

Corso di Formazione

Tecnico di Protezione Civile per la Gestione dell'Emergenza

**SITI CONTAMINATI
E
SITUAZIONI DI EMERGENZA**

Studio realizzato dalla Dott.ssa Monica Di Noto e
dalla Dott.ssa Elisa Raso
Presso l'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Tutor: Ing. Angelo Felli

Roma, maggio 1998

INDICE

• INTRODUZIONE	Pag. 21
• CONTESTO LEGISLATIVO	Pag. 22
• SITI CONTAMINATI E STATO DI EMERGENZA	Pag. 23
• FONTI DI CONTAMINAZIONE E STATO DI EMERGENZA	Pag. 25
• INTERVENTI MITIGATIVI	Pag. 29
• CARATTERISTICHE DI UN SITO CONTAMINATO NELLE PRIME FASI DI EMERGENZA	Pag. 30
• VALUTAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO IN CONDIZIONI DI EMERGENZA	Pag. 31
• CATENA DI COMUNICAZIONE PER LA DETERMINAZIONE DELLO STATO DI EMERGENZA	Pag. 34
• FONTI DI POTENZIALE CONTAMINAZIONE: IL RISCHIO CHIMICO	Pag. 35
• ANALISI DI UN CASO STUDIO: TRECATE	Pag. 37

INTRODUZIONE

Negli ultimi 50 anni l'incontrollato sviluppo industriale ha portato con sé nuovi problemi quali l'enorme crescita dei rifiuti. Lo smaltimento incontrollato nell'ambiente di questi rifiuti ha poi creato una serie di situazioni potenzialmente pericolose non solo per l'ambiente ma anche per l'uomo.

Tra i fattori che concorrono a tale inquinamento ritroviamo le perdite incontrollate da impianti industriali, rottura di tubazioni, effetti.

Ogni sostanza è potenzialmente dolosa ed incidentale, sistemazione incontrollata di rifiuti tossici e nocivi. per lungo tempo sono stati ignorati due principi fondamentali che sono alla base della problematica ambientale:

Ogni attività consuma materie prime e genera scarti e in tal senso produce sull'ambiente e sull'uomo un impatto che deve essere invece "gestito", in modo da valutarne e minimizzarne gli effetti.

Ogni sostanza è potenzialmente tossica e la sua compatibilità con l'ambiente e l'uomo dipende solo dalle quantità in gioco e dalle modalità di interazione.

Le conseguenze di questa noncuranza si sono manifestate spesso in maniera eclatante ed in alcuni casi sono sfociati in veri e propri "disastri che hanno portato in azioni emergenziali e stati di emergenza (es. Seveso, Treccate). Da ciò è nata l'esigenza di dover predisporre piani di emergenza capaci di poter intervenire rapidamente per mitigare gli effetti negativi.

Nonostante questo lavoro sia imperniato sull'esigenza relativa ai siti contaminati e quindi tratti specificatamente del comparto ambientale SUOLO bisogna comunque tener presente che un inquinante, una volta immesso nell'ambiente, comincia a distribuirsi in ciascuno dei suoi comparti (aria, acqua, suolo), vista l'intensa rete di fenomeni ed equilibri, sia chimici che fisici, che provocano un continuo scambio dei loro costituenti.

Affrontare l'emergenza in maniera tempestiva e mirata laddove si manifesti permette quindi di impedire che i problemi si "propaghino" da un compartimento ambientale all'altro amplificandone l'imprevedibilità di impatto.

CONTESTO LEGISLATIVO

Il problema della contaminazione dei suoli inizialmente è stato visto solo come aspetto globale dovuto ad un inquinamento diffuso ad opera delle emissioni atmosferiche e dell'uso di fertilizzanti e pesticidi in agricoltura. Successivamente si è rivelato in maniera eclatante quando è emerso il problema dell'inquinamento puntuale dei siti contaminanti, ossia di quelle aree relativamente limitate, assoggettate a particolari attività antropiche (deposito di rifiuti, sversamenti, attività industriali ecc.), che presentano elevatissime concentrazioni di sostanze pericolose.

L'approccio della Comunità Europea alla regolamentazione del problema della contaminazione dei suoli può essere distinto in due fasi: la prima, fino al 1986, durante la quale la prevenzione dell'inquinamento dei suoli è stata considerata solo nel contesto generale della legislazione ambientale; la seconda invece può essere fatta partire dal 1986, anno in cui fu adottata la prima regolamentazione che aveva come oggetto specifico il suolo.

Da quell'anno sono state intraprese, dalle diverse nazioni, altre azioni legislative per la protezione dei suoli, e tale concetto è entrato come parte integrante nella politica ambientale comunitaria.

La complessità della composizione del suolo ed il suo basso potere di autodepurazione, rispetto alle altre matrici (aria, acqua), rende il problema del suo inquinamento difficilmente affrontabile.

In Italia il tema della bonifica delle aree contaminate è stato introdotto per la prima volta, nel sistema normativo, con l'art. 5 della legge 441/87 (Disposizioni urgenti in materia di smaltimento dei rifiuti).

Nel '89 il Ministero per l'Ambiente ha definito criteri e linee guida per la redazione dei piani di bonifica dei siti inquinati. Finché quest'ultimo è stato abrogato nel '97 con il D. Lg.vo 22 (Decreto Ronchi), che recepisce nell'ordinamento interno le direttive dell'unione Europea (91/156/CEE; 91/689/CE) relative ai rifiuti.

In esso i piani di bonifica vengono considerati come parte integrante dei piani di gestione dei rifiuti.

Tuttavia, la normativa tecnica per regolamentare gli interventi di risanamento dei siti contaminati è attualmente in fase di elaborazione.

SITI CONTAMINATI E STATO DI EMERGENZA

La definizione di sito contaminato può essere dedotta dall'art. 17 del D. Lg.vo 22/97 secondo cui il fattore discriminante è dettato dal superamento dei limiti di accettabilità degli inquinanti in relazione alla specifica destinazione d'uso dei siti (comma 1 lettera a).

In termini generali si possono distinguere due tipi di contaminazione:

- a) la contaminazione diffusa, in cui una fonte di emissione è causa di inquinamento di una vasta area
- b) la contaminazione puntuale, in cui è l'intervento umano accidentale, incidentale oppure deliberato che causa l'inquinamento di una località geograficamente ristretta.

Tuttavia non esiste una definizione di sito contaminato universalmente accettata all'interno della Comunità Europea.

Al fine di voler fornire una chiara visione maturata nell'ambito dei vari paesi si riportano di seguito varie definizioni di sito contaminato:

DANIMARCA: “terreno che rappresenta una minaccia alle risorse idriche sotterranee e a coloro che vi abitano”.

PAESI BASSI: “terreno che contiene sostanze in concentrazione maggiore del normale, causando così un rischio per la salute pubblica e l'ambiente”.

UNIONE EUROPEA: “terreno interessato dal deposito o dalla presenza di qualsiasi tipo di rifiuto contaminato o di attività industriale contaminate”.

GERMANIA: “terreno che potenzialmente provoca un impatto diretto o indiretto sulla salute o sul benessere dell'uomo o sulle risorse naturali economicamente importanti: come il bestiame, raccolti, risorse idriche sotterranee”.

GRAN BRETAGNA: “terreno che, a causa dell'uso che ne è stato fatto, contiene sostanze che ne compromettono la possibilità d'uso, e che richiede uno studio approfondito atto a stabilire se l'uso previsto per il terreno sia legittimo oppure se è necessaria qualche azione di risanamento”.

Quindi, sia che l'attenzione venga focalizzata sulla variazione della caratterizzazione naturale del sito, sia che l'accento cada sul potenziale impatto negativo di quest'ultimi sull'uomo o sulle risorse ambientali economicamente importanti, il primo passo da fare è sempre quello di individuare, dove possibile, la *fonte di contaminazione*. Ciò per evitare che una situazione gestibile con mezzi e poteri ordinari possa diventare **una situazione di emergenza**.

Lo *stato di emergenza* è, infatti, definito come una situazione di gravissima crisi in un'area determinata del territorio nazionale a seguito del verificarsi di calamità naturali, catastrofi o altri eventi, che, per intensità ed estensione debbono essere fronteggiati con mezzi e poteri straordinari, attraverso l'emanazione di provvedimenti (ordinanze del Presidente del Consiglio, del Ministro o Sottosegretario alla protezione civile) anche in deroga all'ordinamento vigente.

Lo stato di emergenza è finalizzato a consentire l'adozione dei provvedimenti straordinari idonei al soccorso e all'assistenza delle popolazioni ed al superamento dello stato dell'emergenza esclusivamente limitato

all'avvio della ripresa.

