



I SITI CONTAMINATI

Procedure normative e tecniche

LA LEGISLAZIONE AMBIENTALE
EUROPEA, NAZIONALE E
REGIONALE

- LIVELLO BASE -
23 e 24 giugno 2009

ing. Fulvio Simonetto

Introduzione

Sino al 2006, con la precedente normativa (DM 471/99), un sito era definito “contaminato”, e quindi da bonificare, a seguito del superamento anche di un solo inquinante rispetto alle concentrazioni limite (CLA) per suolo e/o acque sotterranee.

A seguito dell'entrata in vigore del D.Lgs. 152/06

- il superamento delle concentrazioni limite (CSC) per suolo e/o acque sotterranee definisce il sito “**POTENZIALMENTE CONTAMINATO**”
- dopo una serie di procedimenti volti alla caratterizzazione della contaminazione e del rischio sanitario ad essa connesso (Caratterizzazione ed analisi di rischio), il sito può essere considerato:
 - **CONTAMINATO** e quindi successivamente **BONIFICATO**
 - **NON CONTAMINATO**

Introduzione

D.M. 471/99

D. Lgs. 152/06

- **Superamento valore limite**
- **Sito "Contaminato"**



Bonifica

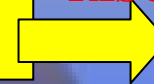
- **Superamento valore limite**
- **Sito "Potenzialmente contaminato"**



Approfondimenti delle indagini:

- **Caratterizzazione**
- **Analisi di rischio**

NON ESISTE RISCHIO



"Non Contaminato"



ESISTE RISCHIO

- **"Contaminato"**
- **Bonifica** (sino al valore determinato dall'Analisi di rischio)

Matrici ambientali interessate

Matrici ambientali per le quali esistono i valori soglia e sulle quali si sviluppano le successive fasi:

- acque sotterranee
- suolo e sottosuolo

Aria solo indirettamente (vapori dalle suddette matrici contaminate)

Cosa Non è un Sito contaminato



Centro urbano con aria inquinata da traffico,
abbandono di rifiuti, inquinamento microbiologico
dell'acqua potabile,




Origine delle contaminazioni

Malfunzionamenti o errata gestione di processi industriali, incidenti, sversamenti...

- sistematici (es. piccole perdite) o occasionali (es. incidente)
- dal piano campagna o direttamente dal sottosuolo
- puntuali o diffusi
- recenti o storici

Origine delle contaminazioni

Eventi Storici



Sino a pochi anni fa tutte le attività industriali e di smaltimento rifiuti non erano normate. Oggi si evidenziano gli effetti di questa “non” gestione ambientale

Si sono quindi “ereditati” tutti i problemi del passato legati allo sviluppo industriale “selvaggio” dell’ultimo secolo

Origine delle contaminazioni

Inquinamento Naturale

Esistono anche condizioni NATURALI di “inquinamento” (inteso come superamento dei limiti normativi), non imputabili ad attività antropiche

“Chi inquina paga”

L'applicazione di questo principio sovente non è semplice, a causa di:

- condizioni di contaminazione storiche e diffuse
- in area urbana, vicinanza di diversi possibili inquinatori

Quindi la responsabilità dell'inquinamento deve essere accertata dalle indagini geognostiche

Competenze multidisciplinari coinvolte

- Tecniche e scientifiche (geologia, chimica, ingegneria,...)
- Amministrative (gestione dei procedimenti da parte degli enti pubblici)
- Legali (accertamento delle responsabilità sull'inquinamento)

Matrici ambientali interessate

Matrici ambientali per le quali esistono i valori soglia e sulle quali si sviluppano le successive fasi

- acque sotterranee
- suolo e sottosuolo

Acque Sotterranee

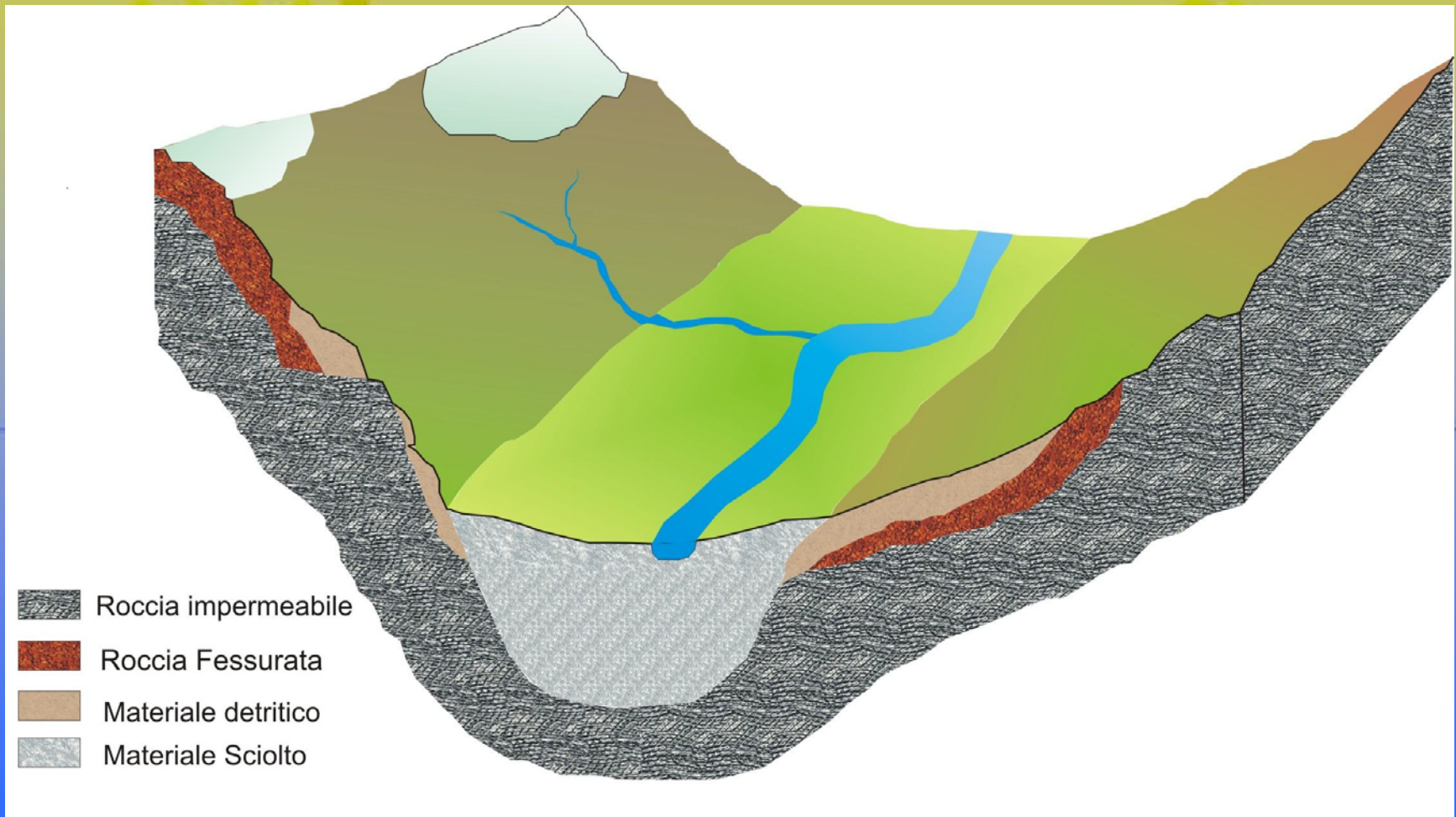
Acqua contenuta all'interno di un acquifero, ovvero in una formazione geologica in grado di :

- Immagazzinare l'acqua nei suoi pori/fratture
- Consentirne il flusso nel sottosuolo

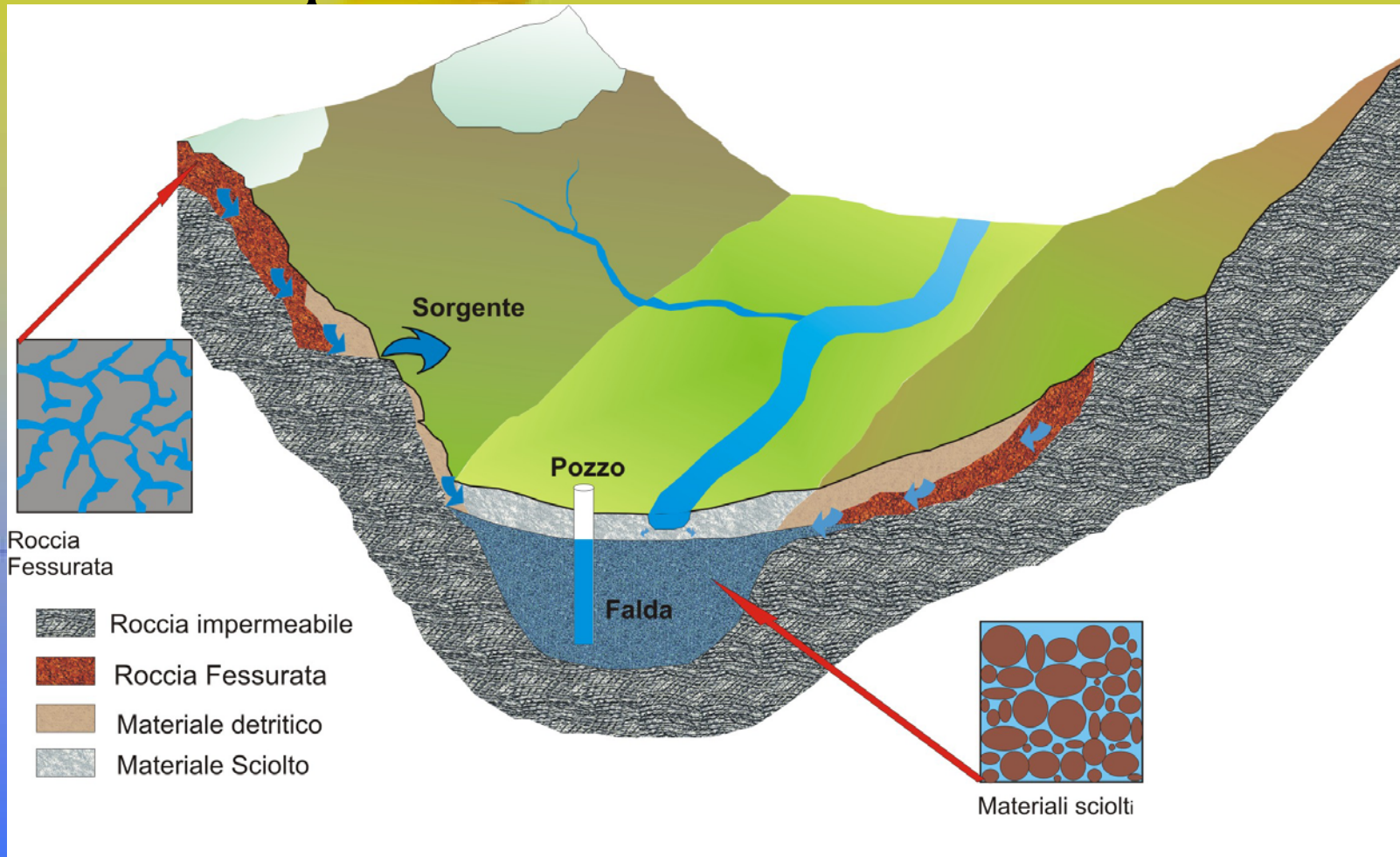
Condizioni per l'esistenza delle acque sotterranee

- alimentazione (precipitazioni, ghiacciai,..)
- permeabilità e porosità (capacità di contenere e veicolare l'acqua) dei materiali che costituiscono il sottosuolo

Sezione geologica semplificata del fondovalle valdostano



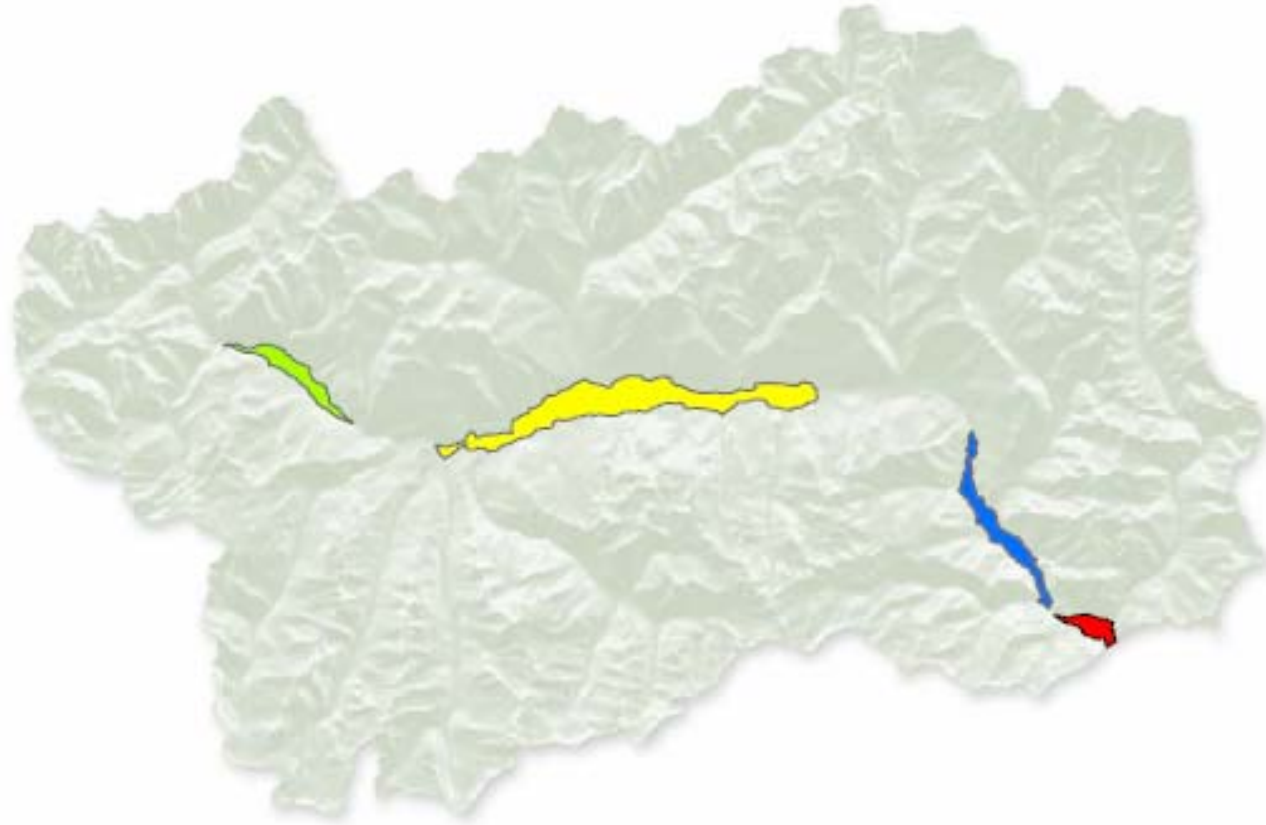
L'acqua nel sottosuolo valdostano



I sedimenti alluvionali del fondovalle sono grandi serbatoi di acque sotterranee, captate da pozzi.

