

SALA CONVEGNI DUEMILADIECI – MUGGIA (TS)

L'Analisi di Rischio nel Sito di Interesse Nazionale di Trieste - 5 luglio 2011

L'analisi di rischio: cenni di inquadramento normativo e presentazione di casi significativi

Luna Maldi, Torino
lmaldi@golder.it





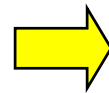
Inquadramento normativo: dal DM 471/99 ..

CELEBRATING
50
YEARS
in 2010

L'Analisi di Rischio è **introdotta** nell'ottobre **1999** dal Decreto Ministeriale 471/99 "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati":

- viene effettuata qualora il progetto preliminare dimostri che i VCLA non possono essere raggiunti nonostante l'applicazione delle migliori tecnologie disponibili a costi sopportabili
- verifica che le concentrazioni residue nel suolo e nel sottosuolo siano accettabili in termini di rischio per la salute umana (modalità diretta)

**Concentrazioni
residue**



**Calcolo del
rischio**



Il ricorso all'Analisi di Rischio è **promosso** nell'aprile **2006** dal Testo Unico Ambientale (D.Lgs. 152/06) "Norme in materia ambientale":

- l'AdR e' lo strumento usato per stabilire se un sito e' "contaminato"
- l'AdR consente di definire se sono necessarie attivita' di bonifica o messa in sicurezza
- apparentemente l'AdR si esegue sempre con eccezione di casi limitati (contaminazione solo terreno con procedure semplificate)

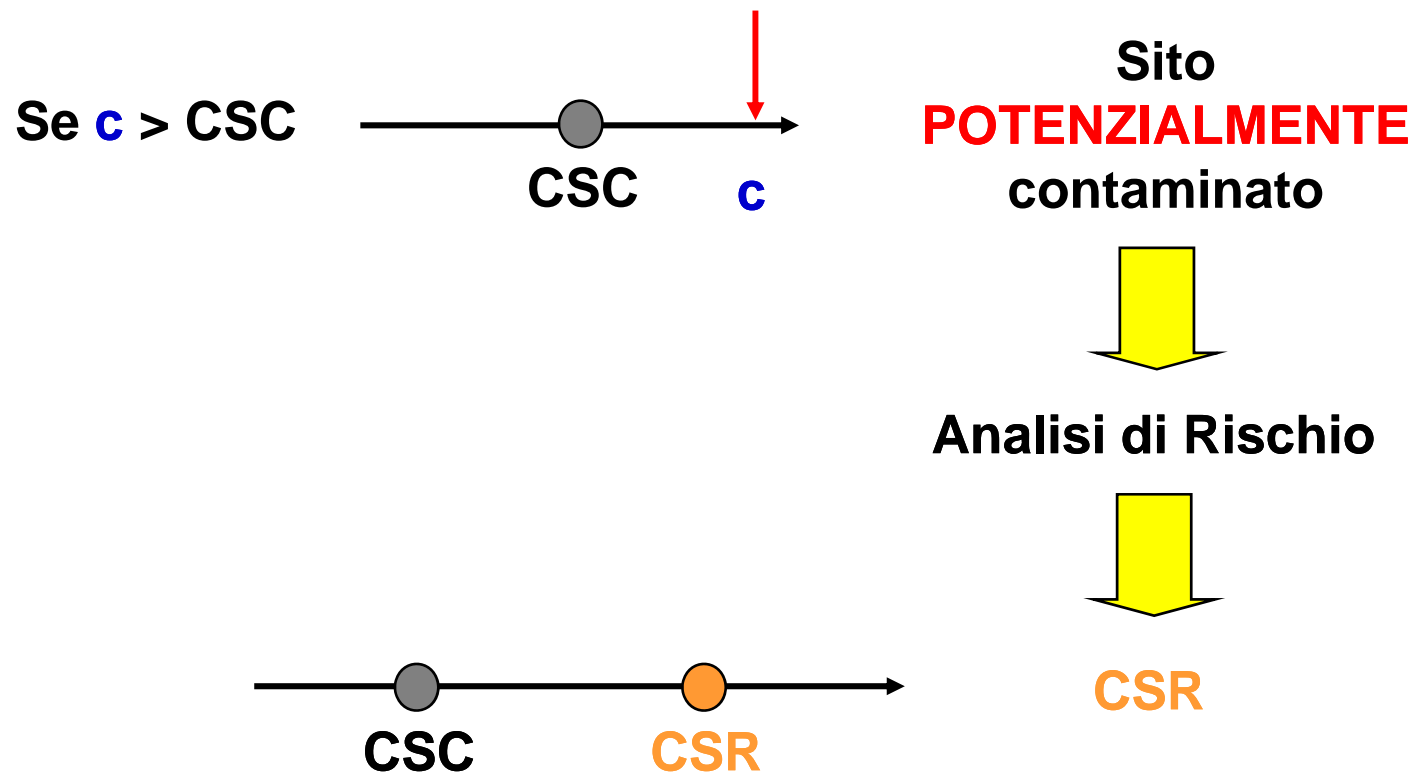
...maggiore rilevanza rispetto al DM 471/99