Sotto il profilo giuridico la dichiarazione dello stato di emergenza è regolata dall'art. 5 della legge 225/92 che definisce attività di protezione civile ogni passo necessario per il superamento di eventi naturali o connessi con l'attività dell'uomo che rientrano nella determinazione di uno stato di emergenza

FONTI DI CONTAMINAZIONE E VIE DI ESPOSIZIONE

In una situazione emergenziale di contaminazione di un sito ogni tipo di intervento è rivolto *in primis* alla salvaguardia della salute umana.

La tutela dell'aspetto sanitario non può, comunque, prescindere dall'analisi di alcuni fattori fondamentali come la fonte di contaminazione, le vie di migrazione e di esposizione dei recettori.

Questi fattori sono intimamente correlati, infatti, la natura dell'inquinamento determina le vie attraverso cui i contaminanti raggiungono i vari comparti ambientali, dai quali essi possono, infine, venire a contatto con l'uomo attraverso specifiche vie di esposizione.

Per quanto riguarda il suolo gli eventi causali che costituiscono **fonti di contaminazione** possono essere:

- scariche dismesse incontrollate e depositi abusivi
- rilasci cronici ex depositi petroliferi, vecchie fornaci, cave esaurite, ecc.
- aree industriali in attività (presenza di scarichi, incidenti o sversamenti, impianti obsoleti, stoccaggi ed interrimento), dismesse (materiali stoccati o interrati, strutture ed impianti contaminanti)
- scarichi abusivi (sversamento nel terreno o in corpi idrici, rilasci cronici, etc.)
- serbatoi interrati, tubature interrate (per acque di rifiuto urbane o industriali, prodotti petroliferi, etc.)
- fonti diffuse (piogge acide, ricadute di contaminanti, impiego di prodotti chimici in agricoltura, spandimento di fanghi. (Vedi Tab. 1).

TABELLA 1

Principali tipologie di sorgenti inquinanti del suolo e delle acque sotterranee (modificata da EPA, 1985)

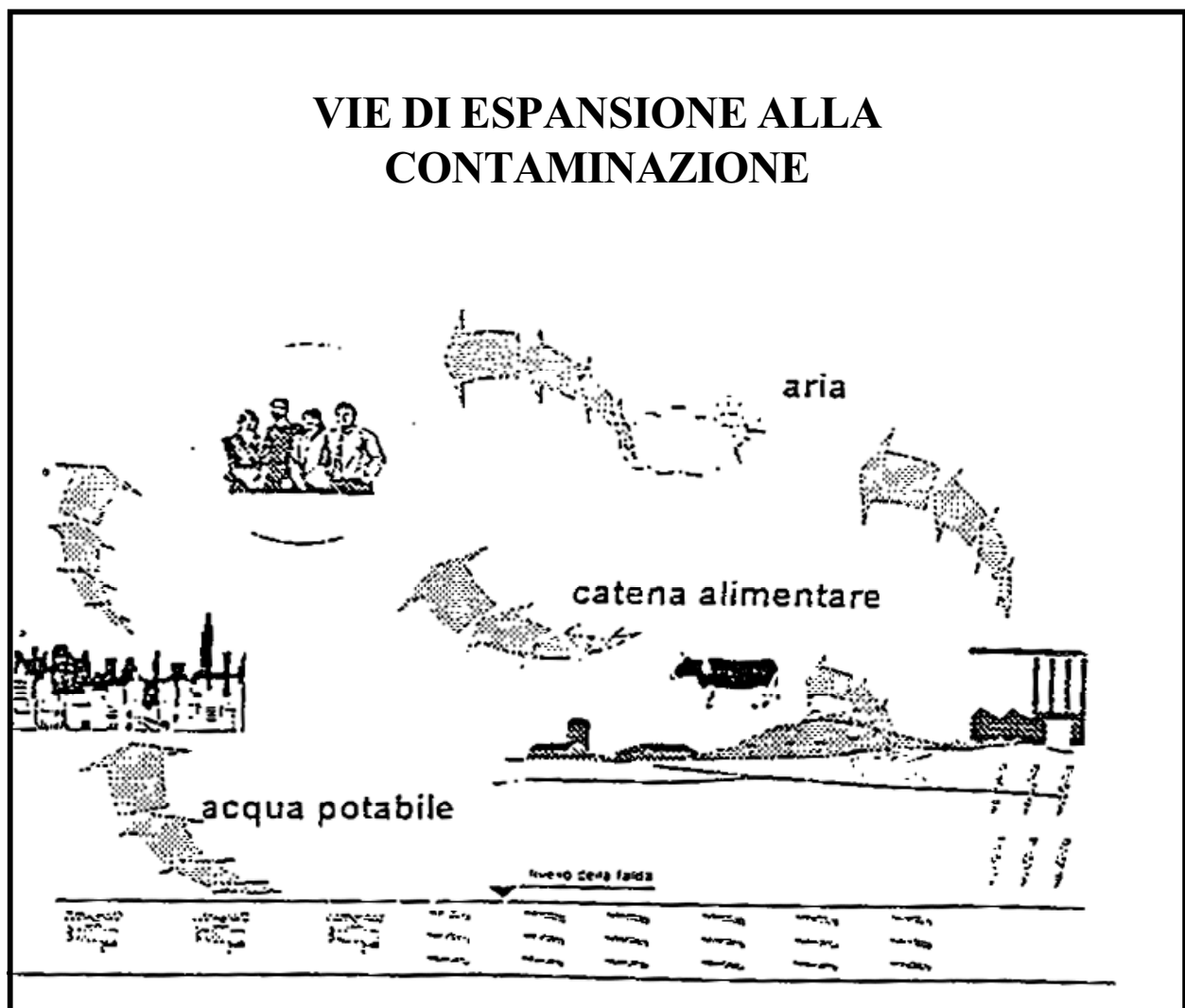
Sulla superficie del suolo	Nel terreno al di sopra della superficie piezometrica	Nel terreno al di sotto della superficie piezometrica
Discariche incontrollate di rifiuti solidi o liquidi	Leti di infiltrazione, pozzi neri, latrine;	Abbandono di rifiuti scavi umidi
Depositi di materiali	Perdite da serbatoi interrati	Pozzi di drenaggio, canali
Depositi incontrollati di fanghi da impianti di trattamento acque	Perdite da condotte sotterranee	Pezzi abbandonati mal costruiti
Spargimento di sale su strade, aeroporti, parcheggi	Ricarica artificiale	Pozzi di sondaggio
Allevamenti di animali	Bacini di pompaggio	Pozzi di produzione
Trattamento chimico di suoli (pesticidi e fertilizzanti)	Cave	Miniere
Rilasci accidentali di sostanze pericolose	Discariche interrate	Pozzi per stoccaggio rifiuti
Deposizione al suolo di contaminanti aerodispersi	Sistemi di lagunaggio	Intrusione salina

Le vie attraverso cui i contaminanti vanno ad inquinare i vari comparti ambientali sono dette **vie di migrazione**. Queste sono fondamentalmente quattro:

- acque profonde
- acque superficiali
- esposizione diretta
- aria

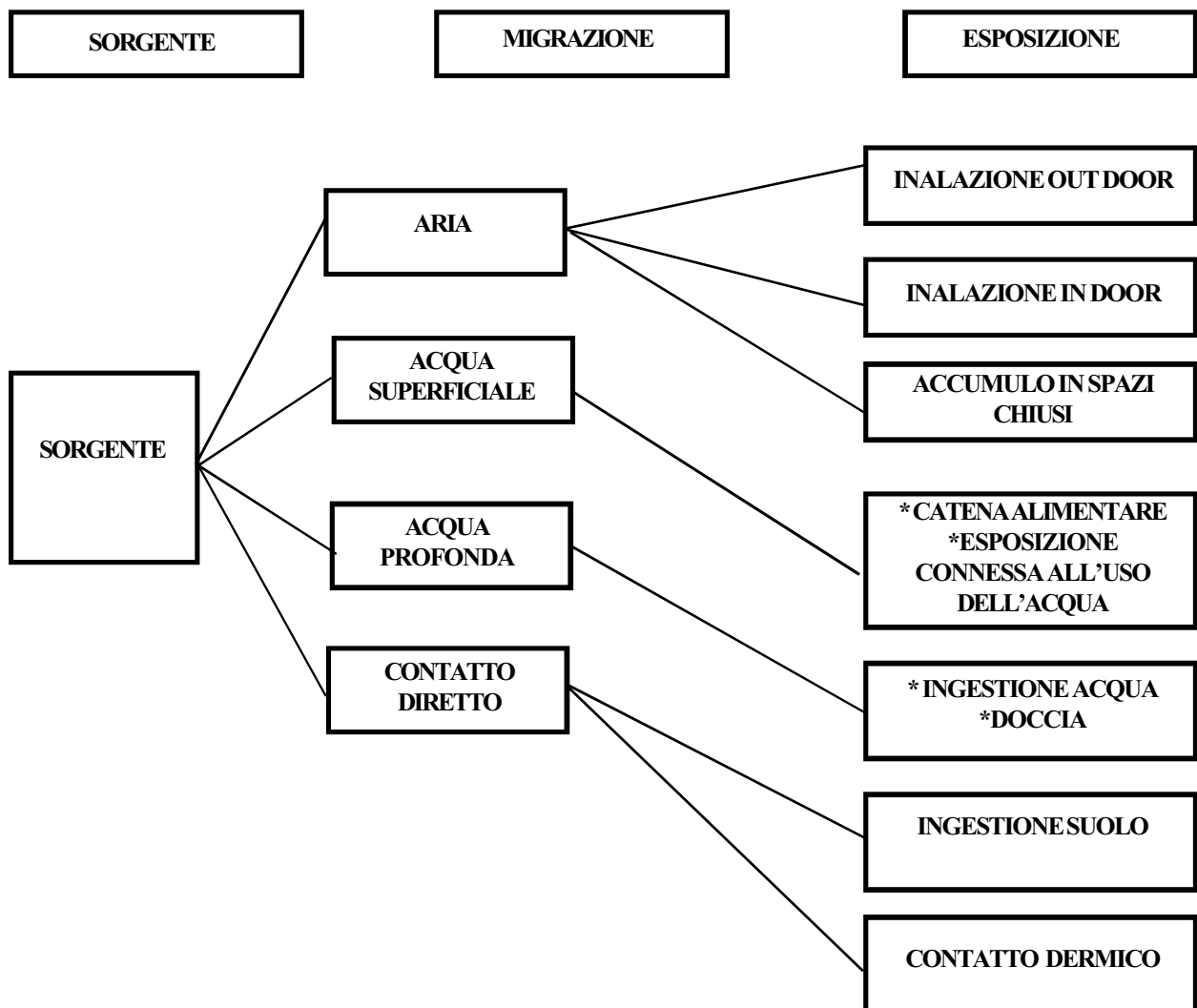
In particolare tali vie possono riguardare soprattutto, per il sottosuolo, i flussi di falda, per la superficie le correnti d'acqua e le correnti atmosferiche.

I contaminanti attraverso le vie di migrazione si diffondono nei diversi comparti ambientali da dove a loro volta, attraverso differenti vie di esposizione, vengono a contatto con recettori umani (Vedi Fig. in basso).



La migrazione degli inquinanti nei diversi comparti ambientali porta poi a determinare una serie di esposizione verso i recettori finali ambientali (aree gestite, aree protette, aree di particolare pregio ambientale) e verso l'uomo.

Lo schema generale può essere rappresentato come nello schema seguente:



INTERVENTI MITIGATIVI

Per interventi mitigativi si intendono un insieme di azioni atte a limitare di propagarsi della contaminazione di un sito. Come già detto precedentemente, la propagazione è il fenomeno attraverso cui i contaminanti entrano nel ciclo biologico naturale e costituiscono un pericolo effettivo per l'uomo e l'ecosistema che ne subisce l'esposizione. Uno degli interventi mitigativi è la messa in sicurezza.

Lo scopo fondamentale di un sistema di messa in sicurezza è quello di mettere in opera tutti gli interventi opportuni per:

- **Isolare la sorgente di inquinamento**
- **Bloccare la propagazione della contaminazione**
- **Impedire il contatto diretto o indiretto verso l'uomo**
- **Isolare la porzione di falda che già risulta essere inquinata.**

Bisogna tener presente che gli interventi di messa in sicurezza non eliminano né riducono lo stato di contaminazione di un sito e non possono quindi essere considerati sostitutivi della bonifica.

Esiste una distinzione fondamentale in funzione dell'obiettivo perseguito in:

- Messa in sicurezza per problemi di emergenza
- Messa in sicurezza provvisoria
- Messa in sicurezza a lungo termine.

La categoria di nostro specifico interesse è quella naturalmente della **messa in sicurezza per problemi di emergenza**.

Essa viene realizzata quando, sia per eventi incidentali che per situazioni di inquinamento palese, si riscontri un immediato rischio di diffusione dell'inquinamento verso le matrici ambientali adiacenti (suolo, acque superficiali ed acque profonde), e/o di impatto sulla salute umana.

La peculiarità di questa tipologia di intervento è legata alla rapidità di attuazione, con la rimozione delle fonti di inquinamento e l'installazione di sistemi di contenimento dinamico o statico per bloccare o comunque limitare la migrazione degli inquinanti e l'incremento dei danni.

Tali sistemi che rientrano nell'ambito di un intervento di emergenza precedentemente definito, devono in ogni caso essere sempre integrati con sistemi di monitoraggio e controllo in grado di seguire costantemente l'andamento del fenomeno e verificare l'efficacia dell'intervento.

CARATTERIZZAZIONE DI UN SITO CONTAMINATO NELLE PRIME FASI DI EMERGENZA

In uno stato di emergenza la principale finalità di intervento è quella di mettere sotto controllo la situazione. Questo risultato si ottiene con il conseguimento di due obiettivi fondamentali che sebbene debbano essere affrontati entrambi nelle prime fasi dell'emergenza mantengono comunque un ordine di priorità ben definito.

Il primo di questi ad essere affrontato è l'eliminazione del “**pericolo in atto**” attraverso il blocco delle vie di esposizione diretta in modo da garantire la prioritaria salvaguardia della salute umana. Fatto questo ci si focalizza sul rischio potenziale attraverso l'analisi delle vie di migrazione.

Nel caso specifico di una situazione di emergenza scaturita dalla contaminazione di un sito è indispensabile fin dalle prime fasi una caratterizzazione preliminare di quest'ultimo per una opportuna valutazione e gestione del rischio.

Non sempre nella caratterizzazione di un sito in fase di emergenza è possibile avere a disposizione tutti gli elementi utili per una indagine ottimale.

La necessità di un pronto intervento obbliga quindi, laddove si manifesti una carenza, all'introduzione di fattori cautelativi.

Bisogna tenere presente comunque che quanto più la caratterizzazione del sito è completa tanto più l'intervento sarà adeguato.

In quest'ottica si può individuare una sequenza ideale di azioni che però non sempre può essere seguita in toto in un caso reale, dove, la necessità di un intervento tempestivo e il contesto peculiare dettano le scelte e le modalità di attuazione.

Raccolta dati: dove possibile è opportuno svolgere una indagine conoscitiva e reperire tutti i dati ritenuti utili (aereofotogrammi, carte tematiche, etc.)

Ispezione preliminare del sito: uno degli obiettivi primari è l'identificazione e localizzazione delle potenziali sorgenti di contaminazione.

Identificazione delle potenziali vie di diffusione dei contaminanti e dei possibili bersagli.

Utilizzo in campo di tecniche di riconoscimento: nella fase di emergenza si può svolgere un'indagine preliminare attraverso strumentazione trasportabile capace di determinazioni rapide oppure attraverso l'impiego di laboratori mobili attrezzati per una indagine completa in campo.

Scelta di indicatori specifici della contaminazione: i tempi ristretti della gestione di un'emergenza suggeriscono la scelta di un numero ristretto di indicatori significativi della contaminazione in atto.

Scelta di una strategia di campionamento adeguata e localizzazione delle zone da campionare: questa viene dettata dalle informazioni a disposizione relative alla individuazione della sorgente di contaminazione e la natura della sua estensione.

VALUTAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO IN CONDIZIONI DI EMERGENZA

L'analisi del rischio è un potente strumento decisionale di enorme complessità sia concettuale che di calcolo, per la numerosità delle variabili ambientali in gioco.

Con questa è possibile valutare il grado di pericolosità di un evento e la necessità e tipologia adeguata di intervento.

In termini tecnici l'analisi assoluta del rischio viene definita come un processo sistematico per la stima di tutti i fattori di rischio significativi che intervengono in uno scenario di esposizione, causato dalla presenza di pericoli.

In termini meno tecnici, invece, è la stima delle conseguenze sulla salute umana di un evento potenzialmente pericoloso, in termini di probabilità che le stesse conseguenze si verifichino.