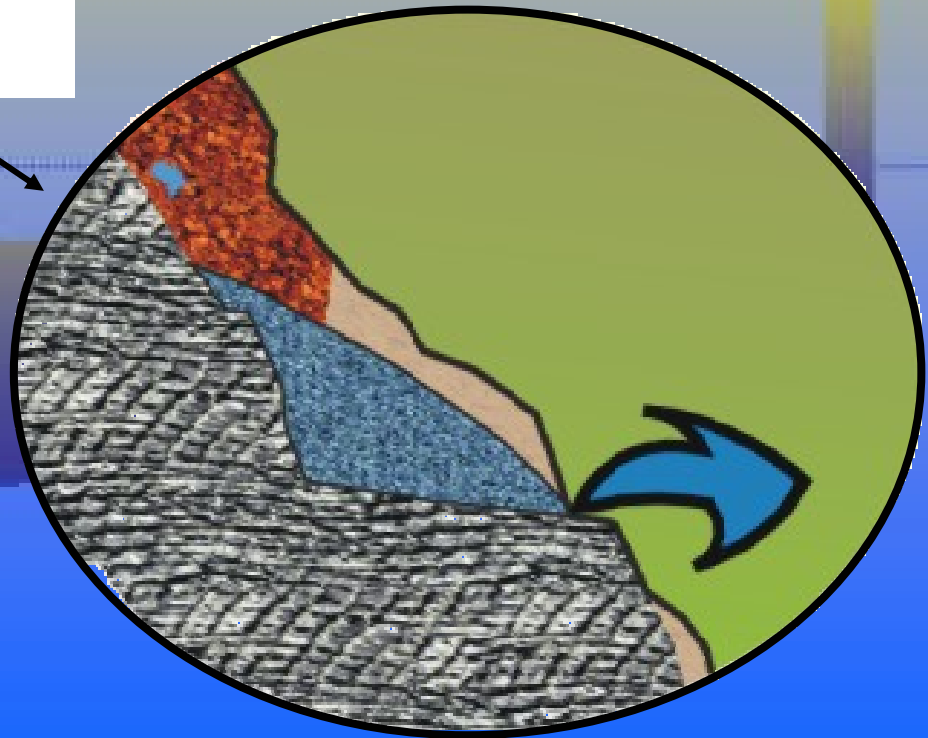
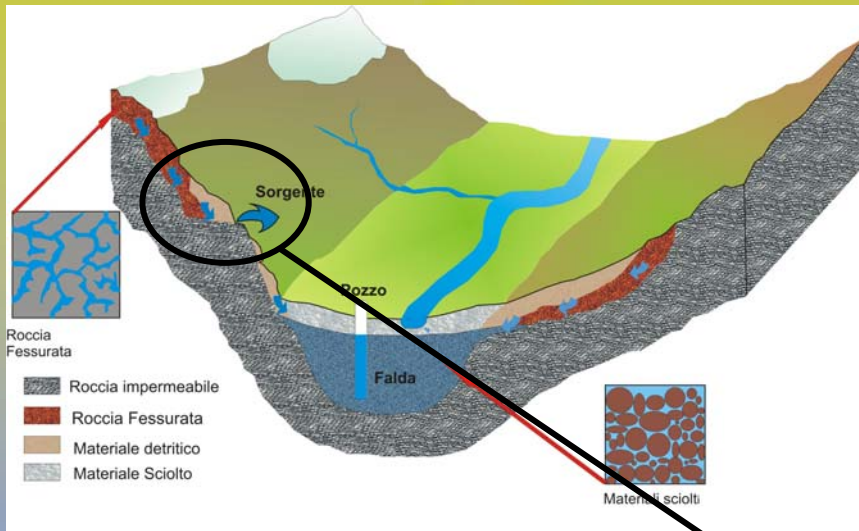
Sui versanti, l'acqua scorre nelle fratture delle rocce e nel materiale detritico superficiale; fuoriesce in corrispondenza delle sorgenti.

Principali corpi idrici sotterranei valdostani



 Piana di Verrès - Issogne - Arnad  Piana di Morgex  Piana di Donnas - Pont Saint Martin  Piana di Aosta

I versanti e le sorgenti



Terminologia

**TERRENO
INSATURO**



**TERRENO
SATURO**

Rispetto alla superficie, la falda si trova a profondità molto variabili (ad es., da 3-4 m sino a 35 m nella zona di Aosta); d'estate s'innalza con lo scioglimento dei ghiacciai.

Criticità del territorio valdostano

- Falda “superficiale”
- Assenza di strati impermeabili di entità considerevole
- Coesistenza nel fondovalle di aree urbane-industriali e captazioni idropotabili



Sversamenti superficiali, serbatoi interrati, scorie o rifiuti interrati

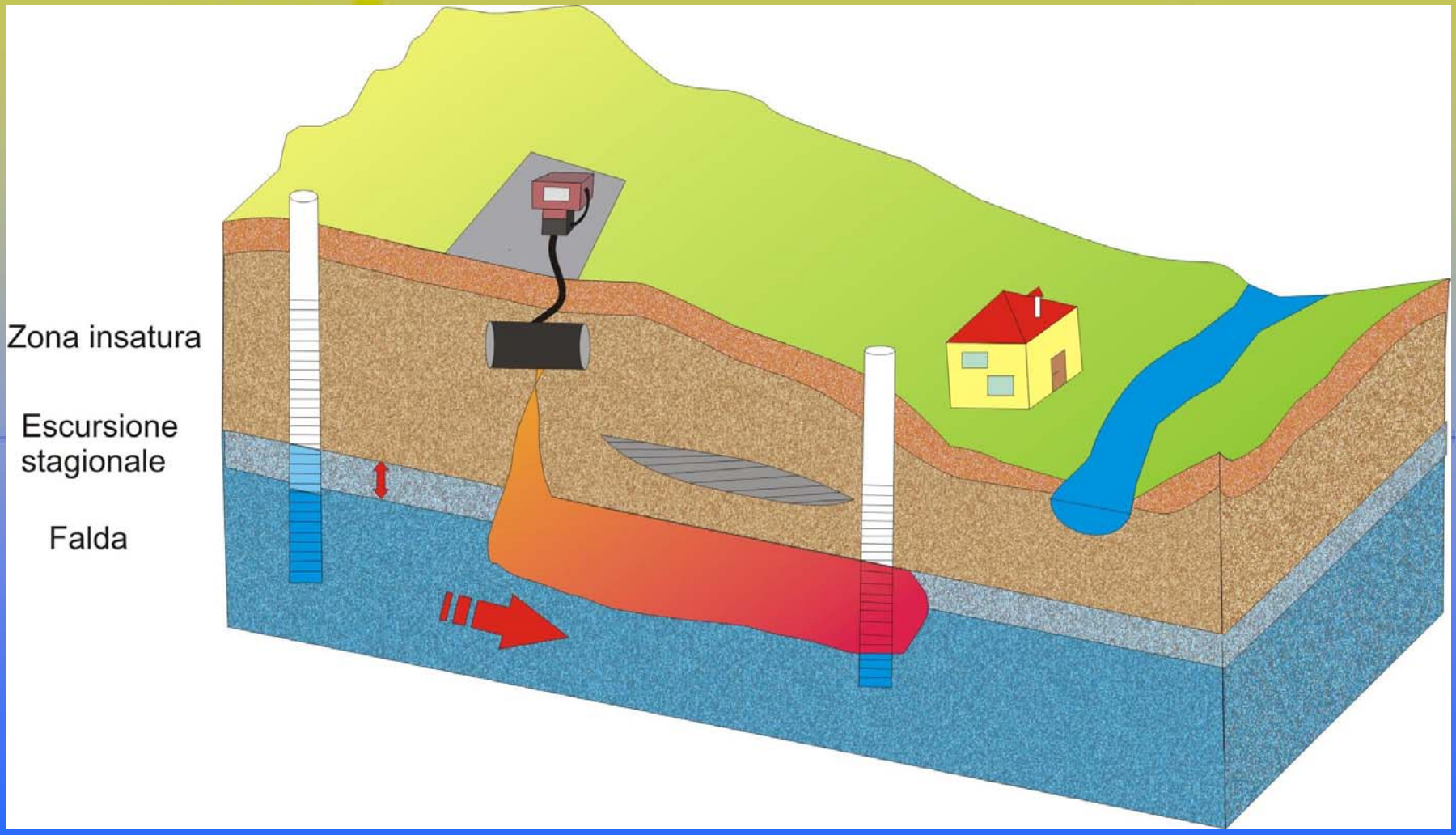


Precipitazioni e conseguente dilavamento

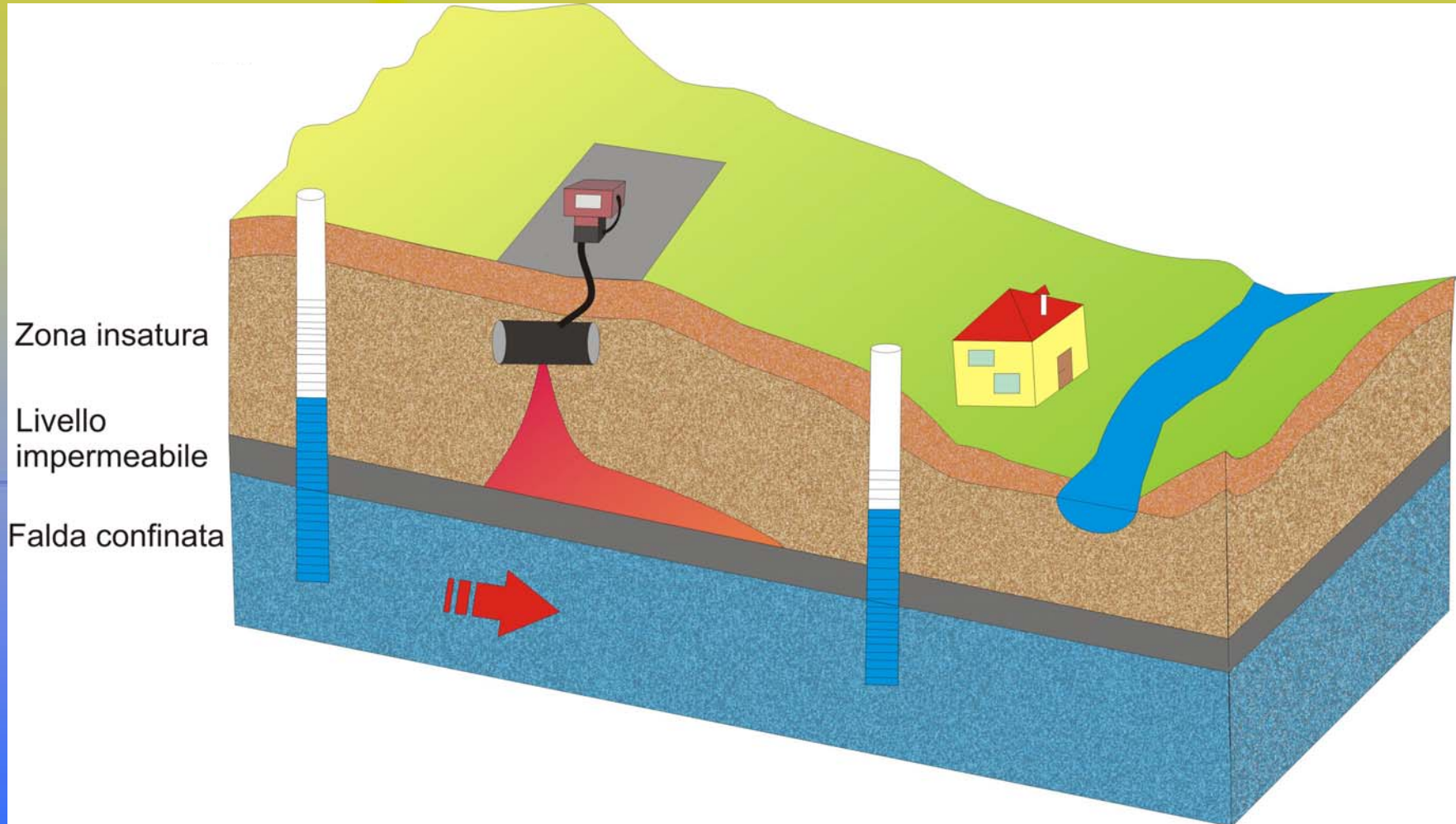


Contaminazione del terreno profondo e della falda

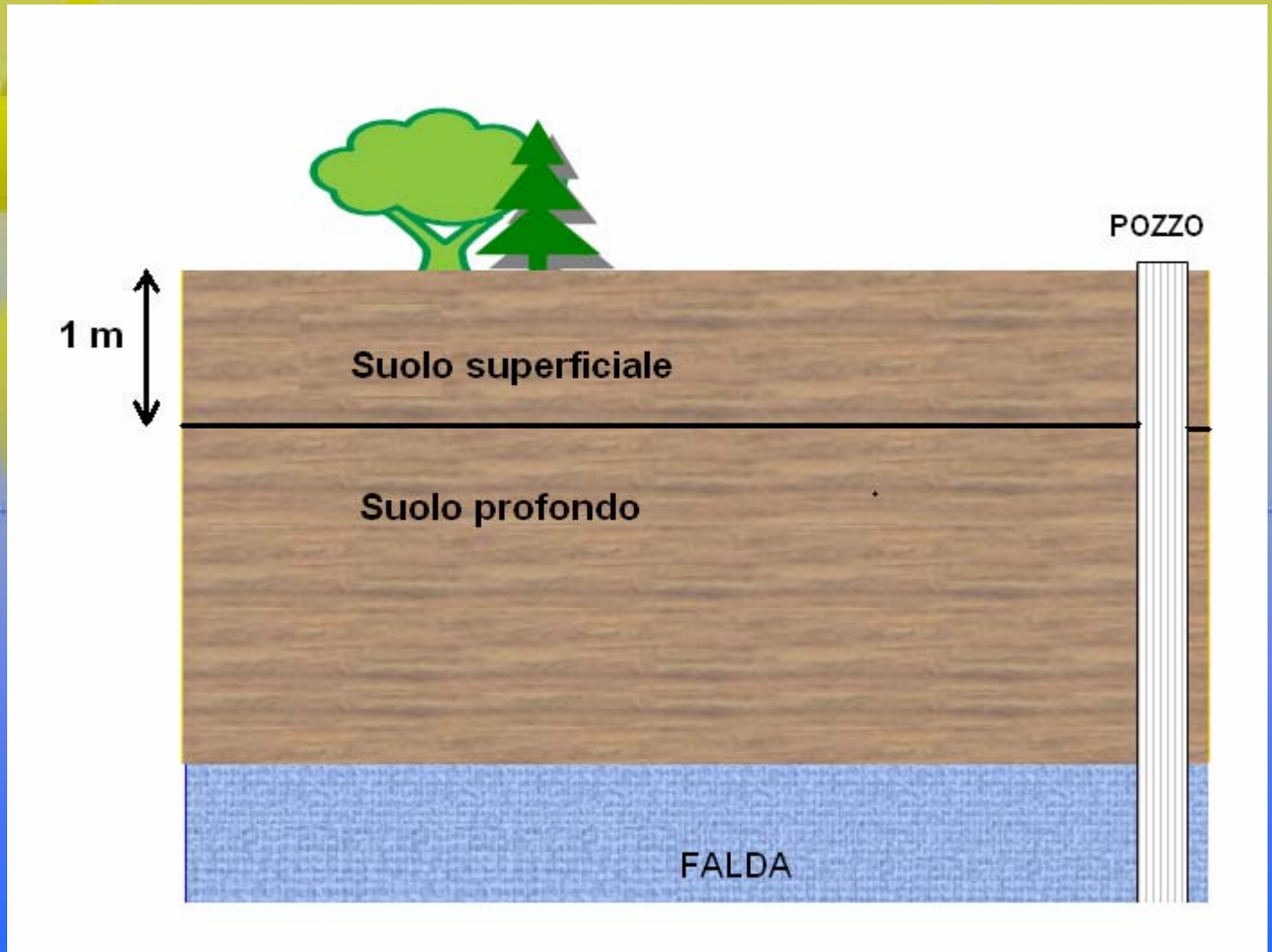
Contaminazione di un acquifero non confinato