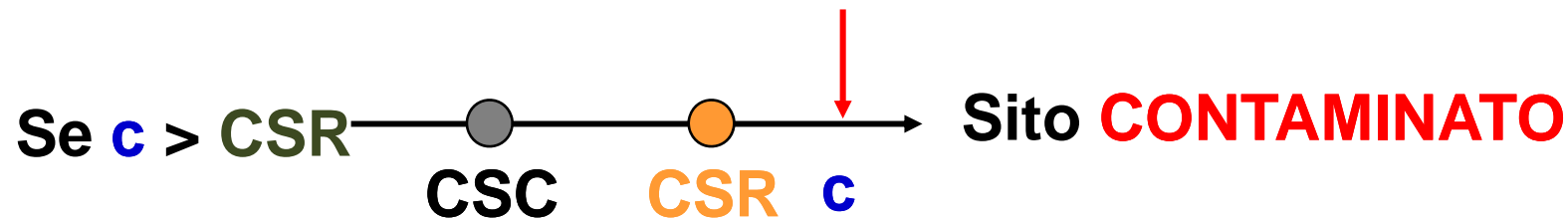
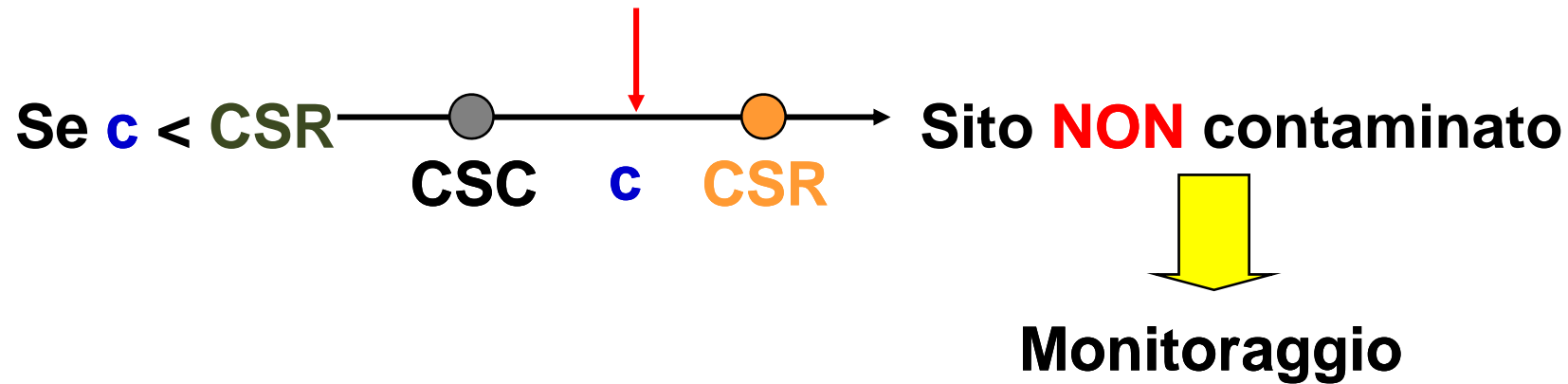


Il D.Lgs. 152/06

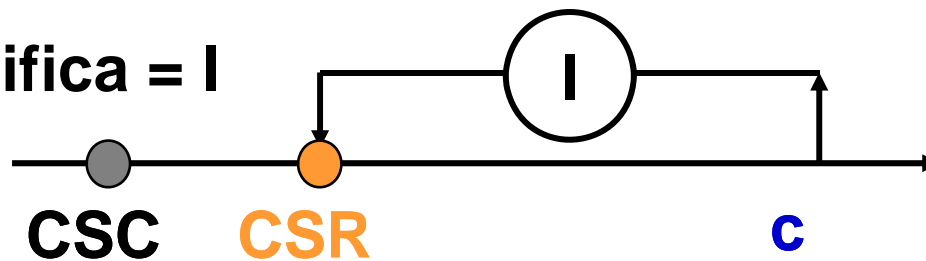
CELEBRATING
50
YEARS
in 2010

- Valori di screening: Concentrazioni Soglia di Contaminazione o CSC
- Obiettivi di bonifica: Concentrazioni Soglia di Rischio o CSR, definiti tramite AdR





Intervento di bonifica = I





Metodologia dell'analisi di rischio

CELEBRATING
50
YEARS
in 2010

Basata sulla procedura RBCA prevista dalla normativa e sulle Linee guida dettate da ISPRA organo tecnico del MATTM

- Raccolta ed analisi dei dati di caratterizzazione
- Identificazione dei contaminanti di interesse (superamenti delle CSC fissate dal D.Lgs. 152/2006 per suolo, sottosuolo ed acqua sotteranea)
- Formulazione del Modello Concettuale del Sito
- Esecuzione di simulazioni per il calcolo delle CSR (*software* RISC Workbench 4.0 e RBCA Toolkit)
- Confronto fra le CSR calcolate e le concentrazioni rilevate in Sito ed individuazione delle aree che necessitano di interventi bonifica/messa in sicurezza