L'analisi assoluta del rischio cerca di identificare laddove è possibile gli scenari del rischio con la stima della gravità dei danni e della loro probabilità di accadimento: ciò porta a definire il rischio "R" come prodotto della probabilità "P" per la magnitudo "M"

$$R = P \times M$$

Nello specifico l'analisi assoluta del rischio di un sito contaminato si pone l'obiettivo di valutare gli effetti che l'inquinamento comporta sull'uomo e sull'ambiente, identificando, a partire da una certa contaminazione presente in un sito le quantità di contaminanti che arrivano ai vari bersagli.

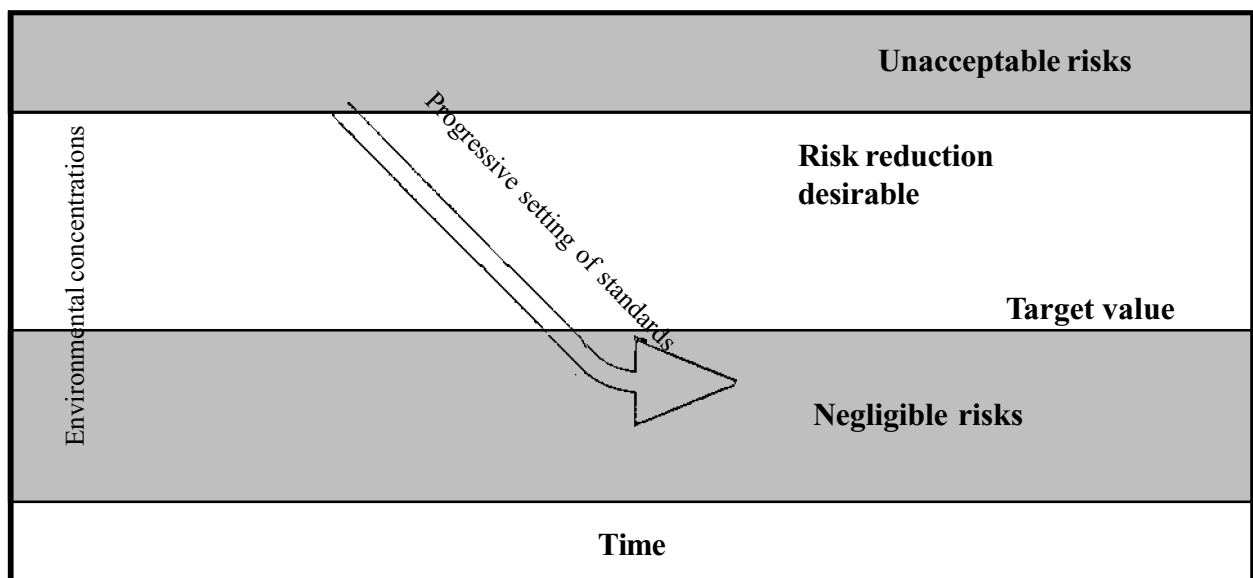
Nel caso si debba valutare il rischio per l'esposizione a sostanze tossiche la relazione diventa:

$$R = I \times CSF$$

in cui R è il rischio, I l'esposizione e CSF il fattore di tossicità.

SCENARIO DI PERICOLO IMMINENTE

Si delinea uno scenario di pericolo imminente quando l'esposizione a certi contaminanti, indipendentemente dalla sua durata, costituisce un rischio non accettabile di danno per la salute umana e/o l'ambiente.



In questo caso dovranno essere intraprese delle azioni immediate di intervento atte a prevenire o minimizzare le esposizioni associate alla situazione di pericolo conclamato.

E' da tenere presente che le condizioni del sito sono valutate nell'ipotesi che questo possa rimanere senza contenimento per un periodo di 5 anni a partire dalla scoperta della contaminazione.

La valutazione considera inoltre solo le vie di esposizione e le destinazioni d'uso in atto del suolo.

I comparti ambientali generalmente considerati durante questa fase sono:

- **Suolo superficiale** (0-0,15 m): l'attenzione è rivolta all'individuazione degli hot spot ovvero aree discrete dove la concentrazione del/i contaminante/i è rinvenuta a livelli almeno 100 volte superiori a quelli delle aree limitrofe

- **Acqua di falda** è considerata nel processo di valutazione quando viene considerata a fini idropotabili nella zona di interesse.

STIMA DEL RISCHIO IN UNA SITUAZIONE DI PERICOLO IMMINENTE

Stabilita la potenziale pericolosità di un sito la valutazione assoluta del rischio viene effettuata secondo metodi e procedure internazionali validati (ASTM-RBCA, EPA; API etc) ed in particolare viene condotta:

- Sulla matrice/comparto ambientale che pone un rischio di una certa magnitudo (indicando chiaramente parametri e vie di esposizione scelti).

- Considerando solo lo scenario in atto di utilizzo del suolo.

Nel documento finale andrà riportata:

1. identificazione del pericolo: informazioni analitiche già esistenti o provenienti dalla caratterizzazione preliminare del sito; valutazione dell'esposizione; valutazione della tossicità (dose-risposta); stima del rischio.

2. Conclusioni e raccomandazioni: chiare indicazioni in merito alle azioni immediate da intraprendere.

GESTIONE DELL'EMERGENZA IN UNA SITUAZIONE ACCERTATA DI PERICOLO IMMINENTE

A differenza dell'intervento su **siti potenzialmente inquinati** dove si tratta di operare in una prospettiva di prevenzione, in una **situazione emergenziale** di pesante inquinamento già in atto le attività saranno essenzialmente rivolte alla limitazione degli effetti negativi. E' necessario quindi definire un **PIANO DI PRONTO INTERVENTO**.

Riportiamo di seguito alcune situazioni che possono essere definite CASI DI EMERGENZA e che coinvolgono l'intervento di più forze (VVFF, nuclei speciali, etc.) a seconda della gravità e complessità della situazione.

- Un improvviso rilascio nell'ambiente di una certa sostanza chimica che porta alla formazione e presenza di vapori all'interno di edifici, strutture o passaggi sotterranei con concentrazioni misurabili uguali o maggiori del 10% del limite inferiore di esplosività (LEL- Lower Explosive Limit) specifico della sostanza chimica in esame.

- Un improvviso rilascio nell'ambiente di materiali pericolosi infiammabili, reattivi o esplosivi, che possono mettere in pericolo la salute e sicurezza dell'uomo.
- Un improvviso sversamento su una strada da mettere in pericolo la pubblica sicurezza.
- Un improvviso rilascio di materiale che possa prodursi in uno scarico immediato di idrocarburi in fase separata e/o materiali pericolosi nelle acque superficiali, o strutture sotterranee.
- Rilasci al suolo, che, se non prontamente contenuti, potrebbero degenerare in una contaminazione delle acque del sottosuolo.

A livello della pianificazione dell'emergenza non esiste, nel protocollo afferente al metodo Augustus elaborato dal Dipartimento di Protezione Civile, una indicazione specifica relativa ai rischi dei siti contaminati.

Quelli che vengono presi in considerazione a livello generale sono i rischi industriali che non possono essere esaustivamente considerati come unica fonte di contaminazione dei siti.

Esiste comunque una gamma di misure di intervento (**tecniche di isolamento**) tra cui optare in base alla tipologia della contaminazione del sito.

Alcune di queste misure sono:

- 1) Installazione di recinzioni, segnali di pericolo, ed altre misure di sicurezza/sorveglianza per evitare l'accesso al sito.
- 2) Installazione di drenaggi di controllo, per esempio una diversificazione di una corsa off/on atta a ridurre la migrazione di sostanze contaminanti al sito.
- 3) Costruzione o stabilizzazione di argini o dighe dove necessario a preservare l'integrità delle strutture.
- 4) Copertura temporanea o capping di suoli e/o fanghi contaminati per ridurre la migrazione delle sostanze contaminanti nei suoli, acque superficiali e/o profonde, o aria.
- 5) Rimozione di suoli contaminati (es. hot spot).
- 6) Rimozione o svuotamento di bidoni o container che contengono materiali o sostanze potenzialmente o di fatto pericolosi/e.

FATTORI DA CONSIDERARE NELLA PRIMA ANALISI DI VALUTAZIONE DELL'EMERGENZA

1. Il grado di estensione dell'evento
2. La prima caratterizzazione del sito
- .
3. La natura della minaccia alla salute pubblica ed al "welfare".

AZIONI FONDAMENTALI DA INTRAPRENDERE

1. Rimuovere od improntare la rimozione della sorgente di contaminazione.
2. Mitigare o prevenire la minaccia di contaminazione e propagazione.

Dal punto di vista previsionale per una tempestiva valutazione del rischio in condizioni di emergenza si prende in considerazione il modello del peggior caso (worst case model).