Contaminazione di un acquifero confinato



Suolo - Terminologia



**TERRENO
INSATURO**

**TERRENO
SATURO**

Procedura per la BONIFICA DI SITI CONTAMINATI

Normata dal Titolo V della parte IV del D.Lgs.
152/2006 – Codice ambientale – del 3 aprile 2006

Il D.Lgs. 152/06 – Testo unico ambientale -

- Subentra al D.M. 471/99 (applicazione dell'art.17 del D.Lgs. 22/1997)
- É integrato e corretto dal D.Lgs 04/08 del 16 gennaio 2008

Parte Quarta Titolo V “Bonifica di Siti Contaminati”

- disciplina gli interventi di bonifica e ripristino ambientale dei siti contaminati
- definisce le procedure, i criteri e le modalità per lo svolgimento delle operazioni necessarie per l'eliminazione delle sorgenti dell'inquinamento e per la riduzione di sostanze inquinanti, secondo il principio “chi inquina paga”
- si compone di 15 articoli e 5 allegati

Parte Quarta Titolo V Bonifica di Siti Contaminati

- **ART. 239** (principi e campo di applicazione)
- **ART. 240** (definizioni)
- **ART. 241** (regolamento aree agricole)
- **ART. 242** (procedure operative ed amministrative)
- **ART. 243** (acque di falda)
- **ART. 244** (ordinanze)
- **ART. 245** (obblighi di intervento e di notifica da parte dei soggetti non responsabili della potenziale contaminazione)
- **ART. 246** (accordi di programma)
- **ART. 247** (siti soggetti a sequestro)
- **ART. 248** (controlli)
- **ART. 249** (aree contaminate di ridotte dimensioni)
- **ART. 250** (bonifica da parte dell'amministrazione)
- **ART. 251** (censimento ed anagrafe dei siti da bonificare)
- **ART. 252** (siti di interesse nazionale)
- **ART. 253** (oneri reali e privilegi speciali)

Allegati al Titolo V

- **ALLEGATO 1 – Criteri generali per l'analisi di rischio sanitario ambientale sito-specifica**
- **ALLEGATO 2 - Criteri generali per la caratterizzazione dei siti contaminati**
- **ALLEGATO 3 – Criteri generali per la selezione e l'esecuzione degli interventi di bonifica e ripristino ambientale, di messa in sicurezza...**
- **ALLEGATO 4 – Criteri generali per l'applicazione delle procedure semplificate.**
- **ALLEGATO 5 – Valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare**

Normativa Regionale – L.R. N. 31 del 3 dicembre 2007

Capo V “Bonifica dei siti contaminati”

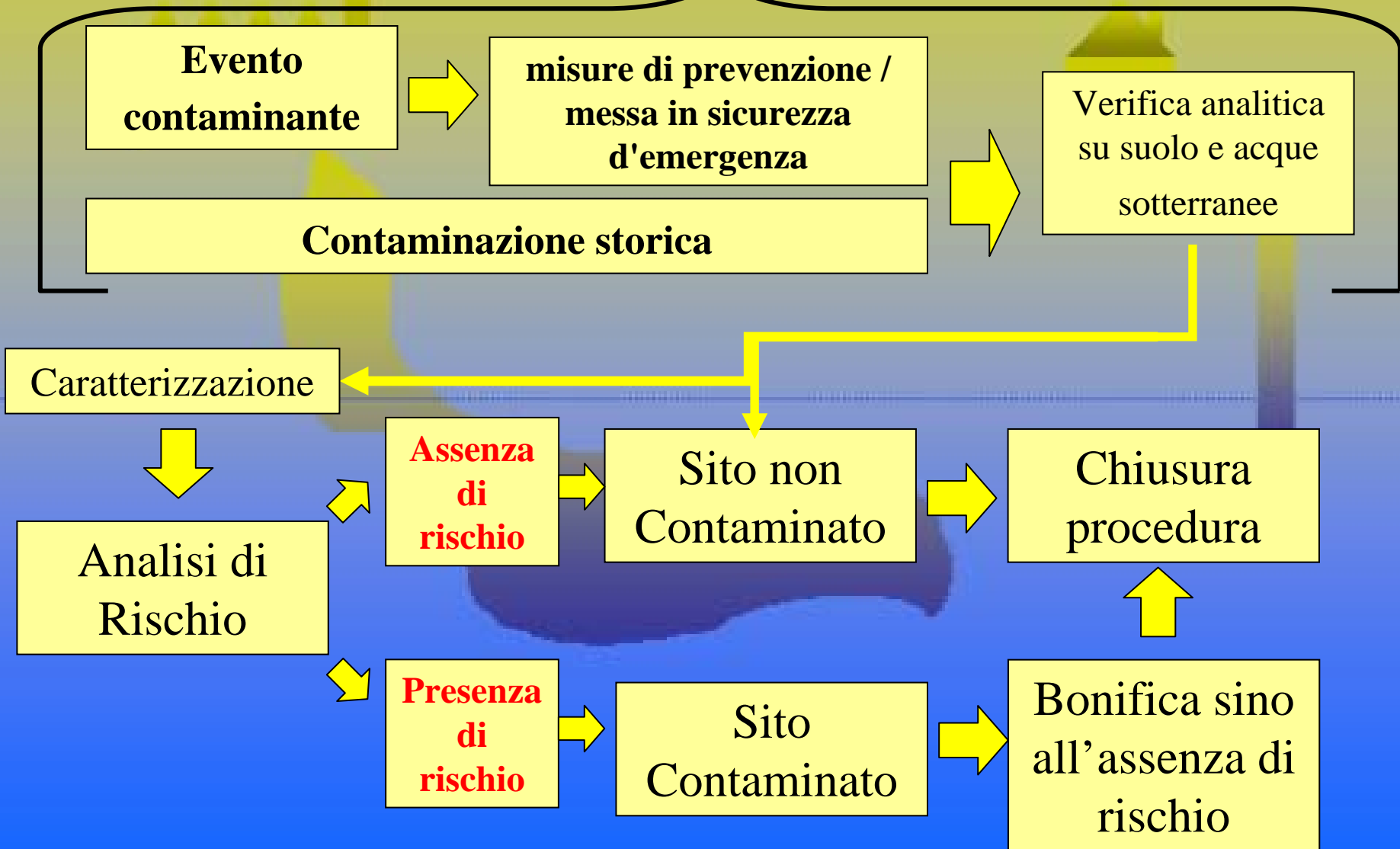
- **art.18 (Principi e campo di applicazione)**
- **art. 19 (sottoposti ad interventi di bonifica o messa in sicurezza permanente)**
- **art. 20 (Finanziamenti).**

Contenuti

- **recepisce e richiama espressamente il D.Lgs 152/06 (*art. 18 punto 1: Gli interventi di bonifica e di ripristino ambientale dei siti contaminati devono essere effettuati nel rispetto delle disposizioni di cui alla parte IV, titolo V, del d.lgs. 152/2006*).**
- **si esprime in merito al possibile riutilizzo dei materiali derivanti dalle bonifiche**
- **si esprime in merito ai possibili finanziamenti**

Concetti Base

(Sito potenzialmente contaminato)



Alcune definizioni

- Sorgente primaria: origine fisica della contaminazione – deve essere rimossa o messa in condizioni di non nuocere (es. serbatoi interrati, tubazioni, sottoservizi, vasche,...)
- Sorgente secondaria: porzioni di matrici ambientali (suolo superficiale, suolo profondo, acque sotterranee) contaminate.

Alcune definizioni

- **SITO:**

l'area o porzione di territorio, geograficamente definita e determinata, intesa nelle diverse matrici ambientali (suolo, sottosuolo ed acque sotterranee) e comprensiva delle eventuali strutture edilizie e impiantistiche presenti; *In prima analisi si definisce sito l'intera area catastale all'interno della quale si è rinvenuto l'inquinamento*

- **SITO CON ATTIVITA' IN ESERCIZIO:**

un sito nel quale risultano in esercizio attività produttive sia industriali che commerciali nonché le aree pertinenziali e quelle adibite ad attività accessorie economiche, ivi comprese le attività di mantenimento e tutela del patrimonio ai fini della successiva ripresa delle attività;

- **SITO DISMESSO:**

un sito in cui sono cessate le attività produttive

Alcune definizioni

- **CONCENTRAZIONE SOGLIA DI CONTAMINAZIONE (CSC):**
i livelli di contaminazione delle matrici ambientali che costituiscono valori al di sopra dei quali e' necessaria la caratterizzazione del sito e l'analisi di rischio sito specifica, come individuati nell'Allegato 5
- **SITO POTENZIALMENTE CONTAMINATO:**
un sito nel quale uno o più valori di concentrazione delle sostanze inquinanti rilevati nelle matrici ambientali risultino superiori ai valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC), in attesa di espletare le operazioni di caratterizzazione e di analisi di rischio sanitario e ambientale sito specifica, che ne permettano di determinare lo stato o meno di contaminazione sulla base delle concentrazioni soglia di rischio (CSR)

Concentrazioni Soglia di Contaminazione

TERRENI

Commerciale o residenziale?

La definizione della destinazione d'uso e quindi delle CSC da applicare è in prima analisi dettata dal piano regolatore Comunale

Eventualmente, su proposta del responsabile della contaminazione in funzione del reale utilizzo dell'area

CONCENTRAZIONI ESPRESSE IN:

- mg/kg per i terreni
- microgrammi/litro per le acque

Legenda

A = Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (mg kg^{-1} espressi come sostanza secca)
 B = Siti ad uso commerciale ed industriale (mg kg^{-1} espressi come sostanza secca)

	A	B
Composti inorganici		
1. Antimonio	10	30
2. Arsenico	20	50
3. Berillio	2	10
4. Cadmio	2	15
5. Cobalto	20	250
6. Cromo totale	150	800
7. Cromo VI	2	15
8. Mercurio	1	5
9. Nichel	120	500
10. Piombo	100	1000
11. Rame	120	600
12. Selenio	3	15
13. Stagno	1	350
14. Tallio	1	10
15. Vanadio	90	250
16. Zinco	150	1500
17. Cianuri (liberi)	1	100
18. Fluoruri	100	2000
Aromatici		
19. Benzene	0,1	2
20. Etilbenzene	0,5	50
21. Stirene	0,5	50
22. Toluene	0,5	50
23. Xilene	0,5	50
24. Sommatoria organici aromatici (da 20 a 23)	1	100
Aromatici policiclici 1		
25. Benzo(a)antracene	0,5	10

Alcune definizioni

- **ANALISI DI RISCHIO SANITARIO E AMBIENTALE SITO-SPECIFICA:**
analisi sito specifica degli effetti sulla salute umana derivanti dall'esposizione prolungata all'azione delle sostanze presenti nelle matrici ambientali contaminate, condotta con i criteri indicati nell'Allegato 1
- **CONCENTRAZIONE SOGLIA DI RISCHIO (CSR):**
i livelli di contaminazione delle matrici ambientali, da determinare caso per caso con l'applicazione della procedura di analisi di rischio sito specifica secondo i principi illustrati nell'Allegato 1 alla parte quarta del presente decreto e sulla base dei risultati del piano di caratterizzazione, il cui superamento richiede la messa in sicurezza e la bonifica. I livelli di concentrazione così definiti costituiscono i livelli di accettabilità per il sito

Alcune definizioni

- **SITO CONTAMINATO:**

un sito nel quale i valori delle concentrazioni soglia di rischio (CSR), determinati con l'applicazione della procedura di analisi di rischio di cui all'Allegato 1 alla parte quarta del presente decreto sulla base dei risultati del piano di caratterizzazione, risultano superati

- **SITO NON CONTAMINATO:**

un sito nel quale la contaminazione rilevata nelle matrici ambientali risulti inferiore ai valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC) oppure, se superiore, risulti comunque inferiore ai valori di concentrazione soglia di rischio (CSR) determinate a seguito dell'analisi di rischio sanitario e ambientale sito specifica

Alcune definizioni

- **MESSA IN SICUREZZA D'EMERGENZA:**
 ogni intervento immediato o a breve termine, in caso di eventi di contaminazione repentini, atto a contenere la diffusione delle sorgenti primarie di contaminazione, impedirne il contatto con altre matrici presenti nel sito e a rimuoverle in attesa di eventuali ulteriori interventi di bonifica
- **MESSA IN SICUREZZA OPERATIVA:**
 interventi eseguiti in un sito con attività in esercizio atti a garantire un adeguato livello di sicurezza per le persone e per l'ambiente, in attesa di ulteriori interventi di messa in sicurezza permanente o bonifica da realizzarsi alla cessazione dell'attività (piani di monitoraggio e controllo)
- **MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE:**
 interventi atti ad isolare in modo definitivo le fonti di inquinamento rispetto alle matrici ambientali circostanti e a garantire un elevato e definitivo livello di sicurezza per le persone e per l'ambiente (piani di monitoraggio e controllo)

Alcune definizioni

- **BONIFICA:**

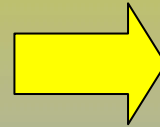
interventi atti ad eliminare le fonti di inquinamento e le sostanze inquinanti o a ridurre le concentrazioni delle stesse ad un livello uguale o minore ai valori CSR

- **RIPRISTINO AMBIENTALE:**

interventi di riqualificazione ambientale e paesaggistica che consentono di recuperare il sito alla effettiva fruibilità per la destinazione d'uso conforme agli strumenti urbanistici in vigore

Procedure operative ed amministrative

A – Entro 24 ore successive
 all'evento o
 all'individuazione di
 contaminazioni storiche



- **Comunicazione** di un potenziale danno ambientale a:
 - Comune
 - Provincia
 - Regione
 - Prefetto della Provincia

- **Adozione** delle necessarie misure di prevenzione e messa in sicurezza, che dovranno essere oggetto della comunicazione di cui al precedente punto

- La comunicazione non appena pervenuta al comune abilita l'operatore alla realizzazione degli interventi di prevenzione e messa in sicurezza
- Se l'operatore non provvede, l'Autorità preposta al controllo o comunque il Ministero dell'Ambiente irroga una sanzione amministrativa compresa tra 1000 Euro e 3000 Euro per ogni giorno di ritardo

Procedure operative ed amministrative

B – Entro 72 ore successive all'evento (cioè entro **le 48 ore** successive allo scadere di quello di cui al punto A)

Il responsabile dell'inquinamento svolge indagini preliminari per la verifica delle CSC

Non superamento CSC:

chiusura procedimento con invio autocertificazione al Comune, fermo restando attività di verifica e controllo competente

Superamento CSC:

comunicazione immediata al Comune e alla Provincia con descrizione delle misure di prevenzione e d'emergenza adottate

Lo svolgimento delle indagini preliminari entro 48 ore è di fatto irrealizzabile

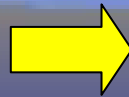
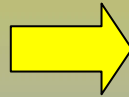
Superamento CSC

Il responsabile dell'inquinamento

Nei successivi 30 gg . Il responsabile dell'inquinamento presenta agli enti coinvolti il **piano di caratterizzazione**

Entro sei mesi dalla approvazione del piano di caratterizzazione

Il responsabile presenta alla Regione i risultati **dell'analisi di rischio**, sulla base delle risultanze della caratterizzazione.



Regione

Entro 30 gg la Regione convoca la Conferenza dei Servizi e autorizza il piano di caratterizzazione con eventuali prescrizioni.

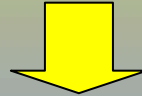
Entro 60 gg la Regione approva il documento di **analisi di rischio**, tramite delibera della Conferenza dei Servizi.

L'autorizzazione della Regione sostituisce ogni altra autorizzazione, concessione, ecc.

Procedure operative ed amministrative

Superamento CSC

Analisi di rischio dimostra l'**assenza** di rischio
(concentrazioni dei contaminanti < CSR calcolate)



si conclude il procedimento – sito non contaminato.

