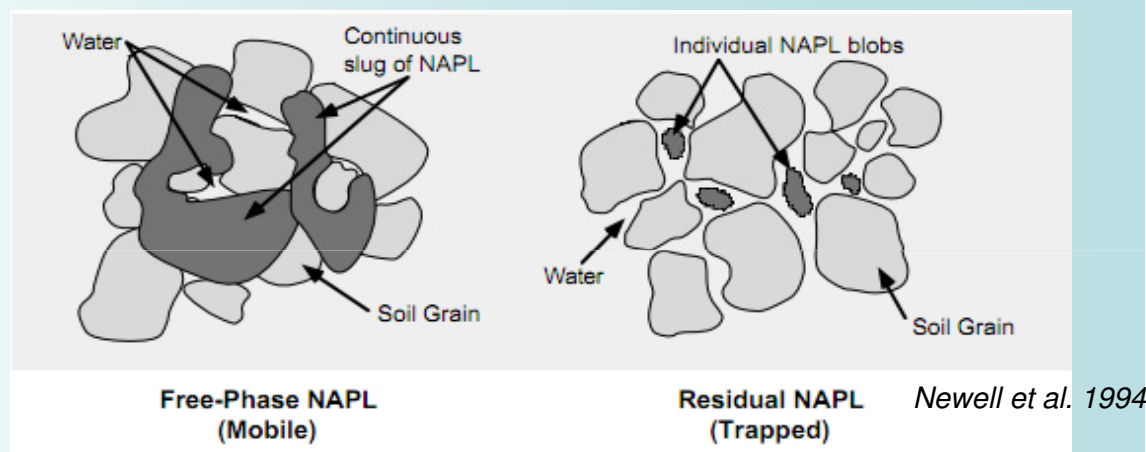
$$C_{tot} = C_{sat} + C_{libera}$$



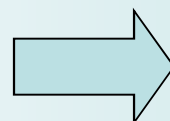
La concentrazione di saturazione e la concentrazione di saturazione residua

Secondo quanto indicato dallo standard ASTM E2081-00, la fase separata che si forma al di sopra della C_{sat} inizialmente risulta immobile a causa di:

- **Capillarità** nei pori del suolo
- **Tensioni superficiali** che ne ostacolano il movimento



$$C_{tot} = C_{res} (> C_{sat})$$



Fase libera mobile

C_{res} : concentrazione del contaminante nel suolo oltre cui la fase libera si mobilita

Implementazione AdR

In fase di caratterizzazione può accadere:

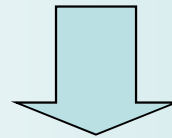
$$CRS > C_{sat}$$

- utilizzo di parametri non rappresentativi delle caratteristiche del sito in esame per il coefficiente di ripartizione (in particolare in riferimento ai parametri f_{OC} , ρ_s , θ_a , θ_w);
- errori nella definizione del modello concettuale (ad es: mancata individuazione di prodotto libero)
- limiti insiti nell'equazione teorica che definisce la C_{sat} che non tiene conto della variabilità delle caratteristiche chimico-fisiche dei granuli di terreno (ad es: natura mineralogica dei grani, capacità di scambio cationico, ecc.) nonché di fenomeni meccanici macroscopici di adesione alle particelle di suolo e della ritenzione nelle porosità per tensione superficiale e/o capillarità.

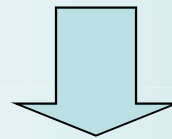
(fonte ISPRA "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di Rischio ai siti contaminati – Rev.2 Marzo 2008")

Implementazione AdR

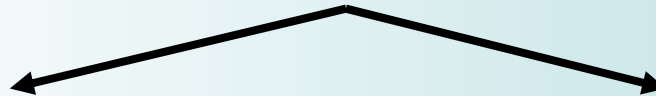
Qualora la presenza di CRS superiori alla C_{sat} non sia imputabile alle cause precedenti



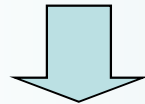
Calcolo AdR in modalità diretta (*forward*) con C_{sat} o CRS ($>C_{sat}$)



Verifica accettabilità del rischio tossicologico e/o cancerogeno

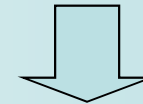


Rischio accettabile



$CSR = C_{sat}$ o CRS

Rischio non accettabile



Iterazioni con $C < C_{sat}$ o CRS

I software

Software adoperati:

- *Risk-net*
- *RBCA Toolkit ver.2.1*

Il caso studio viene presentato sulla base di dati reali e/o opportunamente modificati a fini didattici con lo scopo di:

- calcolare il rischio
- confrontare i risultati dei due software nelle medesime ipotesi
- evidenziare differenze di calcolo dei software nel caso di $CRS > C_{sat}$
- calcolo degli obiettivi di bonifica ($CSR > C_{sat}$)

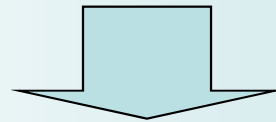
I software

RBCA Toolkit ver.2.1

Backward-mode calculations screen out results that exceed solubility or soil residual concentrations for indirect pathways. Target values calculated above these levels are flagged by the software as ">", and either the aqueous solubility or soil saturation limit, depending on whether a groundwater or soil concentration is being reported. Forward-mode calculations do not screen for these values, which may result in inappropriately large risk values.

These inconsistencies result from standard practices within the technical community that differ between the two methods. As with any model, the user is advised to review the underlying assumptions and determine whether they are appropriate for conditions at the site being modeled.

(fonte GSI Enivironmental Inc. – Manuale “RBCA Toolkit for Chemical Releases ver.2” - pag.61)




RBCA Toolkit tiene conto della saturazione chimico-fisica (raggiungimento C_{sat}) per il calcolo degli Obiettivi di Bonifica (CSR), ma non in modalità diretta, sovrastimando, di fatto, il rischio

I software

Risk-net

Risk-net beta version (2011)
Iason Verginelli, Università "Tor Vergata"


zoom

Descrizione Progetto

Info

Sito/Ubicazione	
Data	
ID/Area	
Compilato da	

Nome file:

Comandi

Apri FileSalva FileNuovoStampaEsci

Input ?

Definizione Parametri di Input

Modello Concettuale

Selezione Contaminanti

Definizione CRS

Recettori

Parametri Esposizione

Caratteristiche Sito

Output ?

Visualizza Output

Riepilogo Input

Proprietà Contaminanti

Trasporto e esposizione

Concentrazione al POE

Rischio

CSR

Tipo di Analisi ?

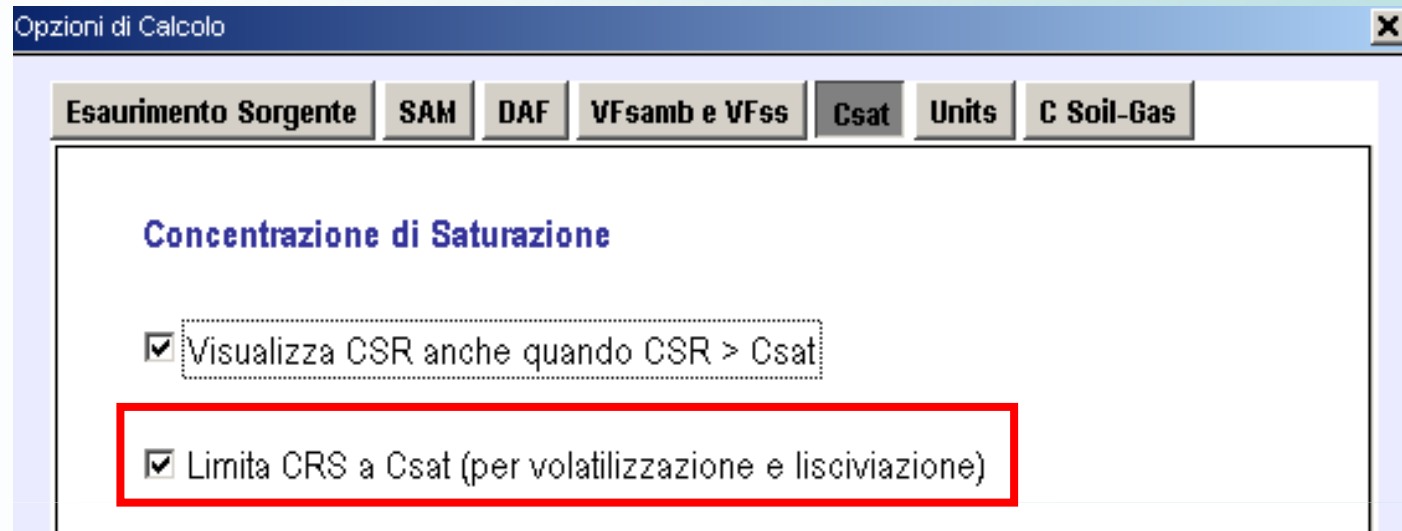
☒ Calcolo Obiettivi di Bonifica

☒ Calcolo Rischio

Limiti e opzioni di calcolo ?