Caratterizzazione del Sito

CELEBRATING
50
YEARS
in 2010

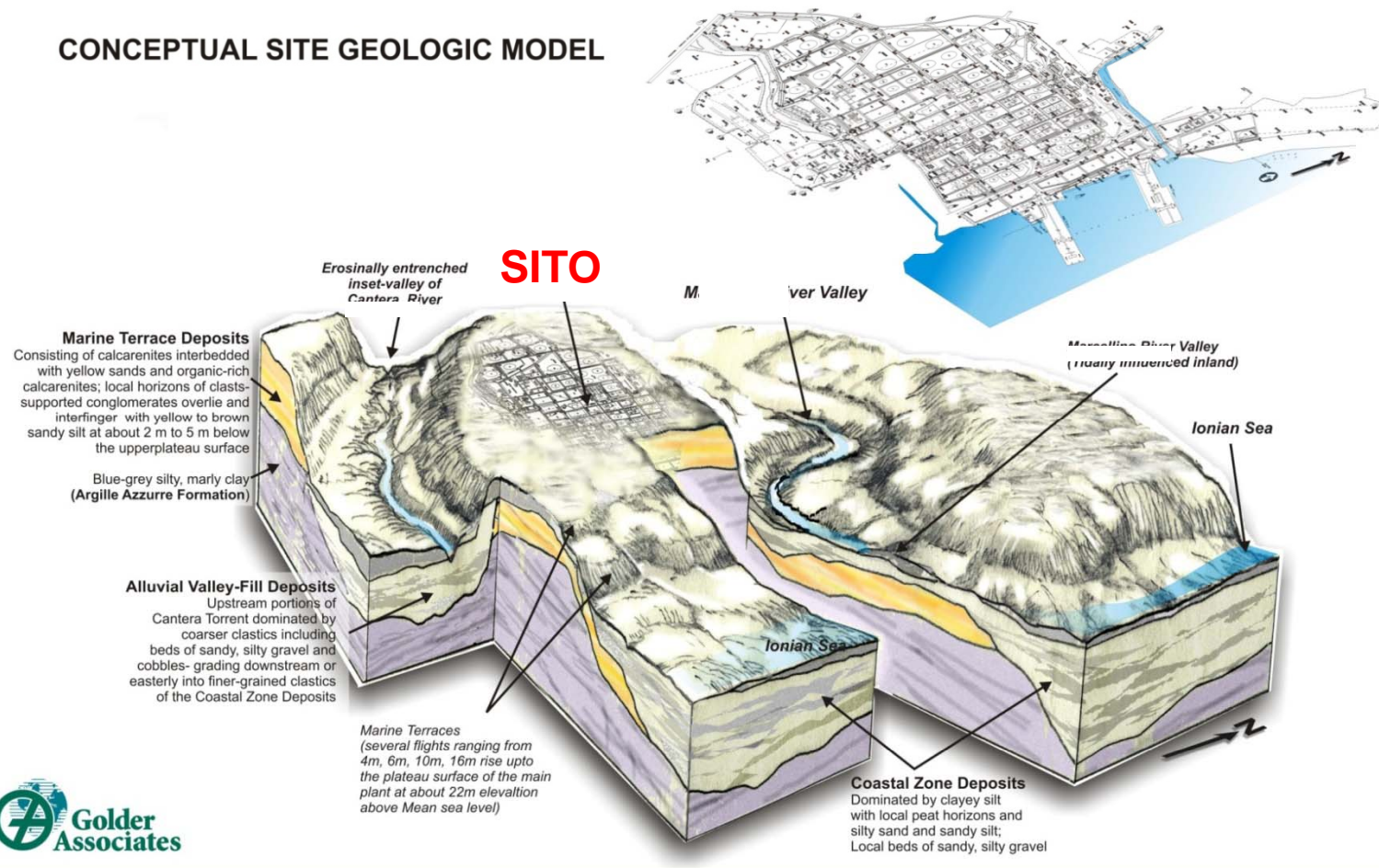
- periodo di caratterizzazione 2001 – 2008
- 256 sondaggi (maglia 100 m x 100 m e 50 m x 50 m)
- 800 campioni di terreno
- test sulle acque sotterranee (slug test, prove di pompaggio) e campagne di monitoraggio periodiche
- determinazione dei parametri sito-specifici utilizzati nell'elaborazione dell'analisi di rischio: analisi granulometriche, contenuto di carbonio organico (f_{oc}), coefficiente di ripartizione solido-liquido per i metalli (K_D)



Geologia e idrogeologia del Sito

CELEBRATING 50 YEARS in 2010

CONCEPTUAL SITE GEOLOGIC MODEL





Potenziali vie di migrazioni

CELEBRATING
50
YEARS
in 2010

- Erosione eolica e dispersione in atmosfera
- Volatilizzazione e dispersione in atmosfera
- Volatilizzazione e accumulo in spazi confinati
- Lisciviazione e trasporto in falda
- Migrazione di acqua sotterranea contaminata

Assunzione:

Il percorso di migrazione di acqua sotterranea contaminata a valle del Sito è considerato inattivo in considerazione della presenza del sistema di confinamento idraulico



Potenziali vie di esposizione

CELEBRATING
50
YEARS
in 2010

- Ingestione di suolo superficiale
- Contatto dermico con suolo superficiale
- Inalazione di particolato
- Inalazione di vapori outdoor/indoor



Recettori

CELEBRATING
50
YEARS
in 2010

- Lavoratori (esposizione industriale)
- Acqua sotterranea a valle del confine del Sito (solo potenziale in considerazione delle misure di confinamento idraulico in atto presso il Sito)