La Conferenza dei Servizi può prescrivere monitoraggio, il cui piano il responsabile lo deve presentare entro 60 gg dall'approvazione del documento analisi di rischio. La Regione, sentita la Provincia, approva il piano di monitoraggio nei successivi 30 gg dal ricevimento dello stesso. Tale termine può essere sospeso una sola volta per richiedere integrazioni e approfondimenti e decorre di nuovo dalla presentazione del progetto integrato. Allo scadere del periodo di monitoraggio, il responsabile invia una relazione tecnica riassuntiva. Ove si sia riscontrato un superamento della CSR si avvia la Procedura di bonifica

Procedure operative ed amministrative

Superamento CSR

Analisi di rischio dimostra l'**esistenza** di rischio
(concentrazioni dei contaminanti $>$ CSR calcolate)



Sito contaminato.

Il responsabile dell'inquinamento

Entro 6 mesi dall'approvazione del documento di analisi di rischio, presenta il progetto di **bonifica** o di messa in sicurezza operativa o permanente

Regione

Entro 60 gg dal ricevimento del progetto di cui sopra la Regione lo approva.

Tale termine può essere sospeso una sola volta per richiedere integrazioni e approfondimenti, e decorre di nuovo dalla presentazione del progetto integrato.

Procedura semplificata

- Ai sensi dell'allegato al titolo V della parte quarta del D.Lgs 152/06
- Siti di dimensioni inferiori ai 1000 mq o eventi accidentali che interessano aree circoscritte.

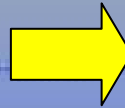
**• Si adottano come dimensioni del sito le dimensioni dell'area "catastale".
Eventualmente siti "catastalmente" maggiori ai 1000 mq passano in procedura semplificata a seguito della caratterizzazione attestante una estensione della contaminazione minore ai 1000 mq**

Procedura semplificata

Il responsabile può scegliere tra:

- Bonifica sino alle CSC
- Analisi di rischio e bonifica sino alle CSR (scelta obbligatoria se si riscontra contaminazione in falda)

Il responsabile presenta un unico progetto contenente l'analisi di rischio (se prevista) e il progetto di bonifica



Entro 60 gg dal ricevimento del progetto la Regione lo approva.

• Non esistendo esatte prescrizioni relative alla tempistica per la presentazione del progetto “unico” è prassi dell'amministrazione Regionale preposta applicare una tempistica di 6 mesi per la presentazione del suddetto progetto.

I tempi passano quindi dai 13 mesi della procedura standard a 6 mesi

Soggetti coinvolti

- Alle riunioni istruttorie ed alle conferenze dei servizi partecipano:

Regione

Comune

ARPA

USL

Corpo Forestale

Il D.Lgs 152/06 definisce come le indagini e le attività istruttorie debbano essere svolte dalla Regione (Provincia) attraverso ARPA

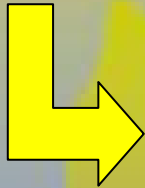
Il Piano di Caratterizzazione

Obiettivi:

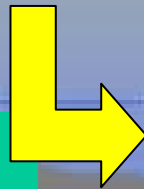
- Verificare l'assenza di sorgenti primarie ancora attive.
- Verificare l'esistenza della contaminazione nelle matrici ambientali coinvolte (acqua Suolo sup, suolo profondo) – sorgenti secondarie - definendone: estensione, tipologia di contaminazione (inquinante)
- Individuare le possibili vie di migrazione della contaminazione
- Ricostruire le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche dell'area
- Ottenere i parametri necessari a condurre nel dettaglio l'analisi di rischio Sito-specifica
- Individuare i possibili recettori

Il Piano di Caratterizzazione

Raccolta dati esistenti



Modello concettuale
preliminare



Indagini geognostiche
e chimiche



Modello concettuale
Definitivo

Rappresenta il fulcro
dell'approccio sito-specifico
all'area potenzialmente
contaminata

Rappresenta la raccolta delle
informazioni indispensabili allo
studio specifico dell'area e
all'identificazione dei potenziali
bersagli

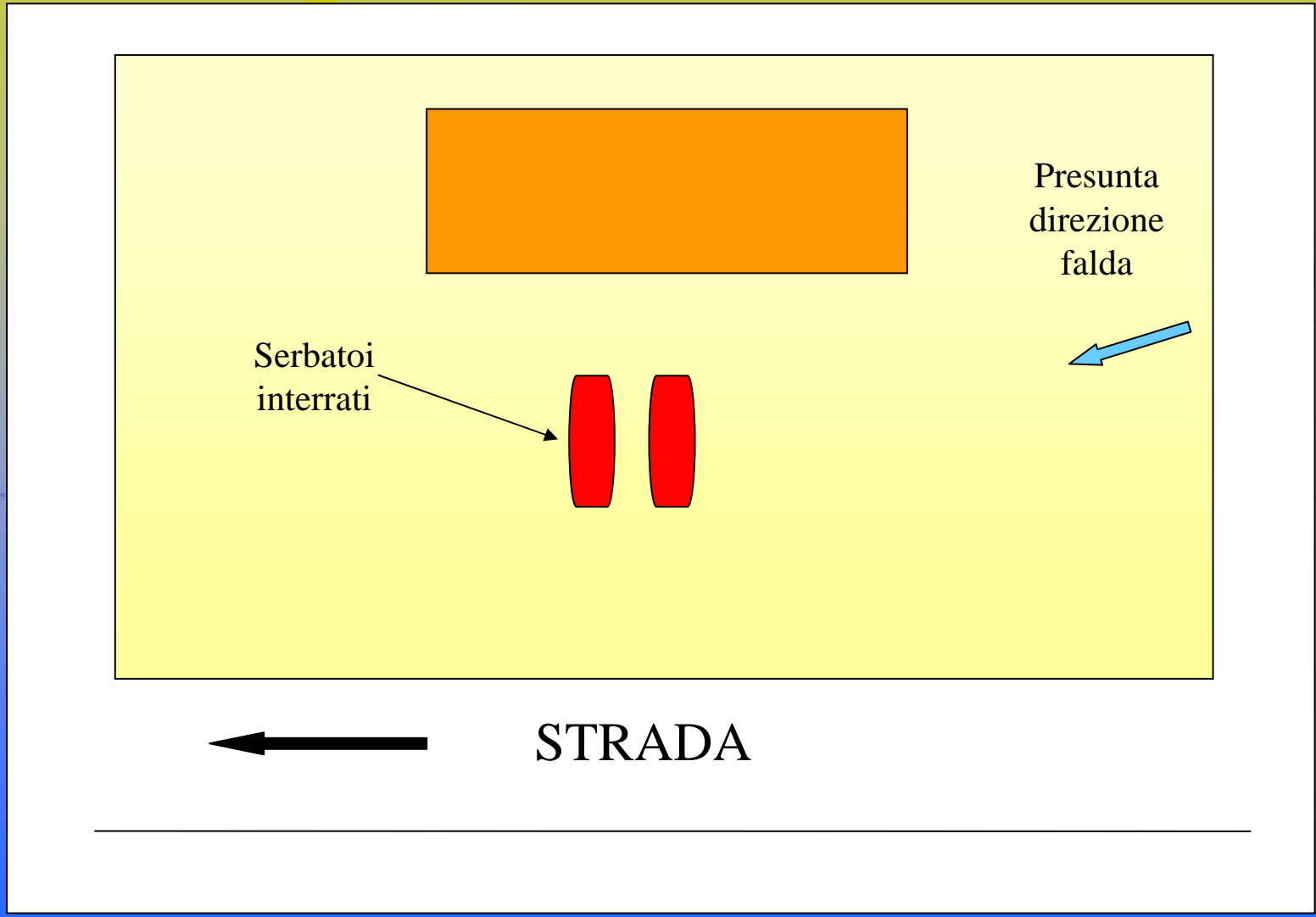
Indagini

- Sul terreno superficiale e profondo : sondaggi ambientali e/o scavi
- Sulle acque sotterranee: piezometri per determinarne, la presenza, la direzione di flusso, l'eventuale contaminazione

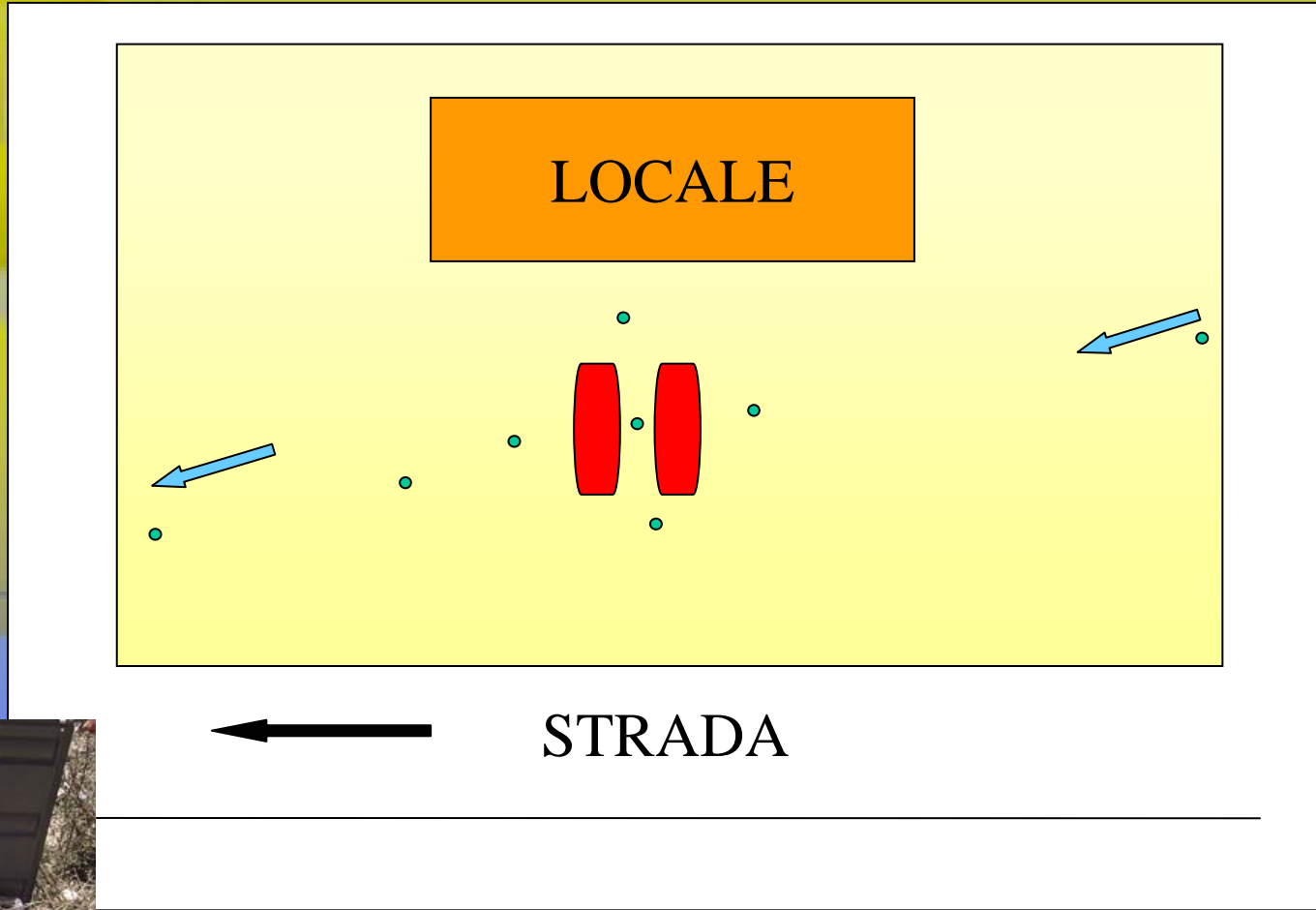
Le indagini possono spingersi oltre i confini della proprietà

I piezometri realizzati in fase di caratterizzazione sono sovente utilizzati nelle eventuali o successive fasi di monitoraggio e/o bonifica – la loro disposizione va quindi valutata con cura.

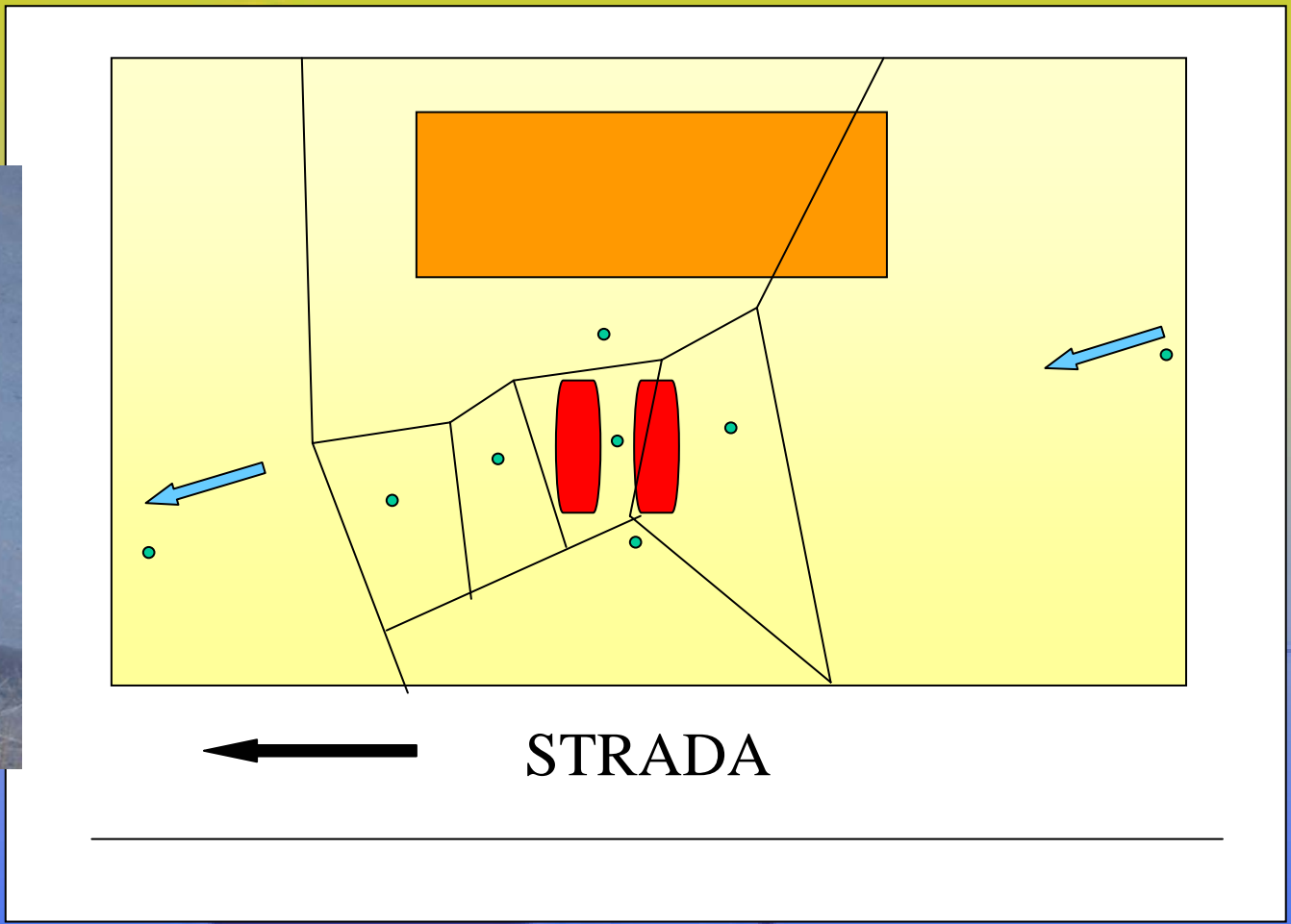
Esempio 1) Stato di fatto



2) Indagini geognostiche



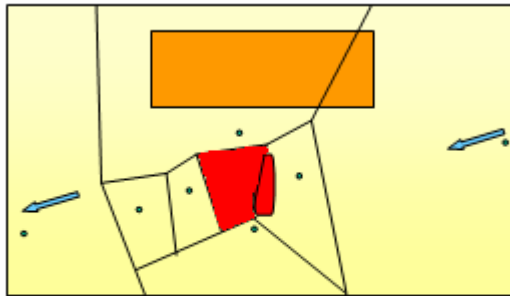
3) Ripartizione in aree



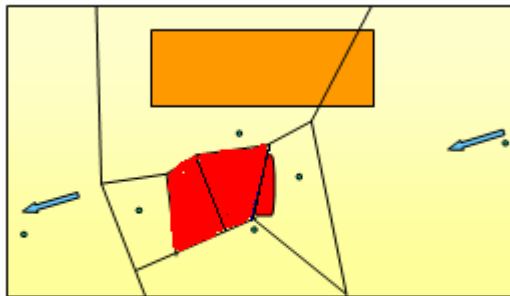
Nel caso si evidenzi contaminazione in falda, è fondamentale perforare un piezometro di valle ed uno di monte

4) Estensione della contaminazione

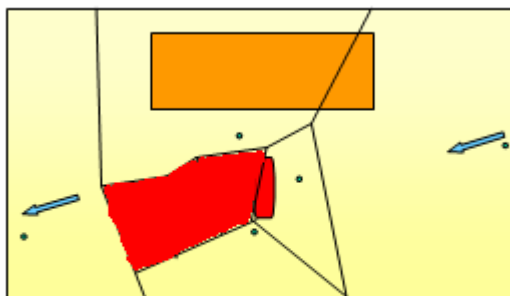
È fondamentale definire la presenza e l'estensione della contaminazione nelle 3 matrici



Suolo sup.



