

MODELLI DI DINAMICA DEGLI INQUINANTI

Ing. Giuseppe Marella

*Servizio Interdipartimentale per le Emergenze
Ambientali
Settore Sistemi Integrati Ambientali*

COMPETENZE DEL SETTORE SISTEMI INTEGRATI AMBIENTALI

Il Settore Sistemi Integrati Ambientali assicura, in collaborazione con le ARPA/APPA e con gli altri Organi istituzionali, lo sviluppo delle attività dell'APAT finalizzate all'eliminazione e/o alla riduzione delle conseguenze per la salute e per l'ambiente nelle emergenze ambientali o in particolari situazioni di crisi ambientale a livello territoriale. In particolare, il Settore assicura:

- la partecipazione, come supporto tecnico del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, alla fase istruttoria per la valutazione dei progetti di caratterizzazione e di bonifica relativi ai Siti di Interesse Nazionale, ai sensi del D.M. 471/99, che regola le attività di bonifica dei siti contaminati e in particolare dall'art.15 (comma 3) “..il Ministero dell'Ambiente si avvale del supporto tecnico dell'APAT per la valutazione dei progetti riguardanti le attività di bonifica dei Siti di Interesse Nazionale”. Tra le attività del Settore Sistemi Integrati Ambientali su questo tema possono essere menzionate:

- la valutazione dei piani di caratterizzazione, dei progetti di bonifica e degli interventi di messa in sicurezza d'emergenza;
- il coordinamento delle attività delle Agenzie Ambientali Regionali (ARPA) sui Siti di Interesse Nazionale;
- il coordinamento delle attività di ispezione e sopralluogo sui Siti di Interesse Nazionale.
- la partecipazione alla stesura dei Piani di Caratterizzazione e dei Progetti di Bonifica delle aree pubbliche dei siti inquinati di interesse nazionale

Dall'analisi dei Piani di Caratterizzazione e dei Progetti di Bonifica di SIN, emerge che l'utilizzo di modelli matematici per studiare il trasporto e la diffusione dei contaminanti nelle diverse matrici ambientali è ormai pratica diffusa nel settore delle bonifiche ambientali.

Il Settore Sistemi Integrati Ambientali sta avviando quindi una serie di attività connesse con l'utilizzo di modelli matematici, al fine di fornire un valido supporto per l'Istruttoria Tecnica degli elaborati progettuali inerenti le operazioni di caratterizzazione e bonifica dei SIN, in accordo con i criteri, le procedure e le modalità per la messa in sicurezza e la bonifica di siti inquinati ex D.M. 471/99.

MODELLI MATEMATICI E SIN

- **Analisi di Rischio, ex D.M.471/99**
- **Diffusione dei Contaminanti in atmosfera: Basse di Stura**
- **Modelli Geostrutturali: Ex Acna di Cengio**
- **Modflow: per verificare il dimensionamento delle opere di captazione di falde contaminate e studiare l'andamento delle acque sotterranee:
Ex Acna di Cengio, Brescia Caffaro, Falconara, Cogoleto, Laghi Mantova, Grado e Marano, Brindisi**

I modelli possono essere impiegati sia per determinare il **rischio** a cui sono esposti i bersagli sensibili a causa di suoli e falde contaminati, di discariche abusive, o di attività antropiche ad elevato impatto ambientale in genere, sia come **strumenti di supporto alle decisioni** per dimensionare gli interventi di bonifica da eseguire nel caso in cui sia stata riscontrata un'evidenza di contaminazione dell'ambiente.

Migrazione dei Contaminanti



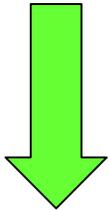
Scelta del modello



Dal suolo all'aria outdoor	Jury Sorgente Infinita	Jury Sorgente Finita	Farmer	Thobodeaux/Hwang	Box	Screen 3	ISCST 3
Suolo omogeneo/Isotropo	*	*	*	*			
Prof infinita della sorgente	*						
Prof finita della sorgente		*					
Sorgente costante			*		*		
Costituenti in fase disciolta	*	*					
Prof dalla sorgente crescente				*			
Suolo sopra la sorgente non compatto			*				
Coeff di diffusione costante	*	*	*				
Dispersione w/ rimescolamento completo					*	*	
Velocità del vento costante					*		
Ricettore vento						*	*

MODELLIZZAZIONE DEL MEZZO POROSO

SATURO



VisualModflow

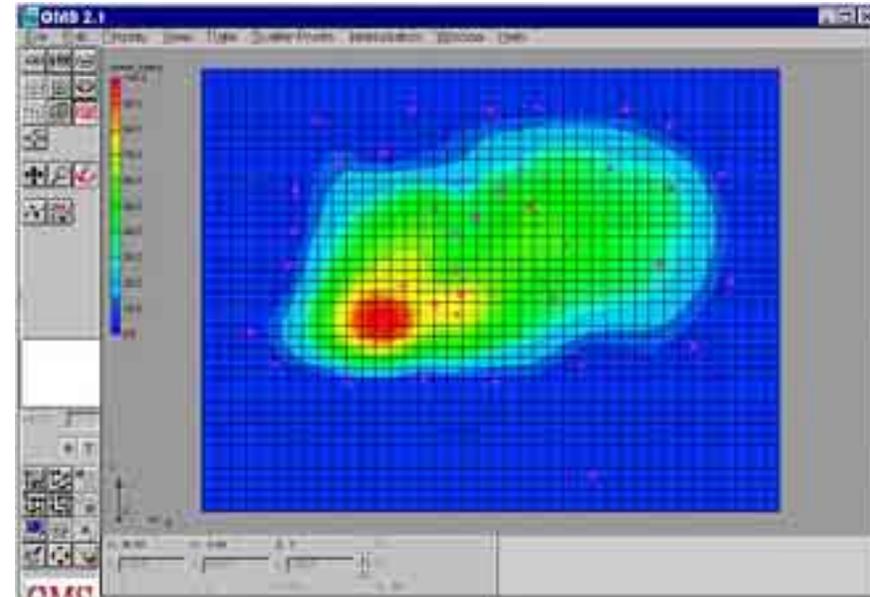
- **GMS**
- **MT3D**
- **RT3D**
- **Zone Budget**
- **Modpath**