Formulazione del Modello Concettuale

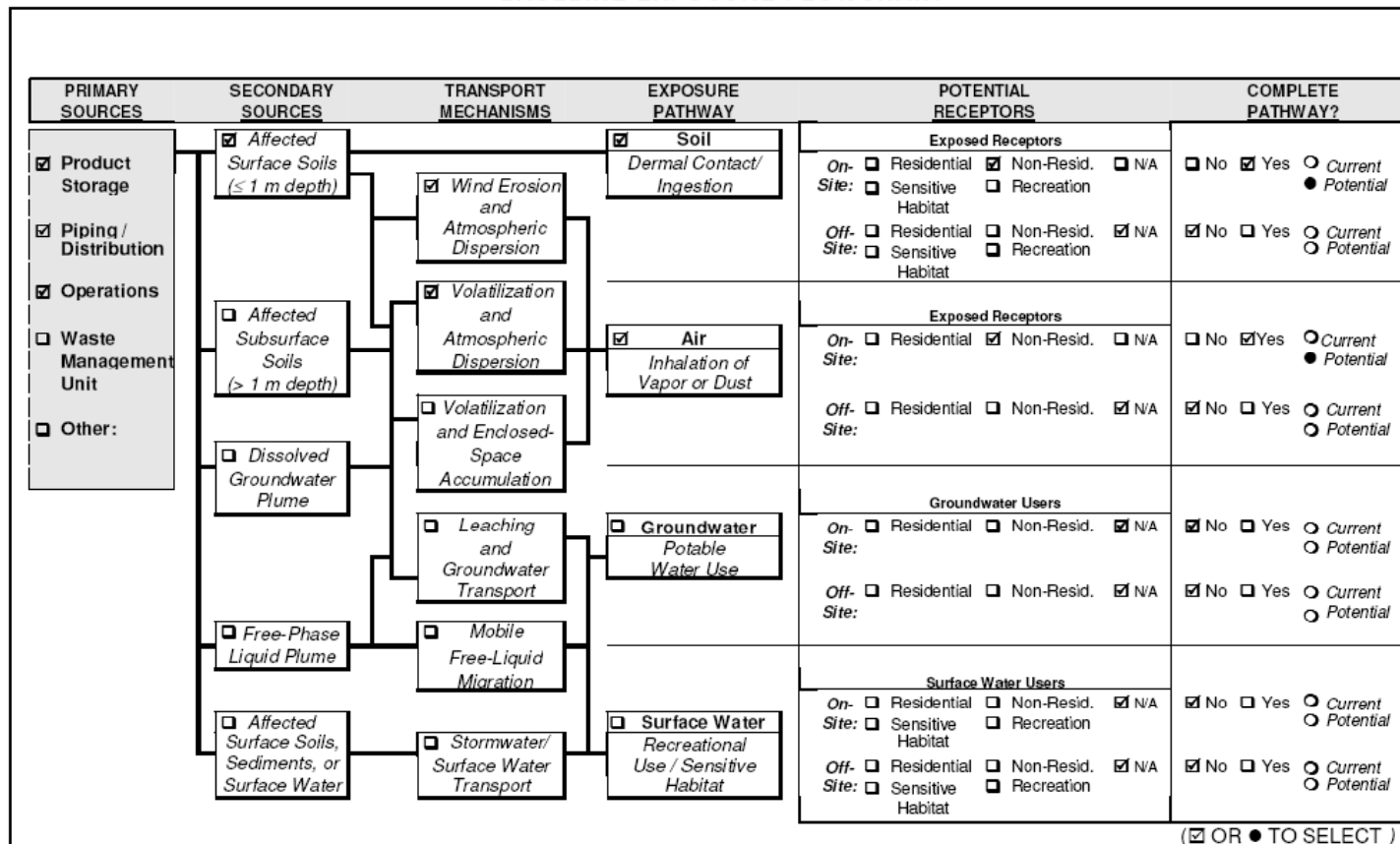
CELEBRATING
50
YEARS
in 2010

RBCA TIER II

Figura 2

Site: Date: 20/01/2010
Location: Completed by: NLA

BASELINE EXPOSURE FLOWCHART





Calcolo delle CSR per il terreno

CELEBRATING
50
YEARS
in 2010

- CSR calcolate fissando i criteri di accettabilità del rischio imposti dal D.Lgs. 152/06
 - per la singola sostanza: $HI = 1$, $R = 10^{-6}$
 - rischio totale, $HQ = 1$, $R_{TOT} = 10^{-5}$
- Una simulazione inversa per ciascuna subarea (23 in SS)
- Calcolo delle CSR per il SS considerando i seguenti percorsi
 - Contatto dermico e ingestione di suolo contaminato
 - Inalazione di polveri
 - Inalazione di vapori
- *Software RBCA Toolkit*



Calcolo delle CSR per il terreno

CELEBRATING
50
YEARS
in 2010

■ CSR per il terreno superficiale:

Sorgente	Concentrazione massima alla sorgente (mg/kg)	Concentrazione soglia di rischio (CSR) calcolata da RBCA (mg/kg)	Concentrazione soglia di rischio (CSR) per il Sito (mg/kg)
SS1	910	2000	2000
	38000	83000	83000
SS2	2700	72000	72000
SS3	3800	540000	540000
SS4	1600	88000	88000
SS5	340	35000	35000
	3.7	46	46
SS6	527	4300	4300
	7008	58000	58000
SS7	2600	190	250
	12971	2800	2800
SS8	2031	88000	88000
SS9	51.7	2.7	50
SS10	79.1	2.7	50
	793	87000	87000
SS11	60.8	2.7	50
SS12	51.9	2.7	50
SS13	900	900	900
	2300	4400	4400
SS14	1491	88000	88000
SS15	1100	88000	88000
SS16	63	2.7	50
SS17	5259	88000	88000
SS18	2767	88000	88000
SS19	10640	88000	88000
SS20	3325	88000	88000
SS21	63	2.7	50
	2100	540000	540000
SS22	489	6400	6400
	5481	72000	72000
SS23	5.5	11	11
	9160	88000	88000