Suolo profondo

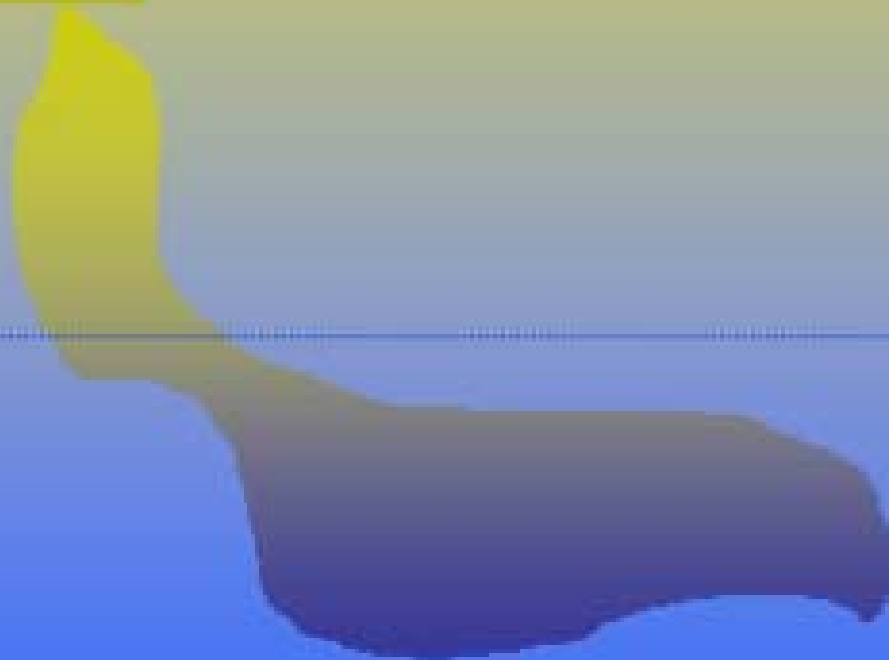


Acque sotterranee

La caratterizzazione deve restituire tutte le informazioni necessarie per l'esecuzione dell'analisi di rischio. Esistono quindi precise necessità in merito a parametri da ricercare e modalità di ricerca/analisi.

Si rimanda a specifiche pubblicazioni ISPRA in merito:

- Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati.
- Documento di riferimento per la determinazione e validazione dei parametri specifici dei siti



Analisi di Rischio

- **strumento decisionale che consente di valutare, in via quantitativa, i rischi per la salute umana connessi alla presenza di inquinanti nelle matrici ambientali (suolo superficiale, suolo profondo e falda).**
- **si fonda su una serie di equazioni, codificate a partire dagli anni '80 negli USA, che tendono a schematizzare le vie di trasporto e di esposizione per le diverse tipologie di contaminazione.**
- **La procedura diretta dell'Analisi di rischio consiste nel calcolare le concentrazioni di inquinante a cui è sottoposto un recettore umano, e nel valutare se l'assunzione di dette concentrazioni può essere dannosa (incremento della mortalità o dei tumori).**
- **La normativa italiana prevede, una applicazione inversa dell'analisi di rischio, volta a calcolare le concentrazioni di contaminante al di sotto delle quali non esiste rischio per i recettori (Concentrazioni Soglia di Rischio - CSR) e quindi definire i limiti di contaminazione accettabili sito specifici.**
- **L'intera procedura è gestita ed elaborata mediante appositi applicativi informatici, ma la sua corretta applicazione necessita della esatta identificazione dei meccanismi di trasporto, delle vie di esposizione e dei possibili recettori. L'elaborazione e la validazione di tale procedura deve quindi essere eseguita da tecnici specializzati.**

Analisi di Rischio

Esistono 3 distinti livelli di possibile applicazione dell'analisi di rischio:

livello 1

mera valutazione di screening, basata su confronto tabellare tra le concentrazioni di contaminante rilevate nel sito e i valori limite previsti nei comparti ambientali (suolo e acque sotterranee)

livello 2

valutazione sito-specifica: si tratta di una semplificazione della realtà del sito mediante modelli analitici, che consente di determinare i valori di concentrazione obiettivo specifici per il sito in esame (CSR). I ricettori possono trovarsi in corrispondenza della sorgente (on-site) o ad una certa distanza dalla sorgente di contaminazione (off-site).



Prevista dal
D.Lgs.152/06

livello 3

permette una valutazione sito-specifica di maggiore dettaglio. Utilizza modelli numerici e analisi probabilistiche che consentono di poter considerare l'eterogeneità del sistema, la geometria della sorgente inquinante e le condizioni al contorno.

Rischio (1)

RISCHIO = ESPOSIZIONE x TOSSICITA'

sostanze tossiche

$$HI = E / TDI$$

TDI (o RfD) = Dose di riferimento

Rischio accettabile = 1

HI = 1 rappresenta l'esposizione media giornaliera che non produce effetti avversi apprezzabili sull'organismo umano durante il corso della vita.

sostanze cancerogene

$$R = E \times SF$$

SF = Grado di cancerogenicità

Rischio accettabile

**10⁻⁶ per una singola sostanza
10⁻⁵ per più sostanze (cumulato)**

R rappresenta la probabilità di casi incrementali di tumore nel corso della vita,

Rischio (2)

$$\text{RISCHIO} = \text{ESPOSIZIONE} \times \text{TOSSICITA}'$$

Dove

$$E = C_{poe} \cdot EM$$

EM = Portata effettiva di esposizione = f (caratteristiche del bersaglio, tempo di esposizione giornaliero, frequenza, durata ...)

$$C_{poe} = C_{alla\ sorgente} \cdot \text{Fattore di Trasporto}$$

Quindi

$$\text{RISCHIO} = C_{alla\ sorgente} \cdot \text{Fattore di Trasporto} \cdot EM \cdot \text{TOSSICITA}'$$

L'esistenza di rischio comporta un reale pericolo per la salute umana nel lungo termine

CSR

L'analisi inversa consiste nell'imporre i valori di R o HI accettabili e calcolare le C accettabili alla sorgente (CSR)

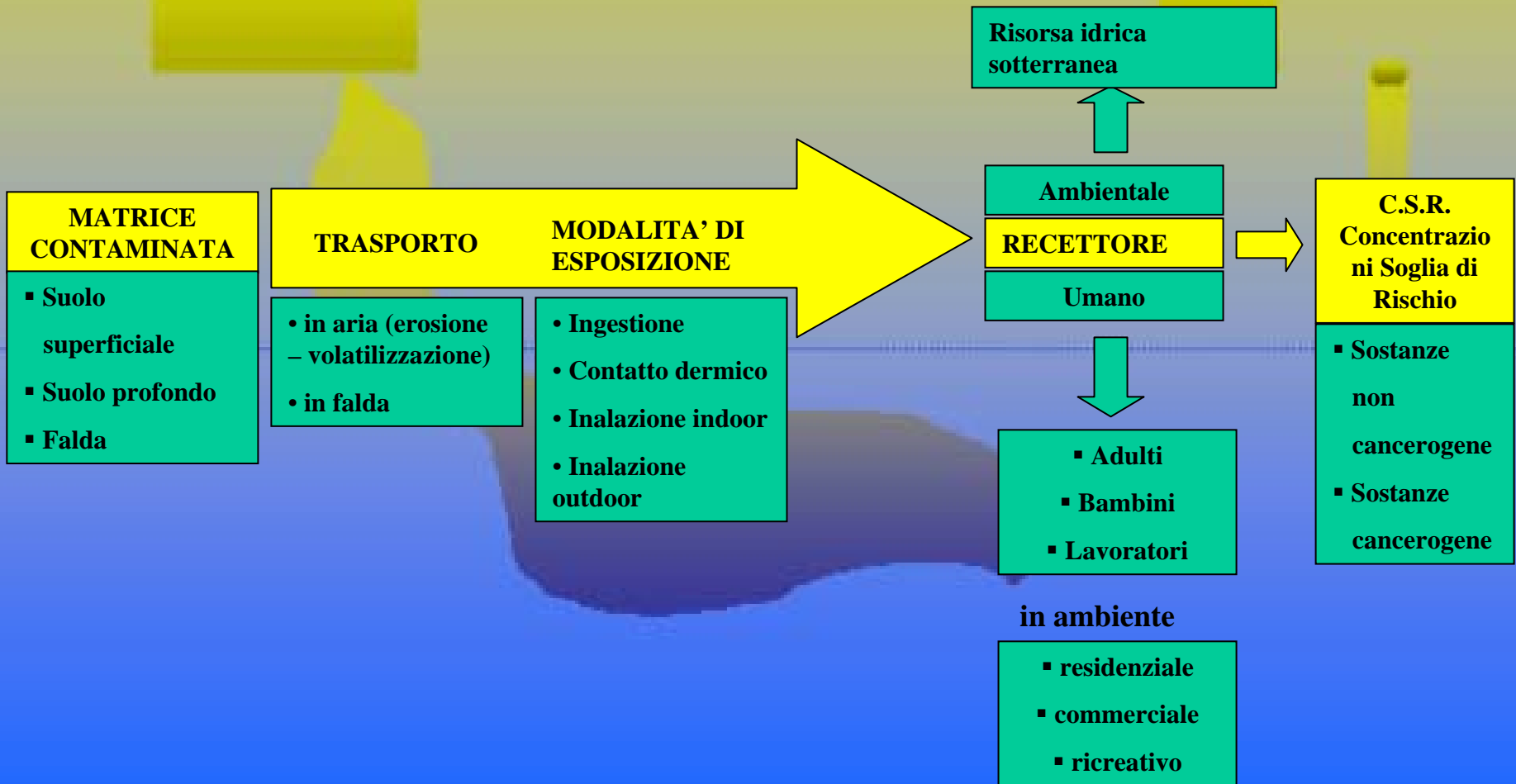
Quindi

$$\mathbf{RISCHIO = C \textit{ alla sorgente} \cdot EM \cdot Fattore di Trasporto \times TOSSICITA'}$$

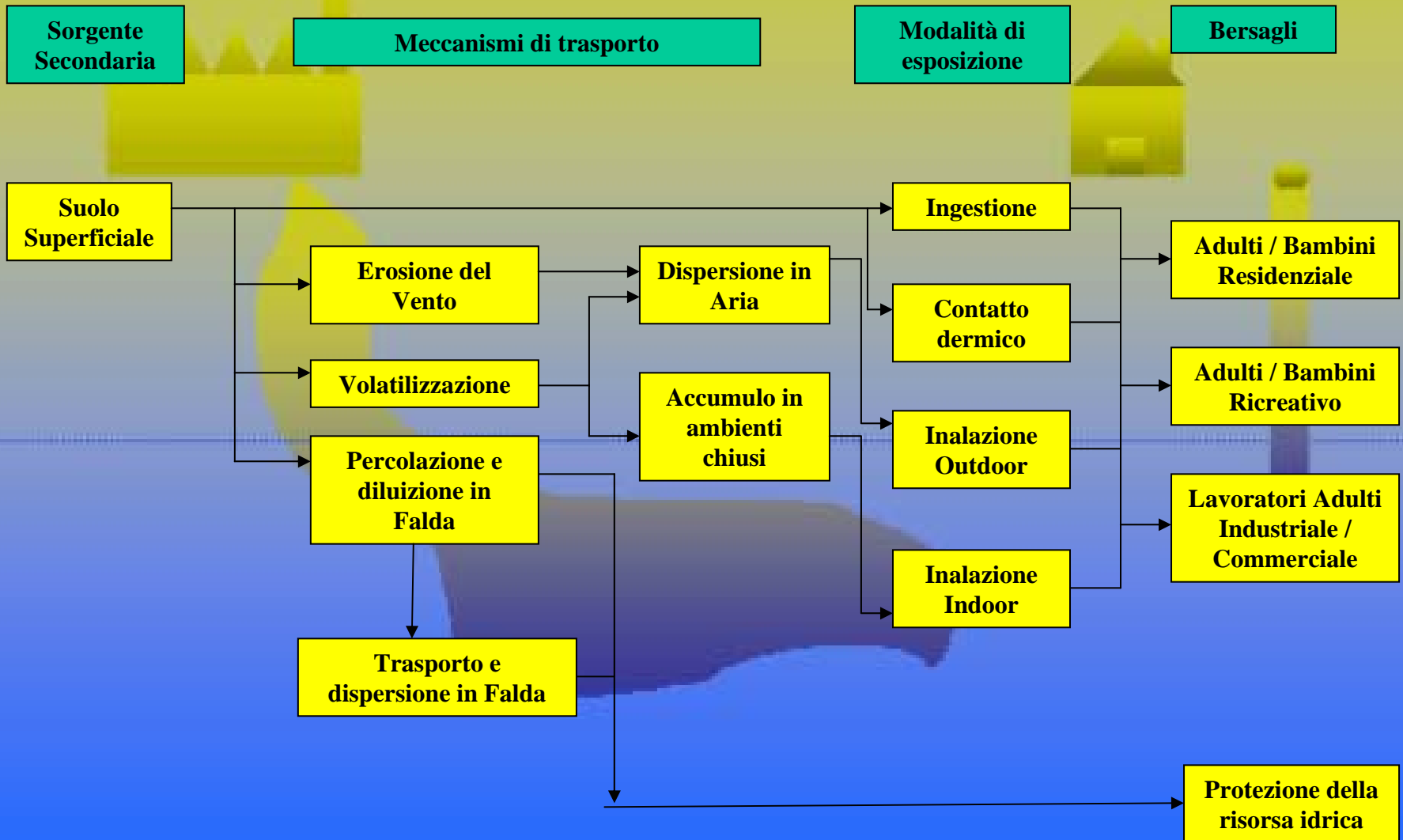
diventa

$$\mathbf{CSR = RISCHIO ACCETTABILE / (EM \cdot Fattore di Trasporto \cdot TOSSICITA')}$$