In questo modello individuata la contaminazione di un sito ed in particolare la/e sostanza/e implicata/e si valutano le differenti vie di esposizione (aria, acqua, contatto diretto) per soffermarsi su quella più critica, quella cioè attraverso cui il contaminante può dare il maggior danno ai potenziali ricettori (uomo, ecosistema).

Per ogni via di esposizione viene considerato assegnandogli un opportuno fattore:

- il rilascio osservato o stimabile
- Le caratteristiche del contaminante
- I ricettori.

Infine, conoscendo la via più critica di esposizione ed i dati di tossicità dei contaminanti si ottiene l'ordine di grandezza del rischio. Si deve precisare che la procedura del caso peggiore, può portare ad effettuare sopravvalutazioni del rischio effettivo, tuttavia permette di verificare i casi in cui, anche in condizioni "estreme", il rischio è molto basso o trascurabile. Qualora tale procedura indicasse un rischio significativo, si rende necessario effettuare una valutazione più approfondita o, se possibile, predisporre sistemi di monitoraggio anche qualitativi per una verifica preliminare del rischio stimato.

CATENA DI COMUNICAZIONE PER LA DETERMINAZIONE DELLO STATO DI EMERGENZA

Gli eventi che rientrano nella determinazione di uno stato di emergenza richiedono, per la deliberazione di quest'ultimo, che venga seguita una certa catena di comunicazione.

Il primo anello è costituito dal Sindaco che, nell'impossibilità di fronteggiare un evento con mezzi ordinari, avverte il Prefetto.

Questi fa esplicita richiesta al Dipartimento di Protezione Civile, fornendo le opportune motivazioni ed indicando i provvedimenti da adottare che troveranno una disposizione più concreta nelle ordinanze conseguenti.

Nelle ordinanze verranno altresì indicate l'area interessata e le norme di legge alle quali derogare ed il periodo di validità delle deroghe.

Il Ministro od il Sottosegretario della Protezione Civile proporranno infine lo stato di emergenza che dovrà essere deliberato dal Consiglio dei Ministri.

FONTI DI POTENZIALE CONTAMINAZIONE: IL RISCHIO CHIMICO

Il considerevole sviluppo economico degli ultimi anni legato indissolubilmente al progresso e l'innovazione sono stati determinati principalmente dall'industria chimica.

Si è stimato che la produzione mondiale di composti chimici sia di circa 400 milioni di tonnellate (dati del 1992), molti di questi sono riversati direttamente nell'ambiente o scaricati dopo il loro impiego. L'impatto chimico sull'ambiente è diventato di crescente interesse dalla fine del 1960.

A parte pochi segnali precoci della minaccia dei "chemicals" per l'ambiente (l'inquinamento da mercurio a Minamata, l'eutrofizzazione dei laghi, inquinamento da DDT), è solo di recente che si è riconosciuto che i "chemicals" che entrano nell'ambiente possono in generale causare seri effetti nocivi in tutti i compartimenti ambientali e sulla salute dell'uomo sia che vengano rilasciati attraverso normali operazioni che come risultato di incidenti.

Industria

Tutti i rami dell'industria manifatturiera contribuiscono in qualche modo agli impatti ambientali attraverso l'uso di energia e materie prime. I principali impatti sull'ambiente sono diretti: come risultato delle emissioni in aria ed acqua o degli effetti sul suolo.

Tali impatti possono avvenire a livello locale e globale ed hanno implicazioni per la salute dell'uomo. Comunque sebbene l'industria contribuisca in maniera rilevante alle pressioni ambientali essa ha anche la capacità di giocare un ruolo importante nel fornire soluzioni ai problemi ambientali.

Essa può farlo sviluppando nuovi processi e macchinari necessari per un effettivo abbattimento degli inquinanti, introducendo nuove tecnologie e modificando i prodotti, attraverso la migliore qualità del prodotto, e sviluppando la produzione industriale. I consumi di energia da parte dell'industria in Europa si sono abbassati dal 49% al 41% del consumo totale di energia tra il 1970 ed il 1989. Comunque, l'indebolimento del legame tra la crescita nella produzione industriale ed il consumo di energia (in gran parte a causa del miglioramento dell'efficienza e diversificazione in campo industriale) ha significato che l'aumento nella produzione industriale non porti necessariamente ad un consumo di energia intensificato.

Molte industrie hanno adattato le loro politiche aziendali per tener conto dei fattori ambientali.

Questi cambiamenti in pratica prendono piede in risposta sia a pressioni interne che esterne. Per le industrie "controcorrente" che producono materiali grezzi o prodotti intermedi e sono grandi consumatrici di risorse naturali nei processi di produzione, la pressione per venire incontro agli obiettivi ambientali deriva principalmente dall'azione regolamentatoria del Governo.

D'altra parte per le industrie dove l'inquinamento è dovuto più all'uso finale o allo scarico dei prodotti, la pressione al cambiamento deriva principalmente dai consumatori. In altri casi, in molti settori c'è una crescente presa di coscienza, che il guadagno in efficienza e la minimizzazione dei rifiuti e delle perdite di prodotto presentano benefici che vanno al di là della sfera ambientale.

Incidenti industriali

Gli incidenti legati all'impiego di tecnologie costituiscono una fetta rilevante tra le sorgenti di impatto sulla salute umana e sull'ambiente.

Questo problema è aggravato da tre caratteristiche intercorrelate:

1. Imprevedibilità di quando e come gli incidenti avverranno.
2. Incertezza sugli impatti ambientali.
3. Incerte interazioni.

Ci sono già evidenze di impatti sia a breve che a lungo termine di catastrofi umane come ad esempio l'incidente nucleare di Chernobyl ed il rilascio di diossina a Seveso.

I danni complessi, e verosimilmente a lungo termine, alle risorse ambientali (principalmente suolo ed acqua) ed agli ecosistemi che da queste dipendono sono causa di una crescente preoccupazione.

Le cause di impatto dovuto ad incidenti gravi sono distinte dal fatto che, sebbene le attività da cui questi possono scaturire (produzione di energia, processi chimici e trasporti) sono pianificate e generalmente continue, il rischio e le pressioni ambientali associati agli eventuali incidenti non sono presi in considerazione.

ANALISI DI UN CASO STUDIO: TRECATE

Da quanto esposto fino ad ora emerge l'enorme difficoltà oggettiva per la stesura di specifici piani di emergenza relativi ai siti contaminati.

Mentre per gli incidenti industriali esiste una chiara normativa (DPR 175/88) che prescrive l'obbligo di piani di emergenza esterni da parte delle industrie stesse; nel caso di siti inquinati, possiamo trovarci spesso nei casi in cui lo stato di contaminazione del suolo già presunta ed in molti casi non noto possa evolvere verso situazioni catastrofiche. Quindi, non è possibile elaborare a priori specifici piani di emergenza.

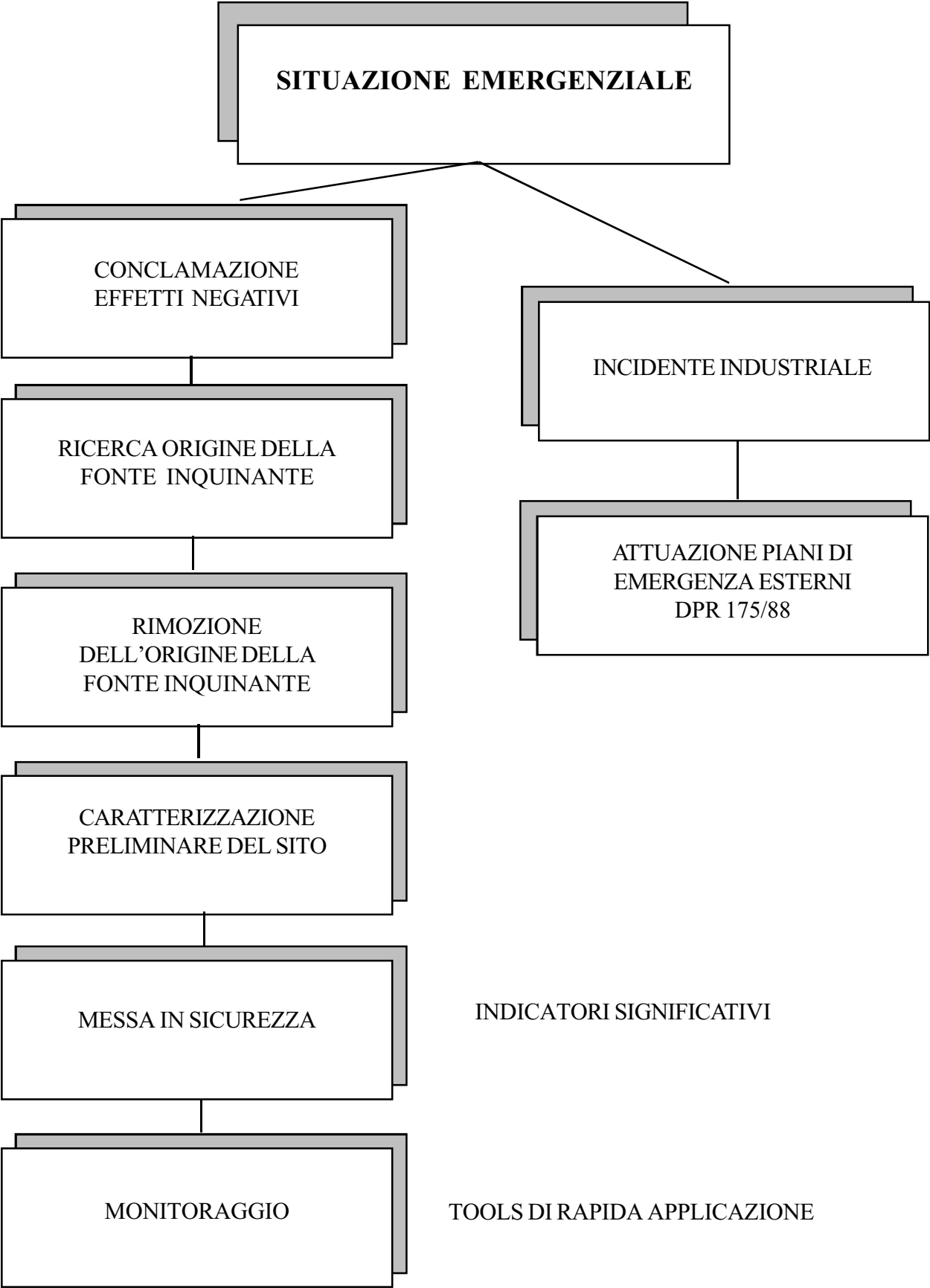
La difficoltà è legata soprattutto alla mancanza di:

- probabili scenari di rischio
- caratterizzazione del territorio.

Nel caso in cui l'evento determini un'emergenza e si manifesti senza possibilità di previsione, è comunque possibile pianificare misure atte a gestire la situazione stessa come riportato nel diagramma 1.

Il caso studio analizzato in questo capitolo (blow-out di Trecate) è comunque un esempio di incidente industriale per cui l'azienda responsabile aveva, come vedremo, elaborato preventivamente uno specifico piano di emergenza.

**DIAGRAMMA 1:
GESTIONE DELL'EMERGENZA DI UN SITO CONTAMINATO**



L'INCIDENTE E GLI INTERVENTI IN EMERGENZA

Il 28 febbraio 1994, durante la perforazione del pozzo petrolifero TR24, nel giacimento di Trecate-Villafortuna (Novara), si verificò un blow-out, a seguito del quale venne rilasciata nell'ambiente circostante una quantità, stimata, di greggio pari a 12600 m³, 1.000.000 Nm³ di gas, 1.000 m³ di acque di formazione.

I fluidi fuoriuscenti dal pozzo non si incendiarono e formarono un pennacchio di altezza variabile, a seconda delle condizioni atmosferiche, fino a 150 m.

Il vento, al momento dell'incidente, spirava da Nord-Ovest e, nelle ore successive, si dispose da Nord e da Ovest.

La ricaduta delle particelle sospese, condizionata anche dalla pioggia, che cadeva al momento dell'incidente e continuò a cadere per la 26 ore successive, interessò le zone sottovento fino ad una distanza massima di circa 2 Km dal punto di emissione, la maggior parte del greggio, tuttavia, ricadde entro un raggio di circa 500 m, sottovento.

Il blow-out cessò spontaneamente nella notte tra il 1° ed il 2 marzo, a seguito del collasso delle pareti del pozzo; la durata totale dell'eruzione dei fluidi di giacimento fu di poco meno di 36 ore.

L'AGIP attivò il proprio piano di emergenza, "livello 3" (il più elevato), comunicando l'accaduto alle autorità competenti ed allertandole.

Non appena cessata l'eruzione si poté ottenere sulla base di foto aeree (fig. 2) una prima stima delle aree contaminate a seguito dell'incidente, che aveva interessato le campagne circostanti, principalmente coltivate a riso, arrivando ad interessare la S.S. 11 e l'abitato di Trecate.

Vennero quindi iniziate le operazioni urgenti di recupero e pulizia, volte ad evitare un ulteriore allargamento della contaminazione e favorire il ritorno alla normalità.

Particolare attenzione venne rivolta alla pulizia della rete irrigua, in modo da consentire che, al di fuori dell'area maggiormente colpita, fosse possibile riprendere le operazioni agricole consuete, secondo il normale calendario dei lavori.

Piano di emergenza

Dopo aver informato le autorità (Comuni, Prefettura, VVFF, etc.) fu messo in attuazione il piano di emergenza provvedendo a:

- valutare il raggio di sicurezza intorno al pozzo (600 m)
- evacuare oltre tale raggio gli abitanti ed il personale di servizio del cantiere
- richiedere l'intervento della compagnia specializzata Wild Well Control Inc. di Huston - Texas per il controllo dell'eruzione
- mobilitare le attrezzature di emergenza in disponibilità AGIP ed allertare altre compagnie operanti in Italia
- interdire il traffico sulla S.S. 11 e la rete viaria limitrofa
- richiedere all'Associazione Irrigazione Est Sesia, ente gestore della rete irrigua, la chiusura totale

dell'afflusso al canale principale (Diramatore Vigevano) ed alla rete secondaria per evitare la diffusione dell'inquinamento attraverso i canali irrigui.

Gli interventi di emergenza

I criteri di priorità degli interventi vennero stabiliti in relazione ai centri abitati ed alle attività agricole, tali interventi sono di seguito riportati:

- ripulitura di strade, marciapiedi, cortili, edifici pubblici e privati, orti, giardini ed aree a verde
- asportazione del manto erboso e dello strato più superficiale del terreno
- lavaggio e spurgo di pluviali e fognature, sistemi di rimozione
- messa in opera degli oli surnatanti su vasche di ingresso del depuratore consortile di Cerano
- ripulitura manuale e lavaggio delle sponde, delle opere di regolazione e dei sottopassaggi del canale Diramatore Vigevano e dei tratti più critici della rete irrigua secondaria
- pompaggio dalle risaie, mediante autobotti aspiranti, della miscela di acqua e petrolio, con recupero e smaltimento dell'acqua secondo le disposizioni di legge
- raccolta e cura di animali selvatici ed uccelli rimasti contaminati dal greggio, con la collaborazione di WWF, LIPU
- contattazione del Battelle Memorial Institute, di Columbus (Ohio), per effettuare la caratterizzazione e lo studio di un piano e progetto di bonifica.

GESTIONE EMERGENZA TRECATE

PIANO DI EMERGENZA

VALUTAZIONE RAGGIO
DI SICUREZZA

EVACUAZIONE ABITANTI
LIMITROFI E PERSONALE
DI SERVIZIO

MOBILITAZIONE DI
ATTREZZATURE DI
EMERGENZA

BLOCCO DELLA RETE
IRRIGUA

BLOCCO DELLA RETE
IRRIGUA

INTERVENTI IN EMERGENZA

RIPULITA DI STRADE,
MARCIAPIEDI, GIARDINI,
ETC.

ASPORTAMENTO MANTO
ERBOSO SUPERFICIALE

LAVAGGIO E SPURGO DI
PLUVIALI E FOGNATURE

RIPULITURA DI SPONDE E
RISAIE

RACCOLTA E CURA
SPECIE SELVATICHE
CONTAMINATE

Piano di monitoraggio

Il giorno 11 marzo, presso la Prefettura di Novara, venne stilato un protocollo di intesa con cui la conferenza dei servizi richiedeva ad AGIP la presentazione, in tempi rapidi, di un piano di monitoraggio ambientale e di un piano di bonifica delle aree contaminate a seguito dell'evento.

Il piano di monitoraggio, presentato in prima bozza il 15 marzo (fig. 3) ed approvato il 26 aprile 1994, è tuttora attivo, seppure con le modifiche e gli adeguamenti via via richiesti ed autorizzati.

Il piano di monitoraggio ha riguardato tutte le componenti ambientali, evidenziando l'impatto iniziale e la successiva evoluzione per quanto concerne:

- terreni superficiali
- corpi idrici superficiali
- acque sotterranee
- inquinamento atmosferico
- monitoraggio di eventuali effetti su flora e fauna spontanee.