■ CSR per il terreno profondo = massima concentrazione riscontrata



CSR PER LE ACQUE SOTTERRANEE

CELEBRATING
50
YEARS
in 2010

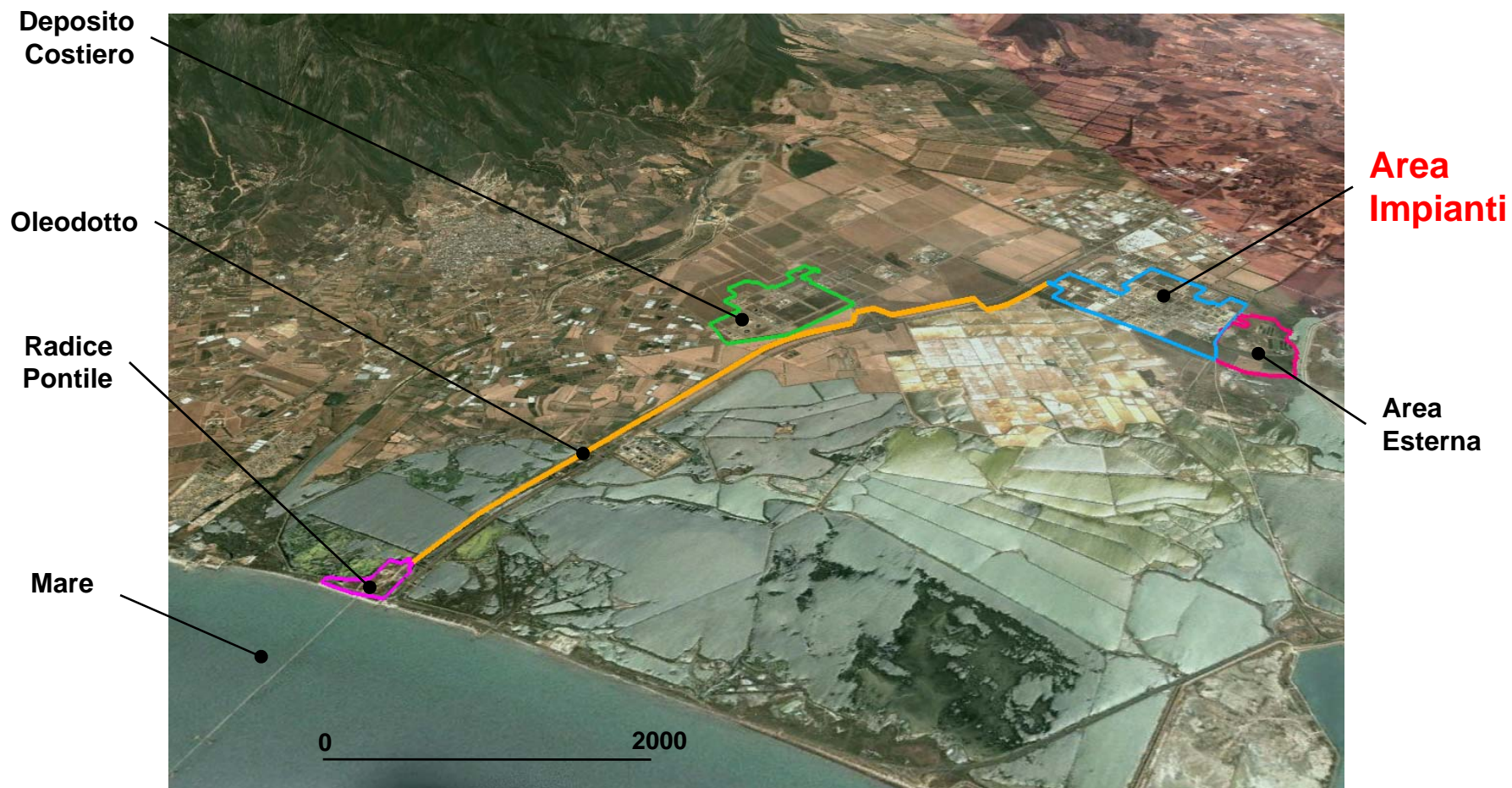
- Poiché la migrazione di acqua sotterranea contaminata a valle del confine del Sito è interrotta (MISE) non sono state condotte simulazioni per calcolare le CSR per l'acqua sotterranea
- MISE, completata nel 2009, costituita da una serie di barriere idrauliche e trincee drenanti
- Proposta del continuo monitoraggio per dimostrare l'efficacia del confinamento
- Finché il sistema di confinamento è attivo, non vi è la necessità di ulteriori azioni correttive sulla contaminazione presente nelle acque sotterranee