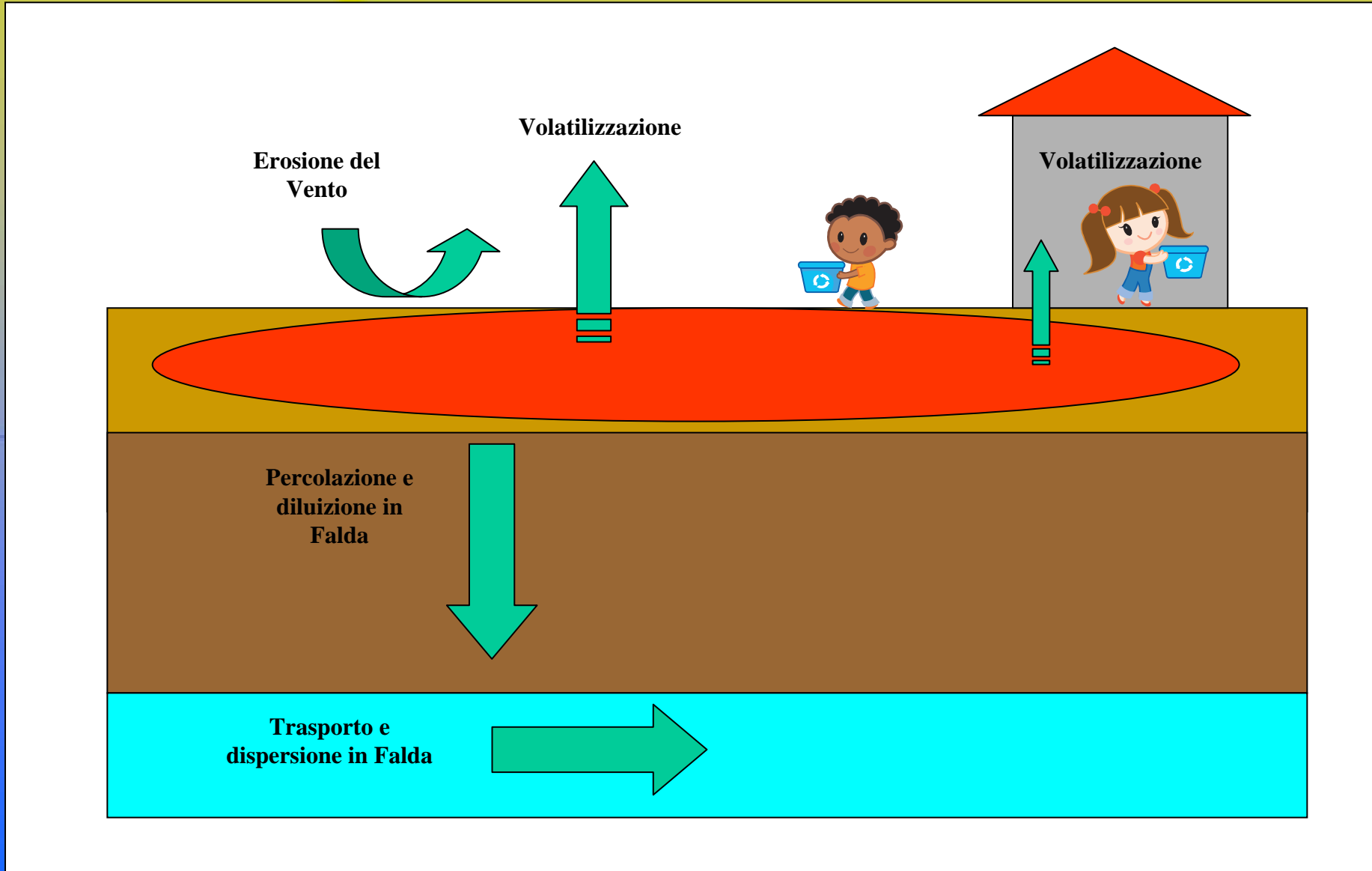
Componenti principali



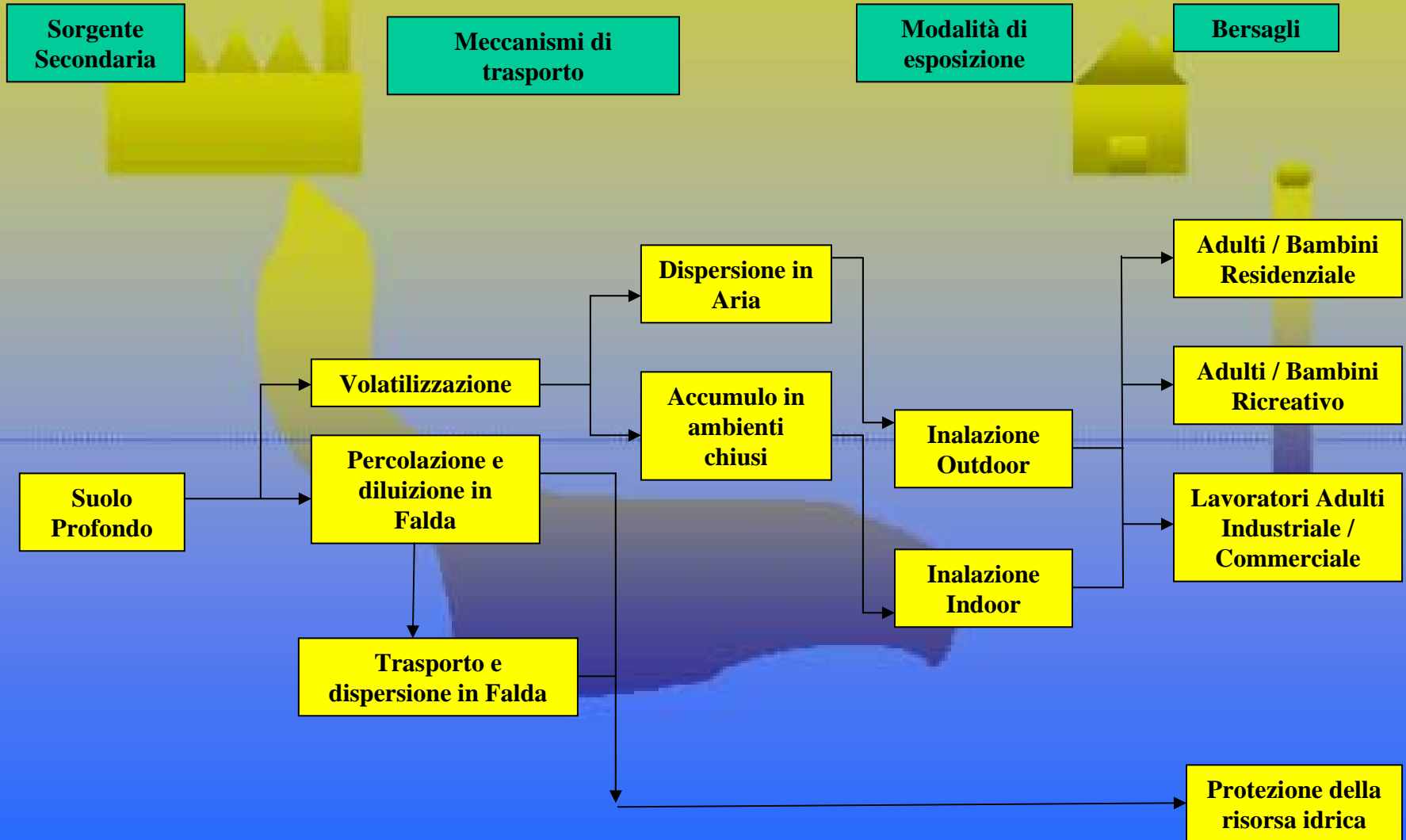
Suolo superficiale



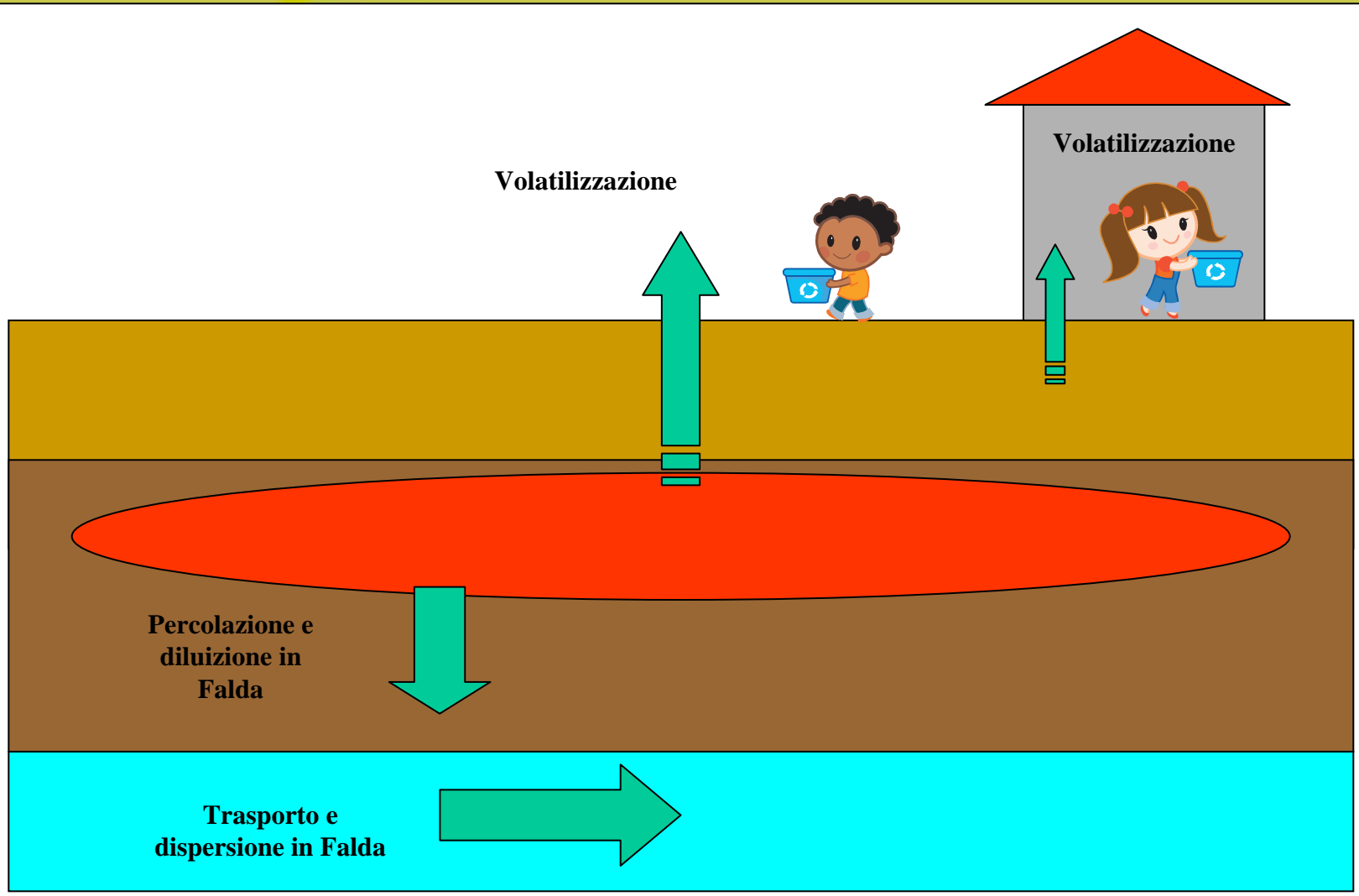
Meccanismi di trasporto dal suolo superficiale



