

# ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

Facoltà di Ingegneria – Sessione di novembre 2002  
Ramo di Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio –  
Tema n. 1

Un terreno contaminato da idrocarburi è stato sottoposto ad una indagine di caratterizzazione: nell'allegato sono riportati i risultati dell'indagine, ed in figura la disposizione dei punti di prelievo.

Per il sito è necessario prevedere prima un intervento di contenimento dell'inquinamento, poi un'opera di risanamento: sono state individuate come potenzialmente fattibili per il primo intervento l'esecuzione di pozzi di sbarramento e di emungimento, per il risanamento successivo le operazioni di ventilazione del suolo, biodegradazione in situ, asportazione e trattamento termico.

Per le operazioni da effettuare si richiede al candidato di individuare una procedura di indagine mediante prove pilota, che consenta di definire l'entità dell'inquinamento, le condizioni operative per la bonifica, la tempistica e gli oneri per l'intervento.

Successivamente il candidato dovrà stendere una scheda di progetto, che preveda le differenti operazioni da compiersi, che individui i tempi necessari e le modalità di controllo, ed infine che, sulla base di costi unitari per personale, reagenti, macchinari, apparecchiature, energia, smaltimenti, quantizzi il costo dell'operazione. Nella scheda progettuale dovrà anche essere individuata la procedura da seguirsi per garantire la sicurezza dell'operazione, sia per il personale addetto, sia per la popolazione circostante

Il candidato è invitato ad ipotizzare valori numerici per i parametri fisici, chimici e biologici che influiscono sulle procedure, e ad individuare algoritmi di calcolo ed equazioni che siano in grado, sulla base dei valori fissati, di definire tempi e costi dell'operazione.

## INDAGINE DI DETTAGLIO SUL FOCOLAIO DI CONTAMINAZIONE

### *Situazione geologica*

L'area interessata poggia su sedimenti pleistocenici, appartenenti al "Diluvium recente", a granulometria prevalentemente ghiaiosa. La successione stratigrafica nell'area di studio è composta da sabbie ghiaie, con rare intercalazioni di strati limosi di spessore massimo di un metro, fino ad una profondità di circa 35 metri, seguite da una formazione di limo argilloso che rappresenta la base dell'acquifero superficiale.

Il livello freatico si trova ad una profondità di circa 16 metri. La direzione di deflusso della falda acquifera è orientata verso sud. Il gradiente idraulico è pari a circa 1%.

### *Delimitazione orizzontale dell'inquinamento*

Per la delimitazione orizzontale dell'area inquinata sono stati eseguiti 17 sondaggi a piccolo diametro, ubicati radialmente intorno alla vasca e spinti fino ad una profondità massima di 4,5 metri. L'ubicazione dei punti d'indagine è riportata in figura 1.

In ogni foro di sondaggio è stato determinato il contenuto di idrocarburi aromatici e idrocarburi clorurati nel gas interstiziale. Le indagini hanno rilevato inquinanti con idrocarburi clorurati e idrocarburi aromatici fino ad una distanza massima di circa 15 metri dalle vasche. Le concentrazioni massime nel gas interstiziale, ritrovate in adiacenza della vasca, sono state di circa 300 mg/m<sup>3</sup> di idrocarburi clorurati totali e di ca. 2300 mg/m<sup>3</sup> di idrocarburi aromatici totali. Sostanze predominanti erano il toluene, clo-

ruo di metilene, cloroformio e metilcloroformio.

### *Delimitazione verticale dell'inquinamento*

Per la delimitazione verticale dell'inquinamento, è stato eseguito un sondaggio a carotaggio continuo con martello a percussione del tipo "Düsterloh", che permette il carotaggio a secco senza surriscaldamento del terreno da campionare. Le analisi di campioni di terreno prelevati ad ogni tre metri di perforazione hanno rivelato che l'inquinamento interessava tutta la zona non satura con un particolare incremento delle concentrazioni nella zona direttamente sovrastante la superficie freatica. Le concentrazioni massime ritrovate nel terreno sono state pari a ca. 425 mg/kg di idrocarburi clorurati totali, ca. 1.800 mg/kg di idrocarburi aromatici totali e ca. 580 mg/kg di dimeilformammide.

### *Risanamento della falda*

Le concentrazioni di solventi accertata nelle acque in uno dei pozzi di controllo realizzati per l'individuazione del punto di sversamento in prossimità del focolaio, raggiungevano 1.034 mg/l di idrocarburi clorurati, 460 mg/l di idrocarburi aromatici e 57 mg/l di DMF.

LEGENDA

- A1 ● Pozzo di aspirazione
- P6 ● Piezometro
- S3 ⊕ Punto di sondaggio con:

- 2358 Prelievo di un campione di terreno con risultato dell'analisi gas-cromatografica su BTEX in mg/m<sup>3</sup>
- ⊙ <0,01
- 0,01-10
- ⊙ 10-100
- ⊙ 100-1000
- ⊙ >1000

- △ > 1500 Misurazione semiquantitativa nell'aria interstiziale del terreno tramite tubetto detettore con misurazione del valore di concentrazione di TOLUENE in mg/m<sup>3</sup>

- △ <200
- △ 200-1500
- △ >1500

- 2358 Prelievo di un campione di aria interstiziale del terreno con risultato dell'analisi gas-cromatografica su BTEX in mg/kg

- ⊙ <0,01
- 0,01-10
- ⊙ 10-100
- ⊙ 100-500
- ⊙ >500