E' stato così possibile evidenziare il progressivo recupero dello stato dei terreni superficiali, a seguito degli interventi di bonifica attuati, che ha portato al progressivo rilascio alle normali attività agricole delle aree inizialmente vincolate. E' stato inoltre evidenziato che nessuna contaminazione ha interessato i corpi idrici superficiali, avendo tempestivamente attuato il "clean-up" della rete irrigua, che rappresenta sostanzialmente l'unica forma di acque superficiali nella zona interessata dalla ricaduta degli idrocarburi. Il monitoraggio delle acque sotterranee, attuato mediante una rete di circa 30 pozzi e piezometri concordata con l'Assessorato Ambiente della Regione Piemonte, non ha mai mostrato in alcun punto contaminazione riferibile agli idrocarburi fuoriusciti, il monitoraggio atmosferico, protratto per tutti i periodi significativi della bonifica dell'area, non ha mostrato condizioni anomale se non per le prime due settimane successive all'incidente.

Il monitoraggio ambientale su flora e fauna ha permesso di evidenziare il sostanziale recupero dell'area, senza condizionamenti permanenti della catena trofica.

Piano di bonifica

Il piano di bonifica, in considerazione del panorama agricolo dell'area, caratterizzato principalmente da risaie, doveva essere concepito in modo da evitare ogni variazione delle caratteristiche agronomiche e tessiture dei terreni agricoli. Le Autorità inoltre, in mancanza di normativa italiana specifica, avevano fissato, come termine di riferimento, la proposta di normativa olandese (nota come "Moen 88" - peraltro non adottata in Olanda) che stabiliva, come "reference value" per la multifunzionalità dei terreni il limite di 50 mg/Kg di idrocarburi.

Il piano, le cui linee guida iniziali (fig. 4) vennero sottoposte da AGIP alle Autorità di Controllo in data 15 aprile 1994, era pertanto incentrato sulla Bioremediation dei terreni superficiali, tenuto conto anche dei positivi risultati di studi preliminari che avevano mostrato una buona attitudine delle popolazioni batteriche autoctone alla degradazione degli idrocarburi contenuti nel greggio.

Sulla base di tale piano, contenente un approccio articolato delle diverse tecniche di Bioremediation applicabili, sia in situ che ex situ, quali *Land-farming*, *Bioventing* e trattamento mediante *Biopile*,

e dopo che le linee guida erano state preliminarmente guidate accettabili, AGIP indisse una gara, invitando 9 compagnie internazionali di provata esperienza, per lo sviluppo del progetto esecutivo di bonifica.

Il progetto prescelto, integrato per alcuni aspetti, come da richieste delle autorità di controllo, venne alla fine approvato dalla Regione Piemonte il 17 ottobre 1994.

Le tecniche adottate per la bonifica sia del terreno superficiale, che presentava livelli di contaminazione variabili da 50 mg/Kg a oltre 50.000 mg/Kg, sono state attuate in situ, tramite Land-farming (cioè, sostanzialmente, le stesse operazioni delle comuni pratiche agricole della zona, opportunamente ripetute e senza alcuna coltivazione), per terreni a contaminazione fino a 10.000 - 20.000 mg/Kg di idrocarburi sul secco.

Tale trattamento ha condotto, dopo un anno dall'incidente, alla restituzione alla agricoltura di oltre il 90% dei terreni vincolati dalle autorità, percentuale salita al 98% dopo il secondo anno (fig. 5). Per tutti i terreni rilasciati è stato conseguito l'obiettivo della multifunzionalità cui sopra accennato.

I terreni a maggiore contaminazione (fino a 50.000 mg/Kg, con una media di 20.000 mg/Kg), furono asportati, in superficie, per uno spessore medio di 20 cm su una superficie di circa 13 ha.

I terreni asportati, dopo essiccamento a 15 - 25% di umidità e mescolamento con circa 20% in volume di cippato di piombo, per aumentarne la permeabilità in massa, vennero disposti in due biopile, di circa 15.000 e 12.000 m³, rispettivamente (fig. 6), dotate di un sistema di insufflazione d'aria, adduzione di acqua e/o nutrienti e sistemi di monitoraggio di temperatura e umidità e di campionamento dei gas interstiziali per il controllo del processo.

Il trattamento mediante le biopile ha permesso, nel corso di 18 mesi, una riduzione di oltre 95% della concentrazione originaria di idrocarburi. Nel giugno 1997, a fronte di tali risultati e sulla base della valutazione, secondo metodologia concordata, del rischio connesso alla ridistribuzione dei terreni sui campi d'origine, AGIP ha richiesto alle Autorità di Controllo l'autorizzazione a smantellare le biopile e a riportare i terreni trattati sui campi.

La Regione Piemonte, dopo approfondita discussione, constatati i risultati del tutto rassicuranti dell'analisi del rischio, ha concesso il benestare all'operazione, con D.G.R. n. 123-21341 del 29 luglio 1997.

Avendo constatato, nel corso degli approfondimenti delle indagini sulla contaminazione dei terreni, che una certa quantità di idrocarburi aveva potuto infiltrarsi nel sottosuolo, essenzialmente attraverso i pozzetti di drenaggio delle risaie, venne attuata la parte del piano di bonifica relativa al sottosuolo, che prevedeva interventi di "bioventing" ed eventuale recupero sotto vuoto della fase separata idrocarburica ("bioslurping" e/o V.E.R. - Vacuum Enhanced Recovery"). Il sistema di bioventing (fig. 7), entrato in funzione nell'autunno 1995, consta di 26 pozzetti di insufflazione d'aria e 36 "clusters" di misura per il monitoraggio del processo, tale processo è tuttora in funzione ed ha condotto ad una sostanziale riduzione del contenuto di idrocarburi nei terreni del sottosuolo. Il sistema di V.E.E.R. ha recuperato, fino al 1997, circa 16 m³ di idrocarburi.

A seguito del ritrovamento di idrocarburi in fase separata, in galleggiamento sulla superficie della falda, è stato realizzato un sistema di monitoraggio della "bioattenuazione spontanea" ("natural attenuation" o "intrinsic bioremediation"). Il sistema, costituito da 17 pozzetti opportunamente

dislocati secondo una maglia che copre tutta l'area maggiormente contaminata, hanno permesso di verificare l'andamento del fenomeno, tramite il controllo dei parametri: Ossigeno disciolto, Nitrati, Solfati, Ferro, Acido sulfidrico, pH, potenziale Redox, che comporta una sostanziale degradazione della frazione solubile degli idrocarburi, per effetto combinato della degradazione aerobica (a spese dell'Ossigeno disciolto) ed anaerobica.

Il monitoraggio della bioattenuazione spontanea ha permesso di verificare che, come rilevato dai piezometri della rete di monitoraggio delle acque sotterranee, la contaminazione dell'acquifero è perfettamente controllata dal fenomeno sopra descritto, che fa sì che non vi sia coinvolgimento di aree esterne a quella tuttora in fase di bonifica.

L'azione di controllo da parte della pubblica Amministrazione

La pubblica Amministrazione, per affrontare un evento di bonifica sicuramente eccezionale, anche per il contesto territoriale in cui si è verificato, si è trovata a dover assumere azioni straordinarie, sia sul piano autorizzativo che di coordinamento e di controllo.