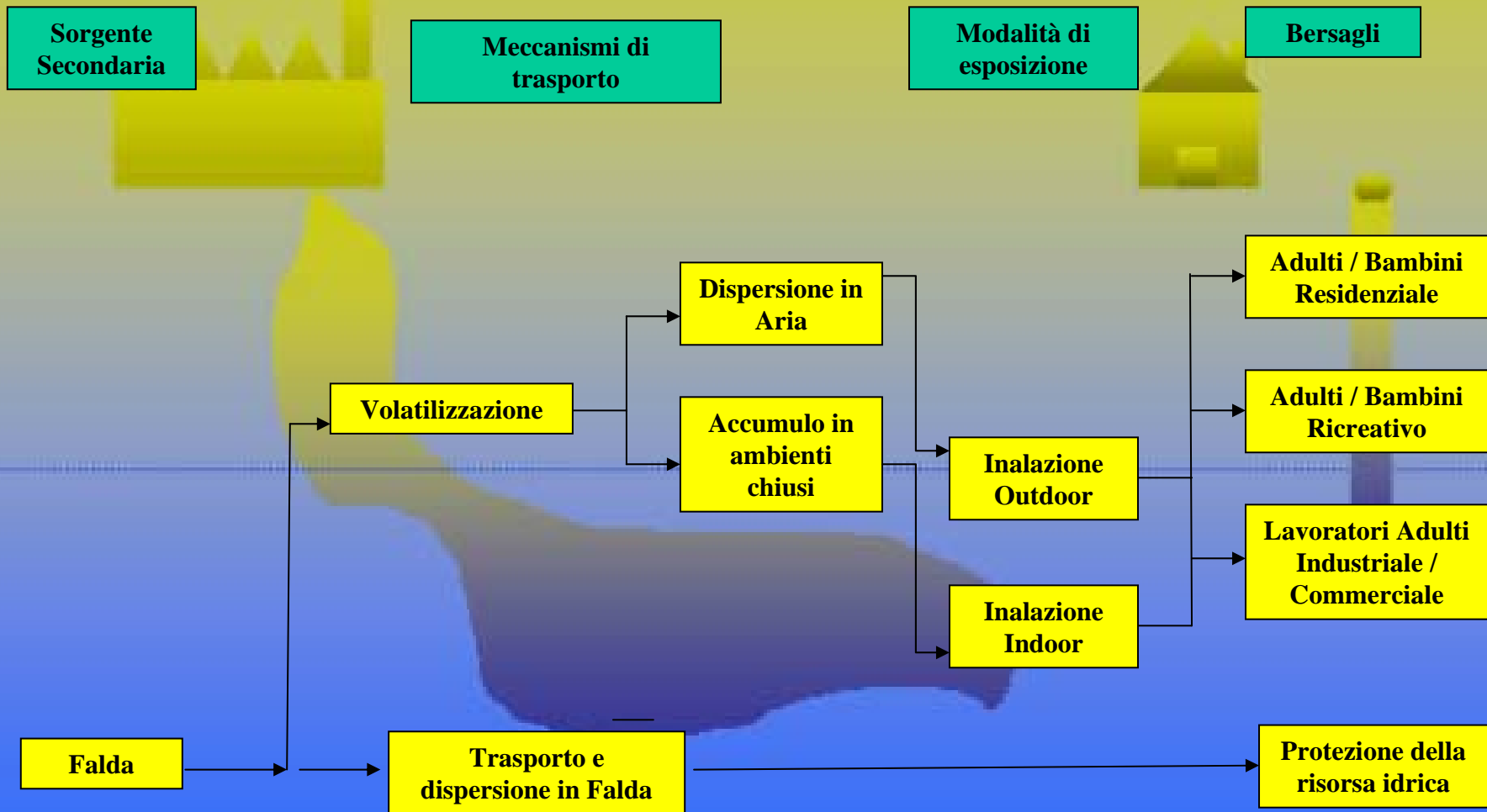
Suolo profondo



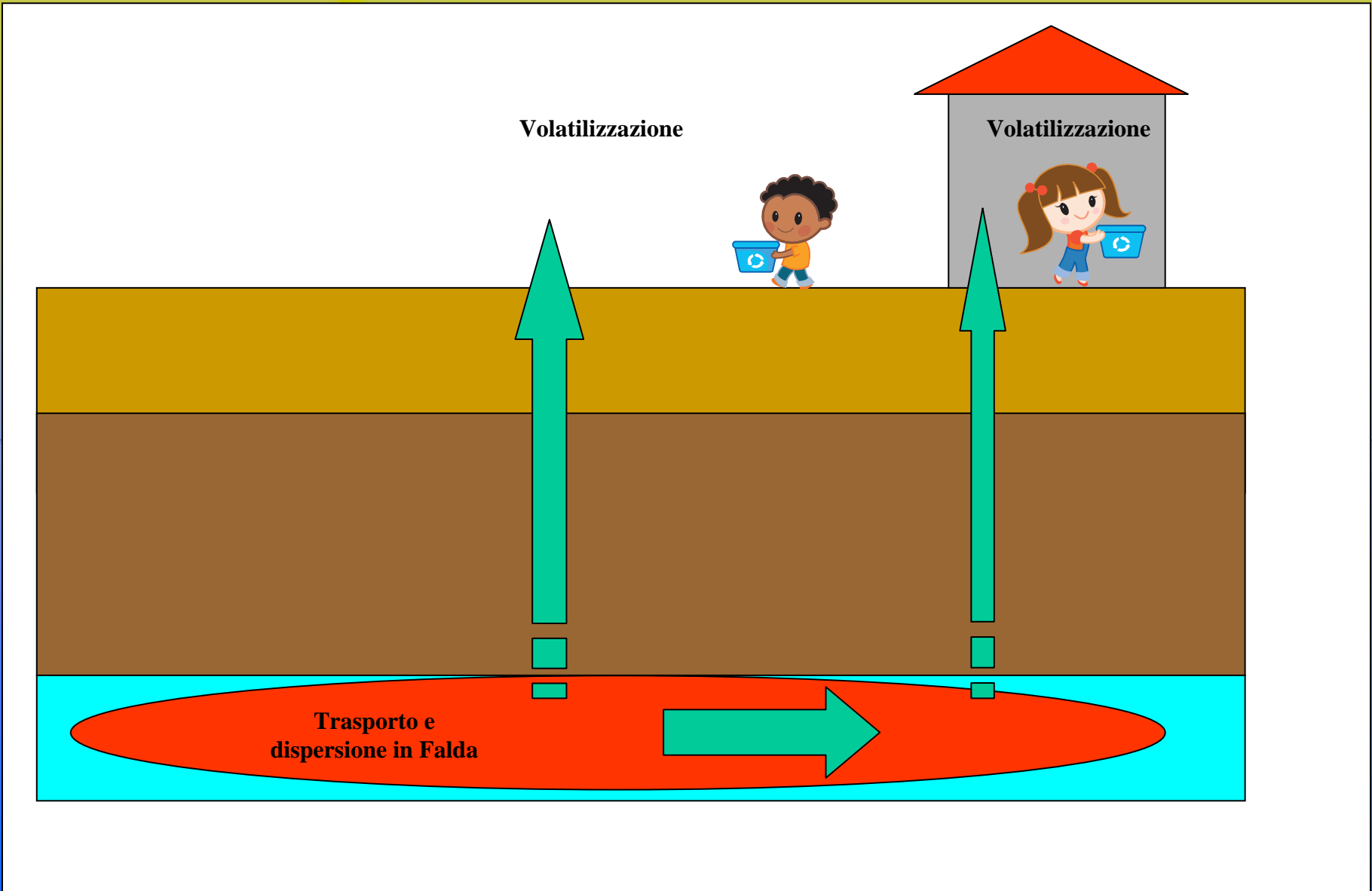
Meccanismi di trasporto dal Suolo profondo



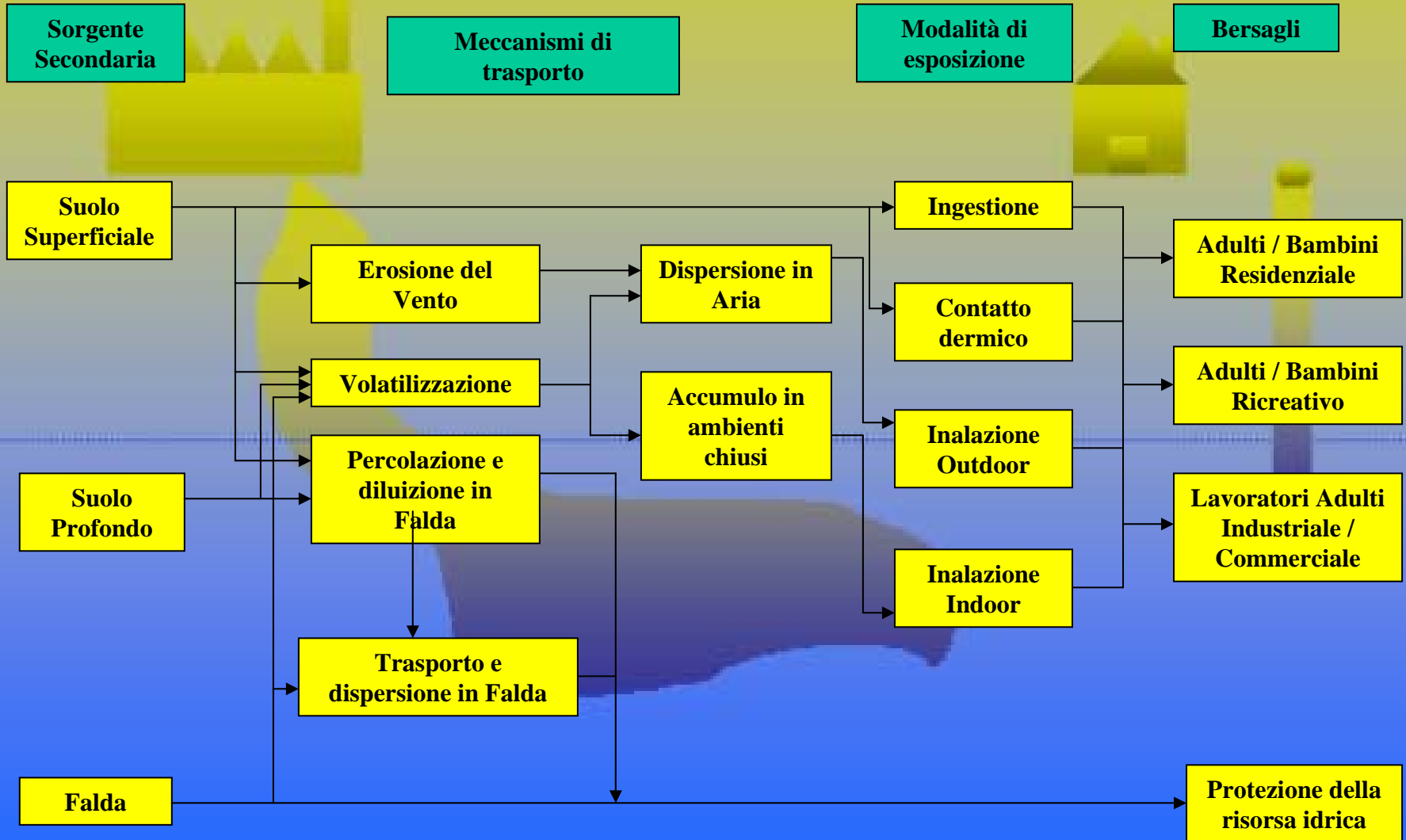
Acque sotterranee



Meccanismi di trasporto dalle Acque sotterranee



Componenti principali



Recettori Off-Site

I percorsi riguardanti il trasporto in aria vengono attivati anche per possibili recettori esterni al sito (aree limitrofe).

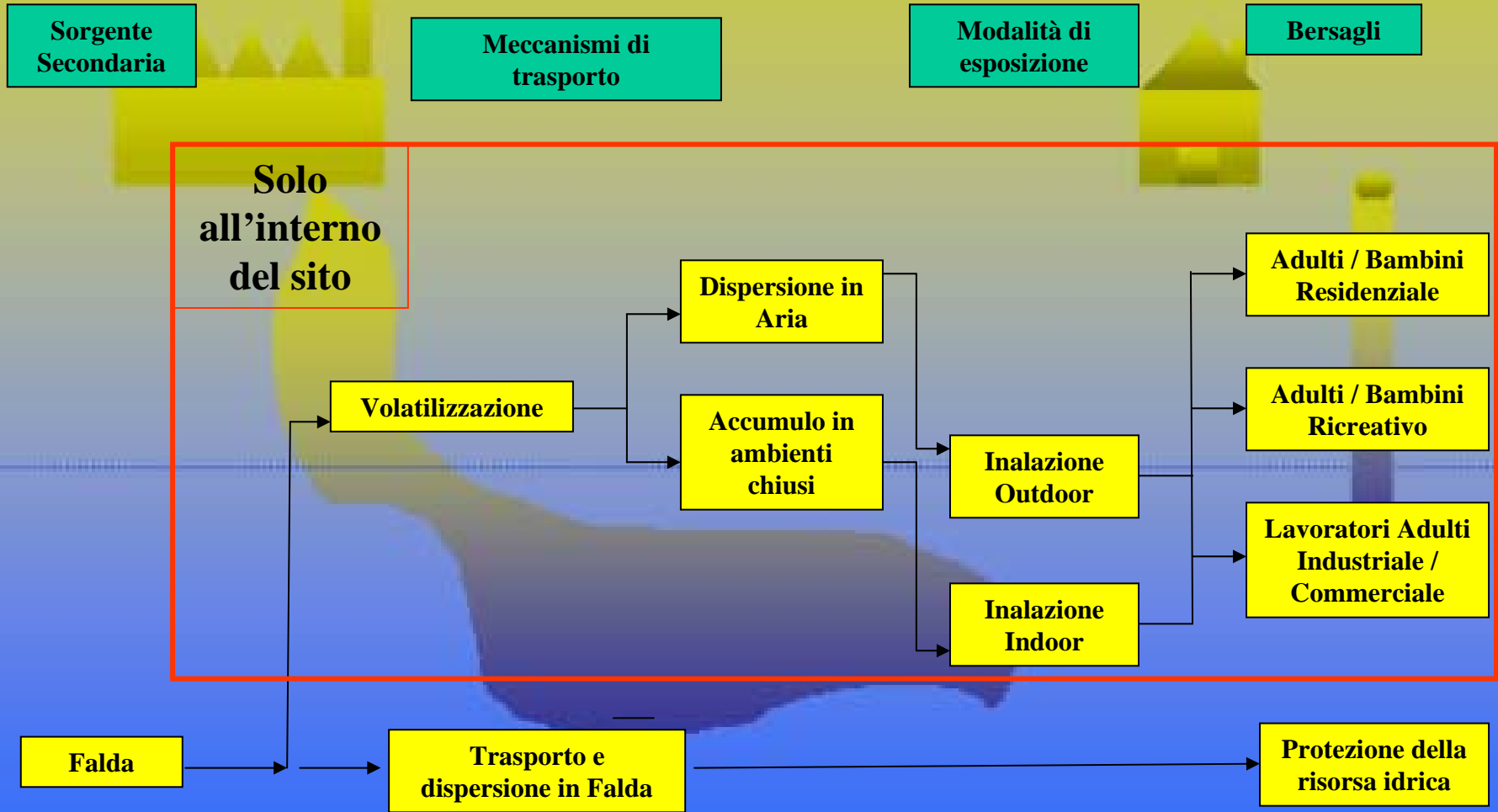
Acque sotterranee

Il D.Lgs 04/08 precisa che in corrispondenza del primo pozzo idropotabile interno al sito, o in corrispondenza al confine del sito (Punto di Conformità), **devono essere garantite le CSC**

Acque sotterranee

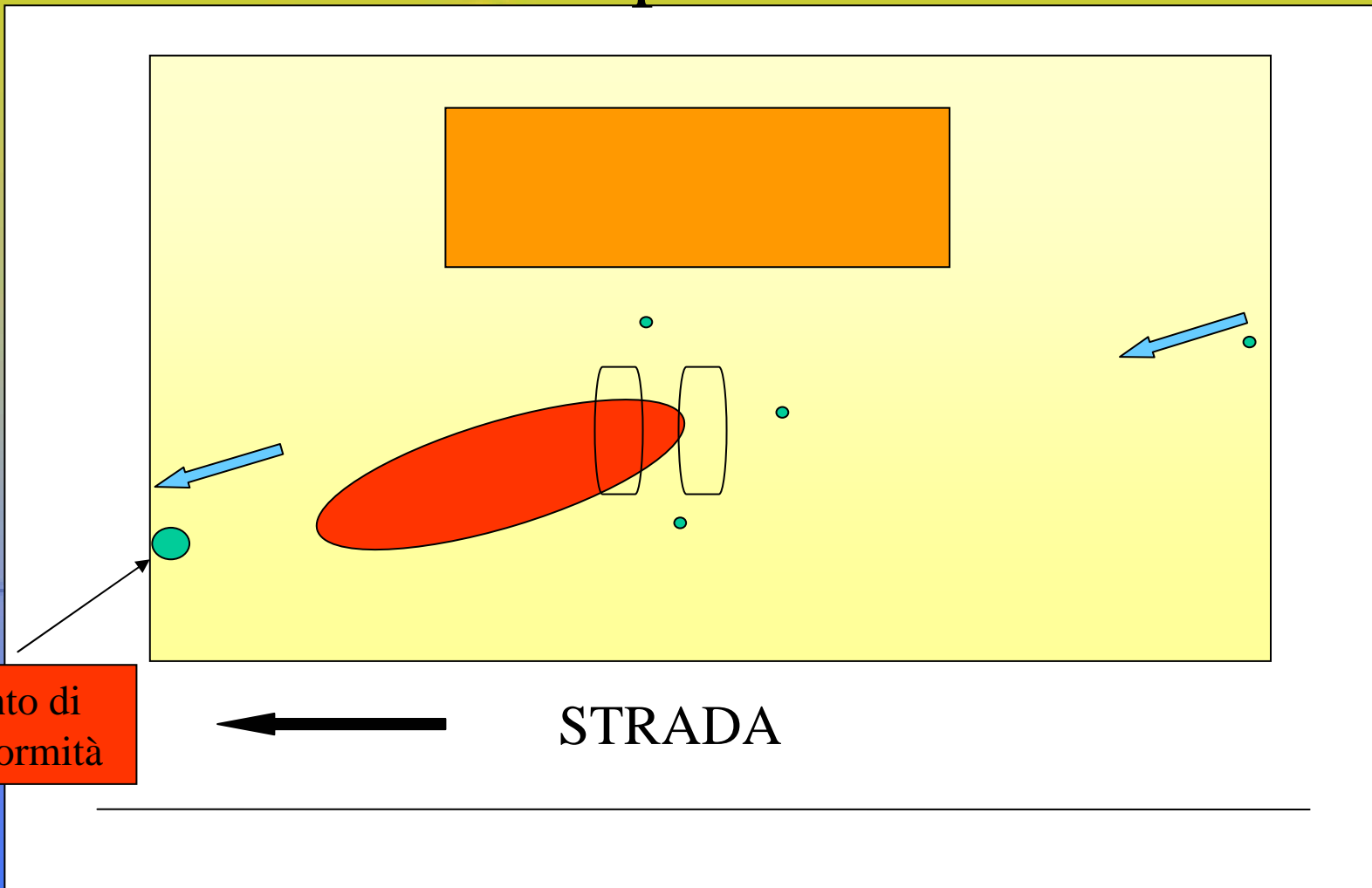
- Il trasporto della contaminazione in falda (da terreno contaminato o dalla falda stessa) deve garantire che al punto di conformità non si superino le CSC.
- Nella falda all'esterno del sito devono essere rispettate le CSC

Acque sotterranee



Rispetto delle CSC al Punto di conformità

Esempio



Punto di conformità

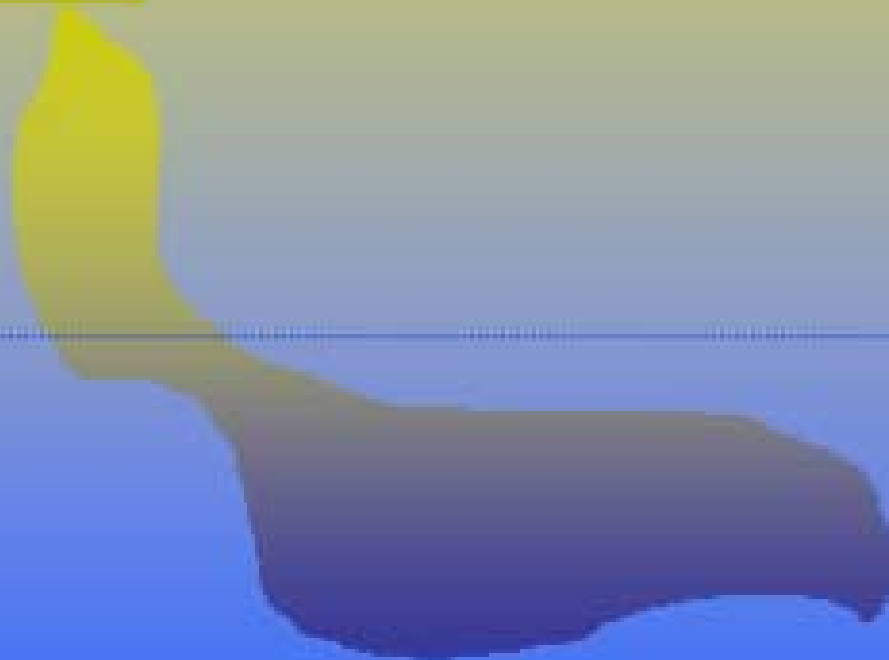
Il piezometro di valle diviene Punto di conformità - piezometro in cui le acque devono rispettare le CSC -

Analisi di Rischio

Gli aspetti tecnici relativi all'analisi di rischio sono in costante evoluzione.