2° CASO SIGNIFICATIVO

CELEBRATING
50
YEARS
in 2010

Area industriale all'interno di un Sito d'Interesse Nazionale

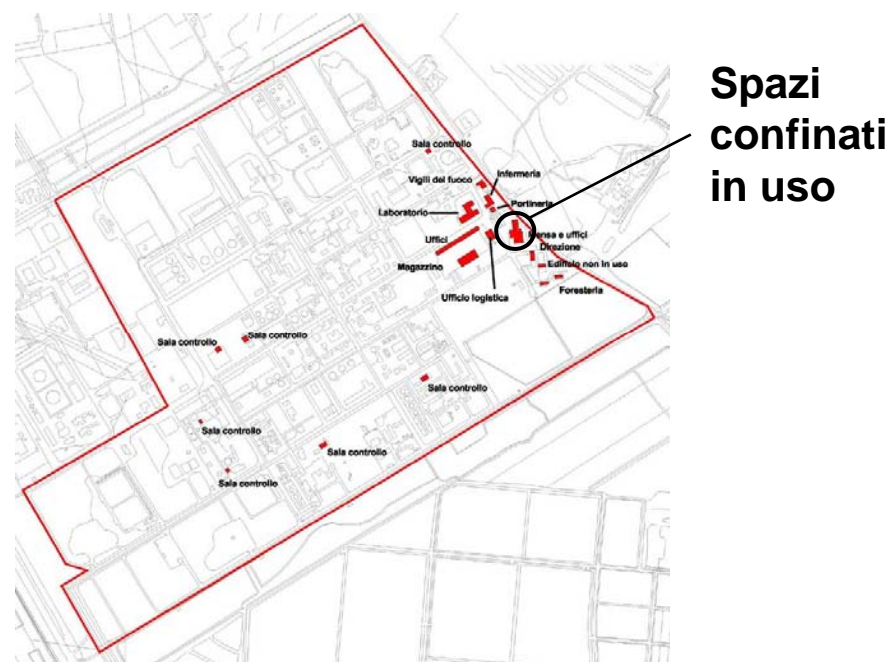
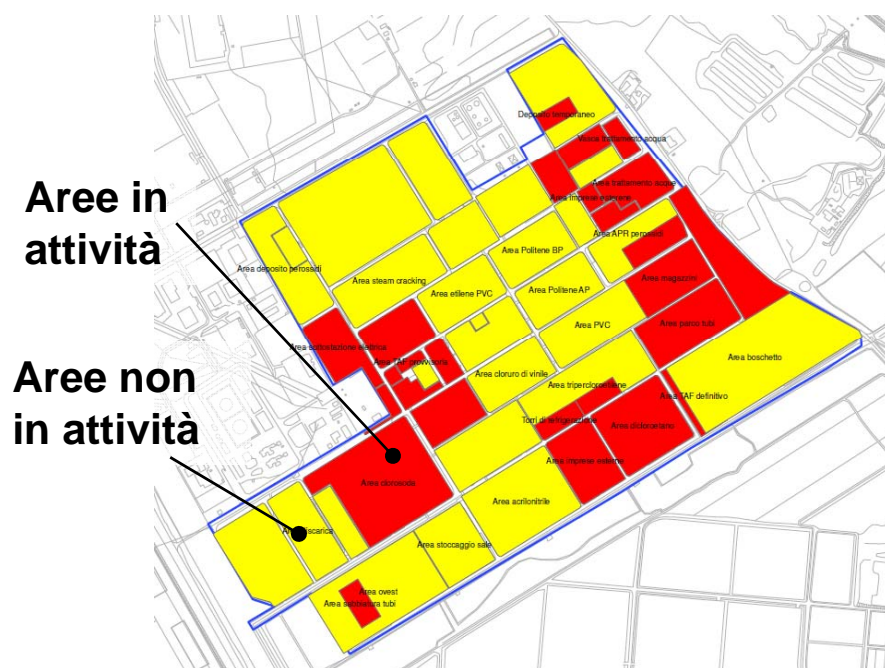




DESCRIZIONE DEL SITO

CELEBRATING
50
YEARS
in 2010

- Superficie di 150 ha
- Isole in parte in produzione, in parte non in attività
- Presenza di uffici, sale controllo e altri spazi confinati





CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

CELEBRATING
50
YEARS
in 2010

Indagini di caratterizzazione e conversione dati (DM 471/99 - Dlgs 152/06)

- 500 sondaggi ambientali (maglia 50 m x 50 m). Campioni prelevati a intervalli di profondità regolari (0-0.2, 0-1, 1-2, 2-4 e 4-6 m da p.c.);
- 80 piezometri per l'analisi di acqua sotterranea e misure piezometriche
- Ricalcolo delle concentrazioni per il terreno: da DM 471/99 a DLgs 152/06
- Matrice terreno: selezione dei soli campioni di terreno insaturo