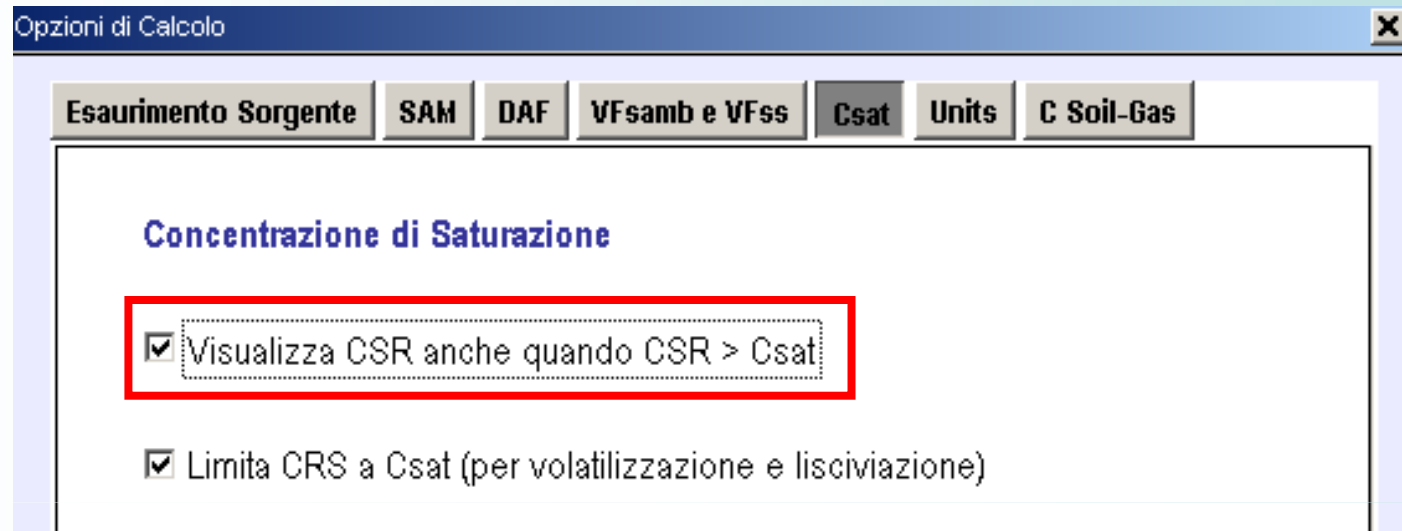
AccettabilitàOpzioni





Limita CRS a Csat. Se viene attivata questa opzione, nel caso di condizioni di saturazione ($CSR > Csat$) per i contatti non diretti (volatilizzazione e lisciviazione) le CRS (Concentrazioni Rappresentative alla sorgente) definite nel caso di applicazione dell'Analisi di Rischio in modalità diretta (Calcolo del Rischio), vengono sostituite con la Concentrazione di Saturazione ($Csat$). Per i contatti diretti (ad es. ingestione e contatto dermico) tali concentrazioni, seppur superiori alla saturazione sono implementate tal quali nel software, in quanto il recettore può venire a contatto con il contaminante anche in fase separata.

(fonte Risk-net ver.1.0 manuale d'uso)



Visualizza CSR anche quando CSR > Csat. In alcuni casi³ le Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR) calcolate possono risultare superiori alla Concentrazione di Saturazione (Csat). In questo caso (CSR > Csat) non vengono restituiti i valori limite per le vie che saturano (volatilizzazione e lisciviazione), ma viene indicato che si è in condizioni di saturazione. Se viene attivata questa opzione, la CSR calcolata viene comunque visualizzata negli output (tra parentesi quadre) anche quando maggiore alla concentrazione di saturazione. Tale opzione può risultare particolarmente utile per verificare di quanto la CSR teorica risulti superiore a quella di saturazione (che dipende dalle caratteristiche del sito definite dall'utente).