Per ulteriori approfondimenti si segnalano le seguenti pubblicazioni:

- Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati.
- Appendice V - Applicazione dell'analisi di rischio ai punti vendita carburante.
- Documento di riferimento per la valutazione della conformità dell'analisi di rischio sanitario-ambientale di Livello 2 ai 'Criteri Metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati.
- Banca dati ISS/ISPESL “Proprietà chimico-fisiche e tossicologiche dei contaminanti”



Bonifica e ripristino ambientale

•BONIFICA:

interventi atti ad eliminare le fonti di inquinamento e le sostanze inquinanti o a ridurre le concentrazioni delle stesse ad un livello uguale o minore ai valori CSR

•MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE:

interventi atti ad isolare in modo definitivo le fonti di inquinamento rispetto alle matrici ambientali circostanti e a garantire un elevato e definitivo livello di sicurezza per le persone e per l'ambiente (piani di monitoraggio e controllo)

interventi definitivi, atti a restituire il sito in condizioni tali da renderlo fruibile per gli utilizzi previsti dagli strumenti urbanistici

Bonifica

Classificazione degli interventi

(in funzione di dove viene effettuata la bonifica)

- In situ** : sul posto senza movimentazione o rimozione del suolo
- Ex situ *On site*** : sul posto, con rimozione temporanea del suolo
- Ex situ *Off site*** : con rimozione per il trattamento in altra località

La normativa privilegia trattamenti di bonifica **in situ ed on site** al fine di ridurre i rischi da trasporto e messa in discarica di materiale contaminato.

Per le acque sotterranee la bonifica può consistere in trattamenti :

- in situ (trattamento direttamente in falda)
- “ex situ on site” (pompaggio e trattamento dell’acqua)

Bonifica

La scelta della soluzione di bonifica o messa in sicurezza permanente da adottare deve essere ponderata tenendo conto dei:

- Benefici ambientali
- Sostenibilità dei costi delle diverse tecniche applicabili.

B.A.T. :

La normativa definisce inoltre i principi generali per la selezione delle tecniche di bonifica, richiamando la direttiva 96/61/CE

Best: tecniche più efficaci (migliori)

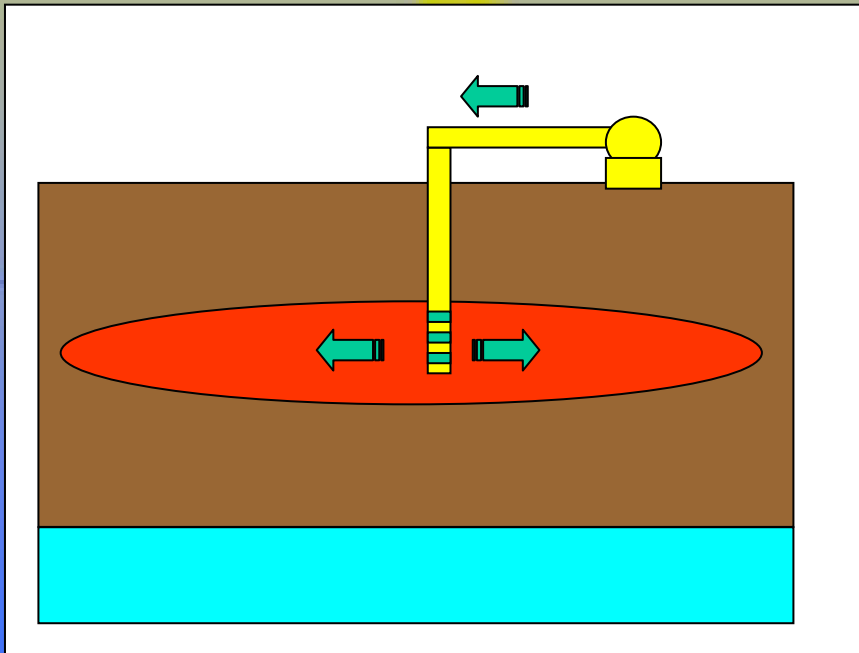
Available : sviluppate su una scala tale da consentirne l'applicazione condizioni e tecnicamente valide (Disponibili)

Technology : tecniche e modalità di progettazione realizzazione manutenzione esercizio e chiusura dell'impianto

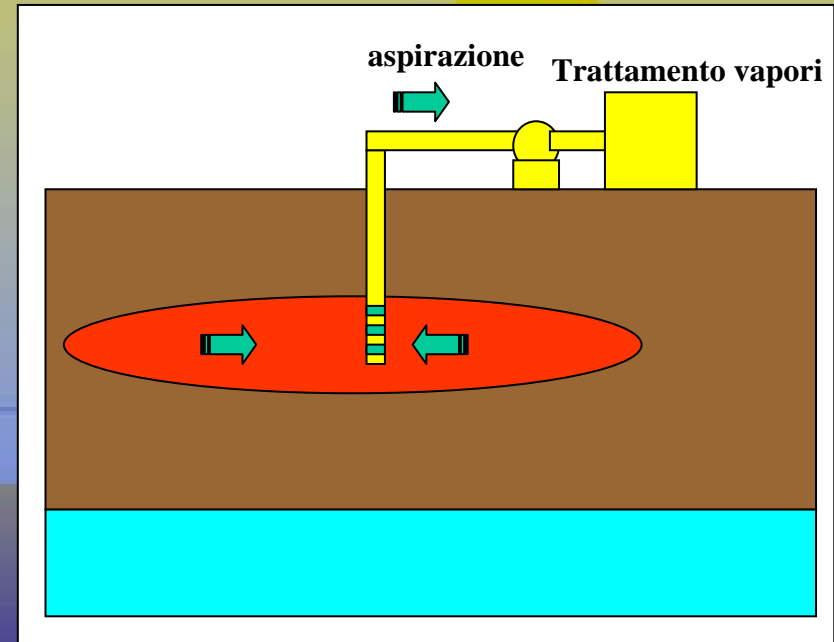
Principali tecnologie di Bonifica

Suolo – In Situ

Air sparging



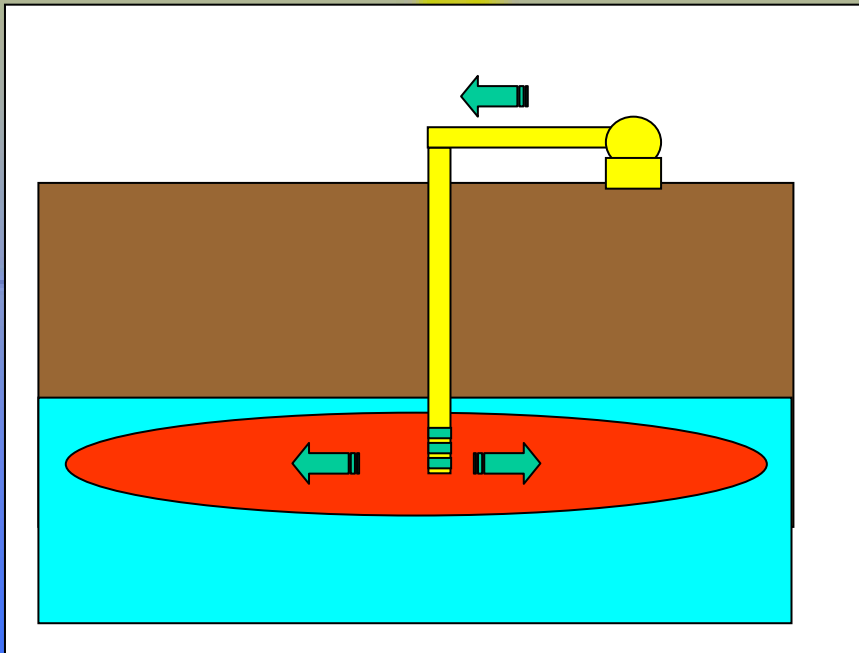
Estrazione di vapori (SVE)



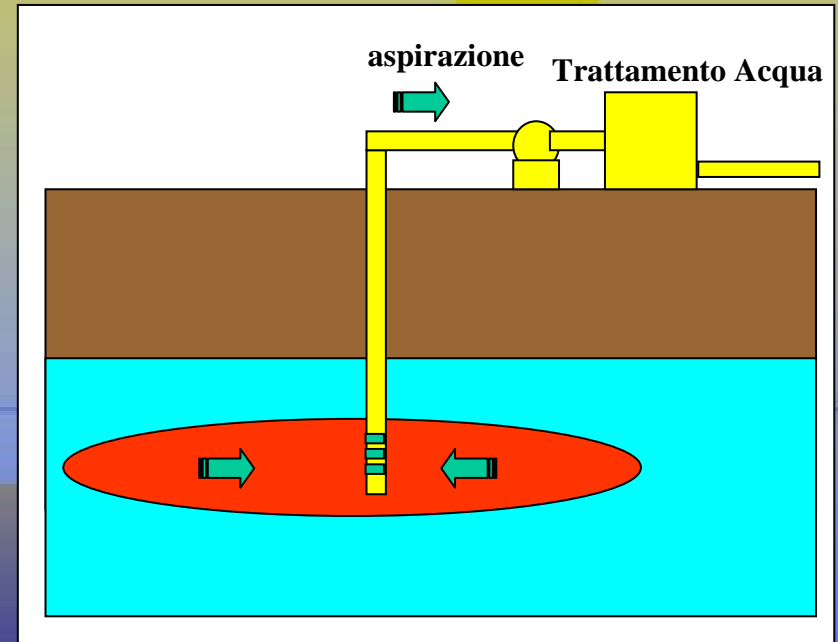
Principali tecnologie di Bonifica

Acque sotterranee

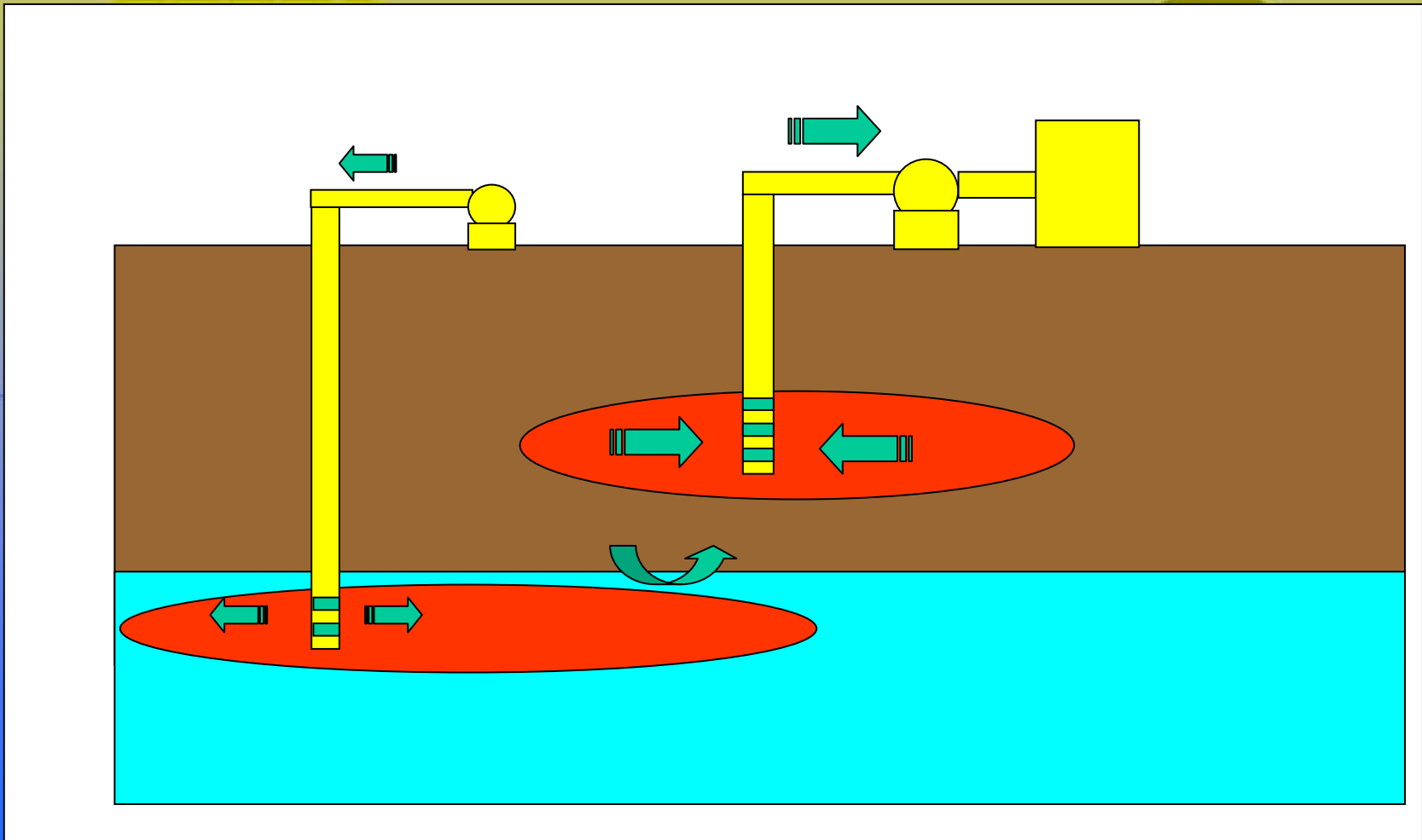
Air sparging



Pump and treat



Esempio di abbinamento tipico



Le pubblicazioni precedentemente citate sono disponibili al sito:
http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Temi/Siti_contaminati/Analisi_di_rischio/

Per ulteriori informazioni :

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

loc. Grande Charrière 44 11020 Saint-Christophe (AO)

tel. 0165 278511 - fax 0165 278555

Sezione Acqua

Dott. Pietro Capodaglio – p.capodaglio@arpa.vda.it

Ing. Fulvio Simonetto – f.simonetto@arpa.vda.it

Informazioni e dati ambientali sul territorio valdostano:

<http://www.arpa.vda.it> - **Acqua Suolo Rifiuti - bonifiche siti contaminati**