Risultati delle indagini di caratterizzazione

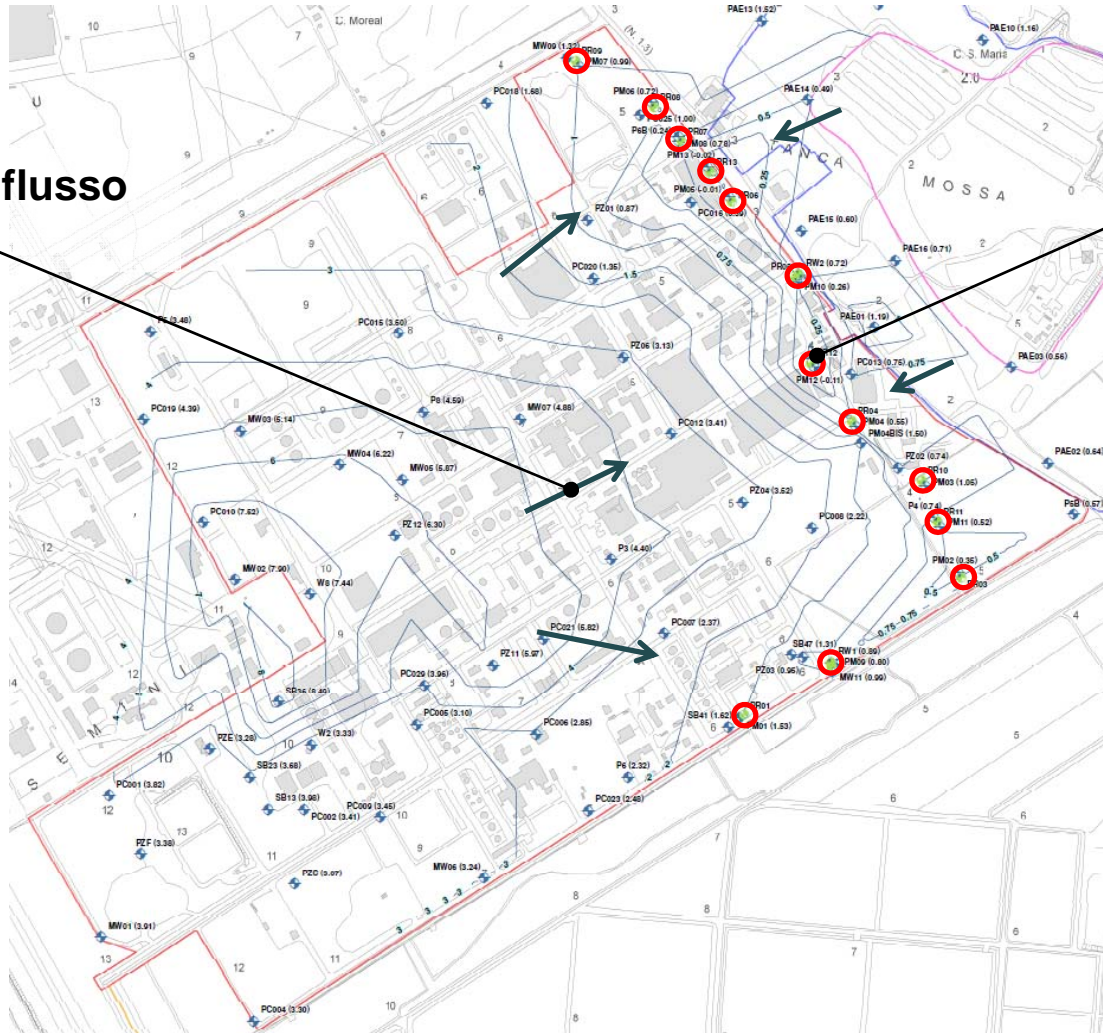
- stratigrafia: sabbie limose e ghiaie con orizzonti argillosi
- soggiacenza acqua sotterranea 2-9 m da p.c., K tra $5 \cdot 10^{-5}$ e $1 \cdot 10^{-3}$ m/s
- superamenti delle CSC nel terreno superficiale, profondo e falda
- superamenti delle CSC diffusi per l'acqua sotterranea e "localizzati" per il terreno



Attività di messa in sicurezza

CELEBRATING
50
YEARS
in 2010

Direzione di flusso
della falda



Pozzo della barriera
idraulica



Sorgenti di contaminazione

- Terreno superficiale, profondo e acqua sotterranea con superamenti delle CSC
- Localizzate per il terreno (suddivisione in subaree)
- Diffusa per l'acqua sotterranea (unica sorgente per tutto il Sito)

Sorgente terreno: suddivisione in subaree in base a tipologia dei contaminanti, ubicazione dei superamenti delle CSC e quadro idrogeologico

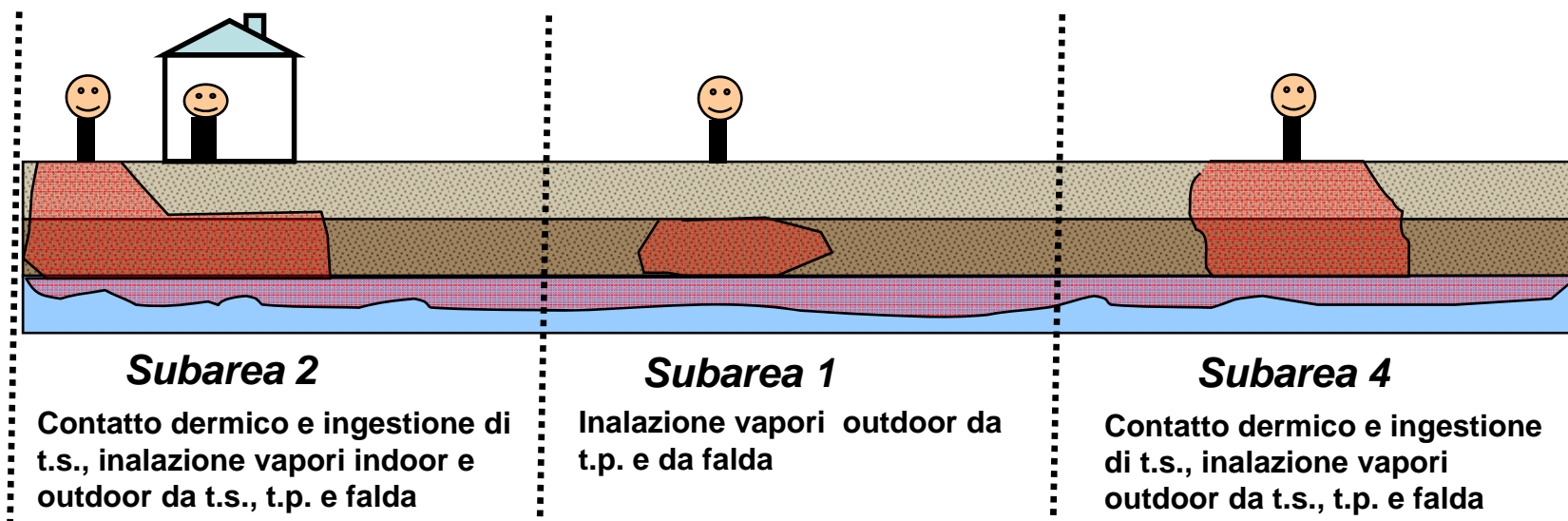




Meccanismi di trasporto

- Volatilizzazione dal terreno e dalla falda, dispersione in atmosfera e accumulo in spazi confinati
- Trasporto in atmosfera (interazione tra subaree)