INSATURO



WHI Unsat Suite Plus

- Help**
- VLeach**
- Pestan**
- Sesoil**
- VS2DT**



ASTE FLUVIALI

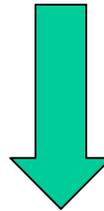
SMS

Surface Water Modelling System

Previsione di un effetto critico

Valutare gli effetti di un evento critico

**Trasporto dei contaminanti lungo un'asta
fluviale**



**Validi strumenti per la modellizzazione di acque
superficiali e per le relative simulazioni idrauliche,
di dinamica degli inquinanti e per l'analisi
dell'evoluzione morfologica dei corsi d'acqua.**

MODELLI GEOSTRUTTURALI: PLAXIS

- Valutare i cedimenti strutturali
- Stimare spinte delle terre sulle strutture esistenti
 - Verificare il corretto dimensionamento delle strutture in zone sismiche

Modelli di trasporto dei Contaminanti in Atmosfera: Breeze

- Emissioni di contaminanti in atmosfera
 - Ricadute al suolo dei contaminanti

Tipo di percorso: dal suolo all'aria outdoor

Parametri di input

Concentrazione alla sorgente

C_s

Contenuto in volume di aria nel suolo in zona vadosa

Q_{as}

Contenuto in volume di acqua nel suolo in zona vadosa

Q_{ws}

Porosità totale del suolo

Q_T

Profondità del suolo contaminato

L_s

Spessore del suolo contaminato

L

Coefficiente di diffusione in aria

D_{air}

Frazione del carbonio organico

f_{oc}

Costante della Legge di Henry

H

Coefficiente di adsorbimento carbonio-acqua

K_{oc}

In mancanza di dati di input sito specifici, ricavati mediante indagini in situ, per elaborare un modello è lecito adottare valori di letteratura. Durante l'Istruttoria Tecnica di un elaborato inerente un SIN, si esegue la verifica dei risultati presentati ricavando i dati necessari dai Piani di Caratterizzazione. Si riscontra spesso una certa difficoltà nell'ottenere i medesimi risultati presentati dalle Aziende, per la carenza dei dati riportati negli elaborati progettuali inerenti il modello concettuale del sito, le concentrazioni dei contaminanti utilizzate per definire la sorgente inquinante, le vie di migrazione delle sostanze inquinanti..

ANALISI DI RISCHIO

Sulla base di tale regolamento l'analisi di rischio può essere applicata “qualora il progetto preliminare (...) dimostri che i valori di concentrazione limite accettabili (...) non possono essere raggiunti nonostante l'applicazione, secondo i principi della normativa comunitaria, delle migliori tecnologie disponibili a costi sopportabili”. In tali casi “il Comune o, se l'intervento riguarda un'area compresa nel territorio di più Comuni, la Regione, può autorizzare interventi di bonifica e ripristino ambientale con misure di sicurezza, che garantiscano, comunque, la tutela ambientale e sanitaria anche se i valori di concentrazione residui previsti nel sito risultano superiori a quelli stabiliti nell'Allegato 1. Tali valori di concentrazione residui sono determinati in base ad una metodologia di analisi di rischio riconosciuta a livello internazionale che assicuri il soddisfacimento dei requisiti indicati nell'Allegato 4” (Art.5, Bonifica e Ripristino ambientale con misure di sicurezza)

RBCA

RISK-BASED CORRECTIVE ACTION PROCESS

Processo che segue un iter graduale :

1. Primo semplice approccio con risultati conservativi
2. Analisi più complessa che richiede più dati e più tempo

Modelli Analitici



Analisi Tier I e II

Modelli Numerici



Analisi Tier III

SOFTWARE SPECIFICI

Rome

Giuditta

Risc 4

RBCA Tool Kit

CARATTERISTICHE DEI DIVERSI SOFTWARE

Scenari d'esposizione	ASIM-RBCA	RBCA TK	RISC	ROME	GIUDITTA
Contatto diretto con il suolo					
Ingestione con terreno contaminato	X	X	X	X	X
Contatto dermico	X	X	X	X	X
NTItoxi					
Inalazione polveri da SS	X	X		X	X
Inalazione vapori da SS	X	X	X	X	X
Inalazione vapori da SP	X	X	X	X	X
Inalazione vapori da GW	X	X	X	X	X
Confronto con limiti di qualità		X			
Indoor					
Inalazione vapori da SS	X	X	X	X	X
Inalazione vapori da SP			X	X	X
Inalazione vapori da GW	X	X	X	X	X
Inalazione polveri da SS				X	X
Confronto con limiti di qualità		X			
Acque ad uso domestico					
Ingestione acque (ad es. rubinetto)	X	X	X		
Contatto dermico (ad es. doccia)					
Inalazione durante doccia					
Confronto con limiti di qualità		X		X	X
Acque superficiali ad uso ricreazionale					
Ingestione durante il bagno		X	X		
Contatto dermico durante il bagno		X	X		
Consumo di pesce		X			
Confronto con limiti di qualità		X		X	
Acque ad uso irrigazione					
Ingestione accidentale			X		
Contatto dermico			X		
Inalazione di vapori			X		
Ingestione vegetali					
Vegetali che crescono su terreno contaminato			X		
Vegetali irrigati con acque contaminate			X		