(fonte Risk-net ver.1.0 manuale d'uso)

I software

	Modalità diretta (CRS > Csat)		Modalità inversa (CSR > Csat)
	Contatti diretti	Volat./Lisciv.	
<i>RBCA Toolkit</i>	CRS	CRS	Visualizza [>Csat]
<i>Risknet</i>	CRS	CRS o Csat	Visualizza CSR o [>Csat]*

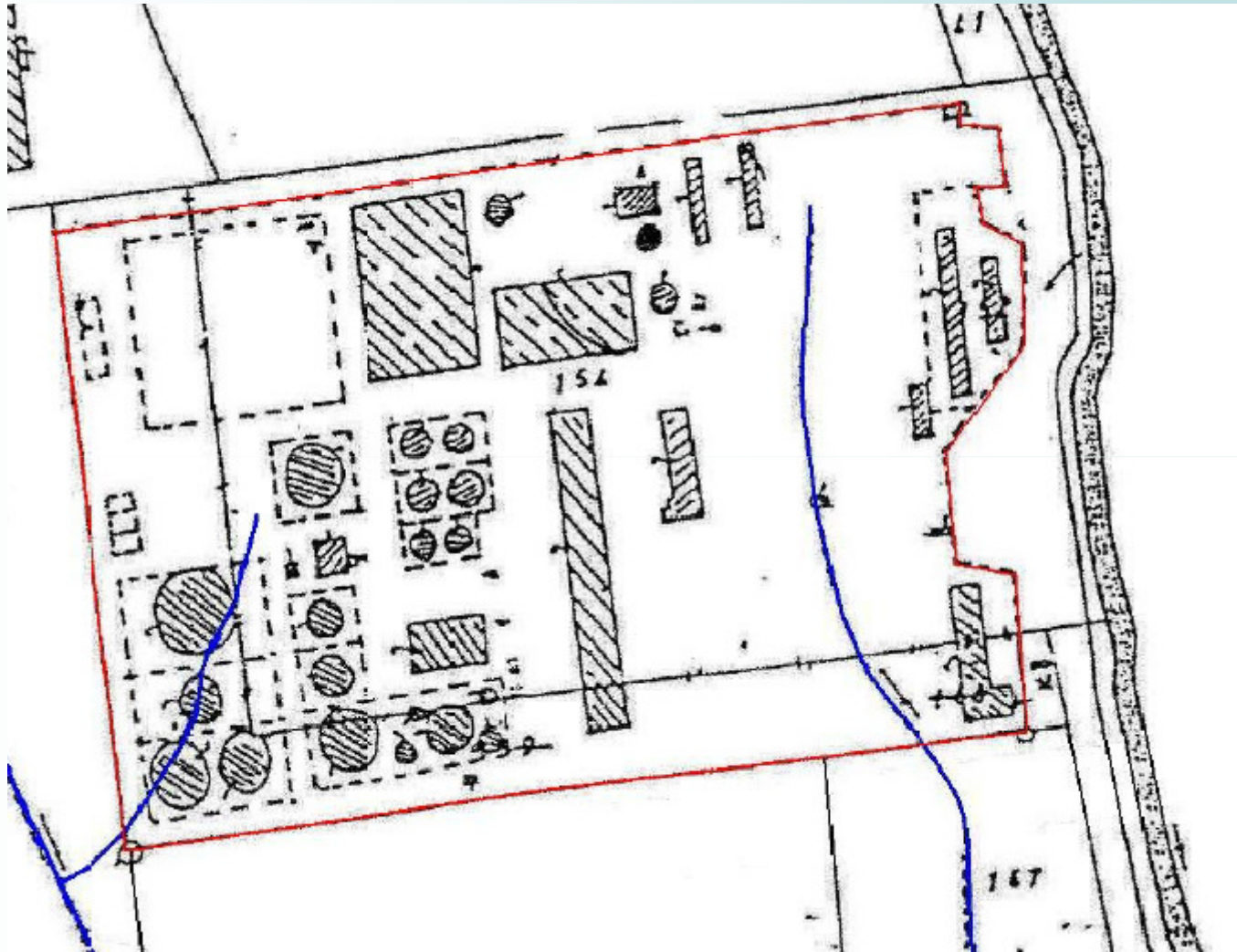
** quando per una via di esposizione si raggiunge la saturazione, non è possibile definirne la CSR, ma per il calcolo degli effetti cumulati se ne tiene comunque conto adoperando la Csat ed il rischio ad essa associato*

Presentazione caso studio

ex deposito petrolifero in bonifica:

- matrici ambientali contaminate: SS e SP
- contaminanti indice: BTEX, Benzo(a)pirene, piombo
- percorsi di migrazione: volatilizzazione e lisciviazione in falda
- vie di esposizione: inalazione outdoor e indoor
- recettori: commerciali on-site e falda (POC sotto la verticale di contaminazione)

Presentazione caso studio



Presentazione caso studio