Percorsi di esposizione (specifici per ogni subarea)



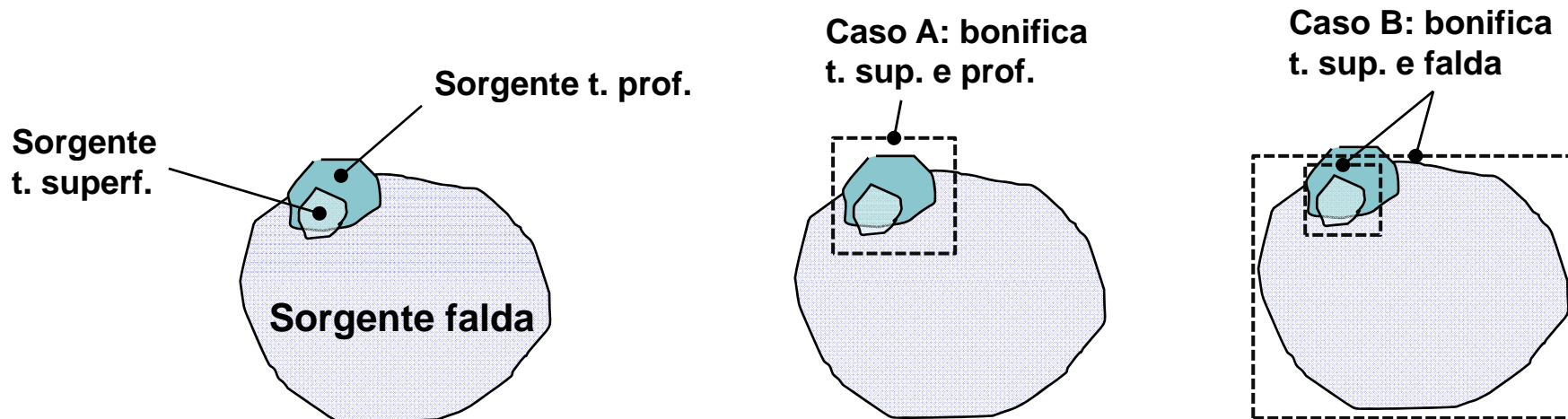


Impostazione delle simulazioni – Criteri generali

CELEBRATING
50
YEARS
in 2010

- Il calcolo delle CSR è svolto imponendo l'accettabilità del rischio ($HI = 1$, $R_{tot} = 10^{-5}$ $R = 10^{-6}$)
- Processo inverso, il cui risultato può variare a seconda delle impostazioni adottate
- Il calcolo delle CSR è condizionato da valutazioni su bonifica e messa in sicurezza del sito

ESEMPIO

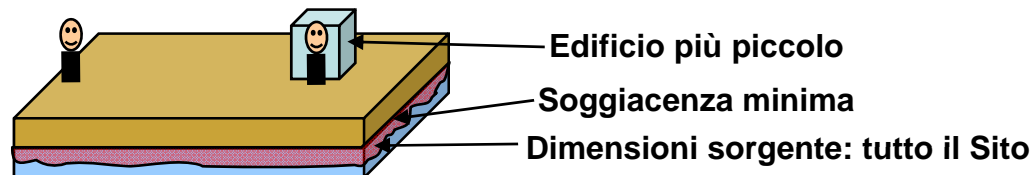




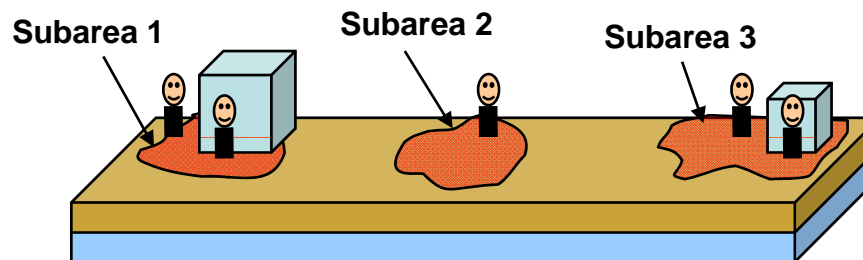
Impostazione delle simulazioni – Criteri generali

CELEBRATING
50
YEARS
in 2010

Per il calcolo delle CSR dell'acqua sotterranea: Sito omogeneo, i valori assegnati ai parametri del modello rappresentano la situazione più critica del Sito



Per il calcolo delle CSR del terreno i valori assegnati ai parametri del modello sono specifici per ogni subarea



- Falda: CSR valide per tutto il Sito
- Terreno superficiale e profondo: CSR specifiche per ogni subarea



Simulazioni

- Eseguite con il Software RISC 4.0
- Una simulazione per la falda e alcune simulazioni per ogni subarea

Risultati

- Definite le CSR per il terreno superficiale, profondo e per la falda
- Nessun superamento delle CSR per sostanze non volatili o poco volatili nel terreno profondo e nella falda
- Generalmente $CSR > CSC$ per sostanze volatili nel terreno e nella falda e per sostanze non cancerogene nel terreno superficiale
- Generalmente $CSR=CSC$ per diossine, mercurio e contaminanti cancerogeni nel terreno superficiale