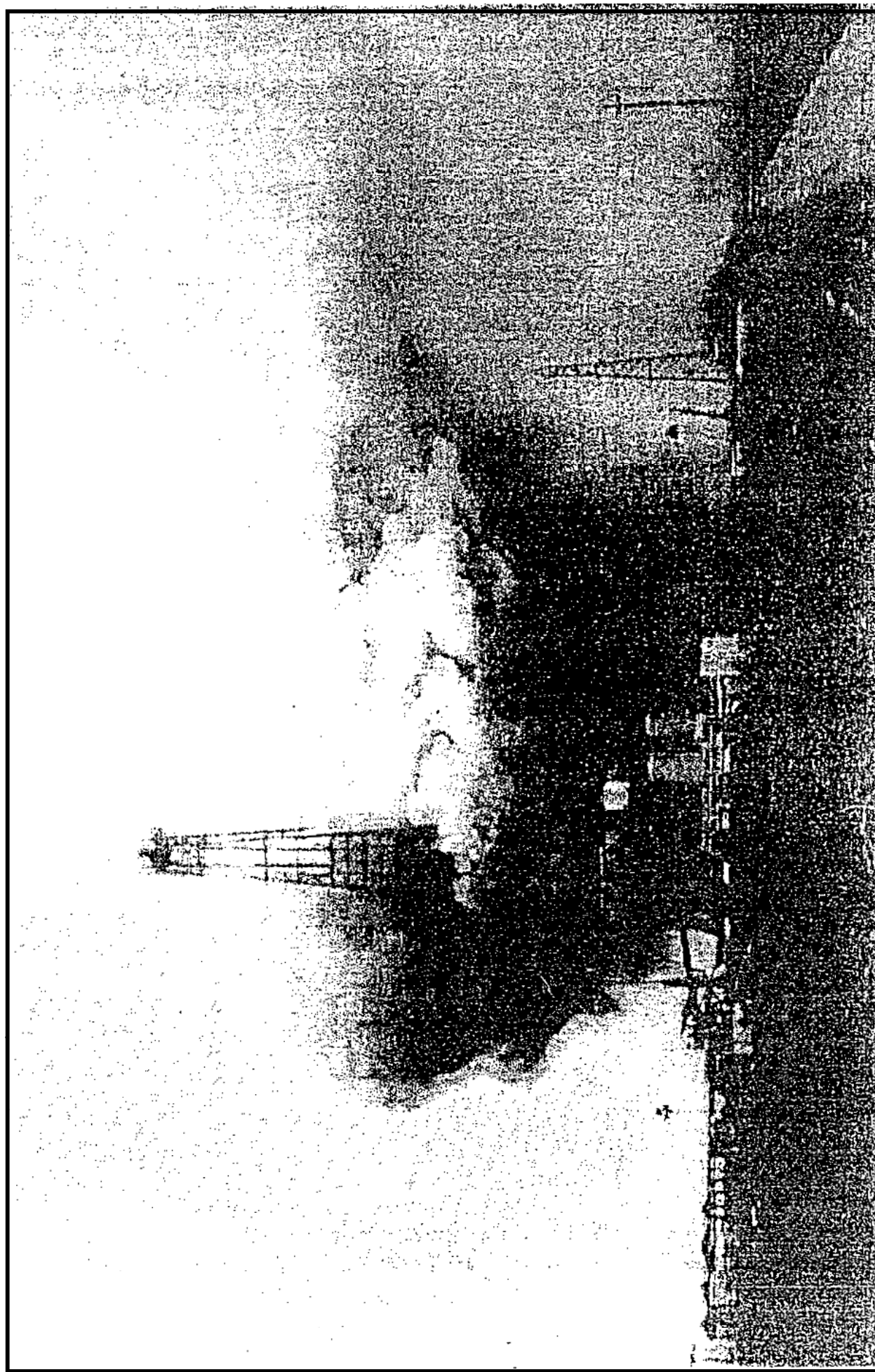
Le operazioni di bonifica, l'esame delle proposte operative e degli obiettivi da raggiungere, la ripresa sui terreni interessati delle attività agricole preesistenti, hanno richiesto il coinvolgimento non solo delle strutture dell'Amministrazione pubblica ma anche di esperti di Enti strumentali della Regione e di Istituti universitari.

Per l'approntamento e l'analisi del piano di risanamento definitivo dell'area inquinata, dopo la stesura di un protocollo d'intesa tra la Prefettura di Novara, il Parco del Ticino, i Comuni di Trecate, Romentino, Cerano, Sozzago, e le Associazioni Agricole, si procedette alle valutazioni da parte di una conferenza dei servizi ai sensi dell'art. 14 della L. 241/90. Il progetto esecutivo di bonifica, discusso e valutato nella riunione della Conferenza richiese dati di completamento; successivamente, la Giunta Regionale, con propria Deliberazione prese atto della prima fase del progetto, limitandone però la validità al 20 gennaio 1995.

Le attività di bonifica proseguirono per fasi successive, sottoposte alla verifica e controllo da parte degli Enti con i quali, in considerazione dell'eccezionalità dell'evento, la Regione Piemonte ha stipulato convenzioni (Università di Torino - Dipartimenti di Chimica Analitica e di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali - e IPLA).

In particolare, con l'approvazione della quinta fase venne stabilito che AGIP avrebbe definita una appropriata metodologia per l'esecuzione di un'analisi di rischio assoluto, successivamente la relativa procedura di analisi è stata concordata con la struttura tecnico-scientifica regionale, opportunamente integrata da esperti per alcune competenze specifiche nel campo dell'idrogeologia e della tossicologia.

La Regione Piemonte continua a seguire con grande attenzione le azioni di bonifica, continuando il rapporto con l'università di Torino, l'A.R.P.A. di Novara e l'A.R.P.A. centrale. Occorre anche evidenziare che, comunque, la Regione si riserverà una valutazione conclusiva sull'esito della bonifica e dell'analisi di rischio assoluto anche tramite campagne di verifica e collaudo.



IL POZZO TR 24 IN ERUZIONE - 28-02-94



L'AREA INTERESSATA DALLA RICADUTA DI IDROCARBURI 02-03-94

MONITORING PLAN

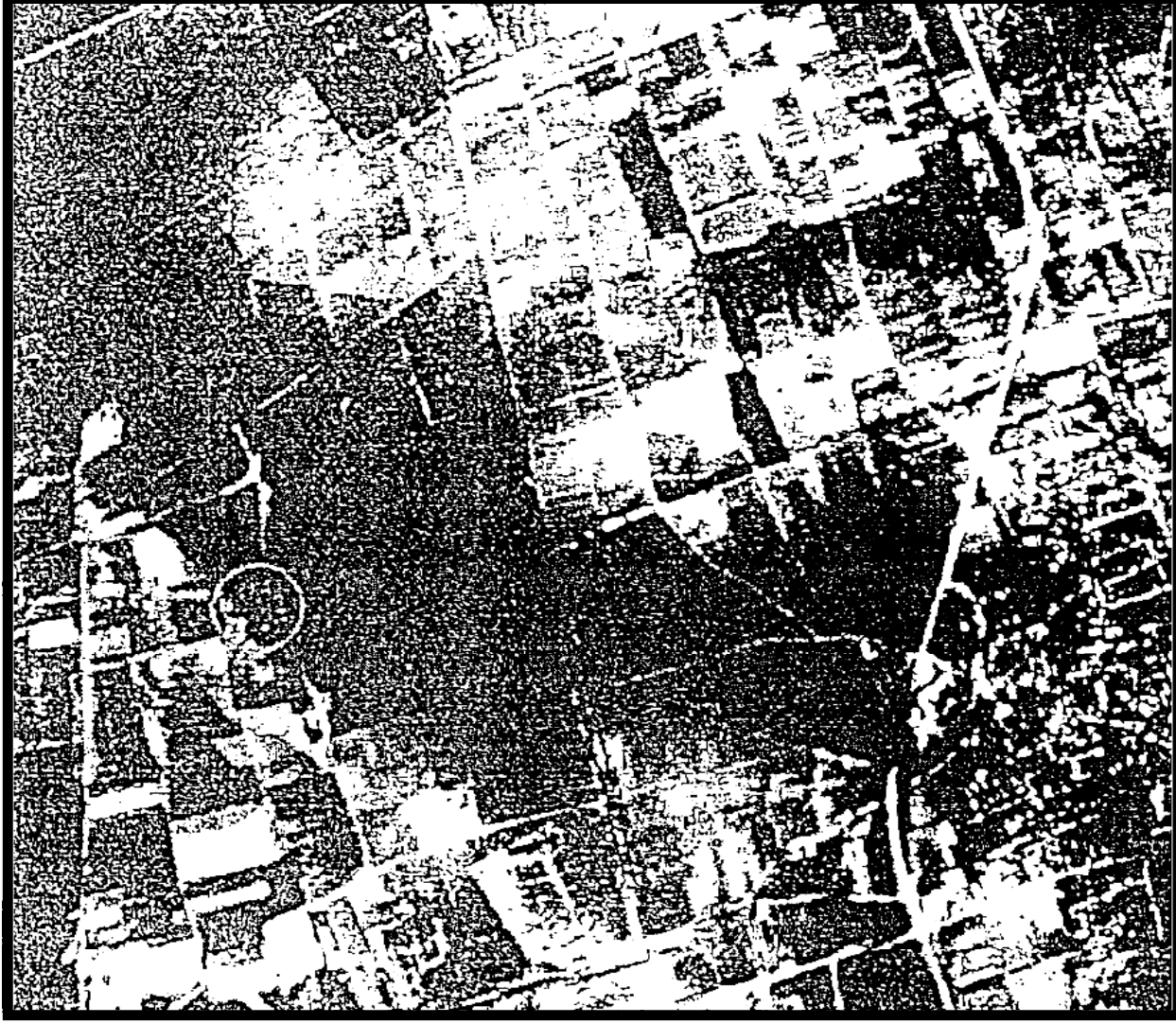
SOIL
220 SAMPLING POINTS
FREQUENCY: every 3 months

SURFACE WATER
27 SAMPLING POINTS
FREQUENCY: monthly

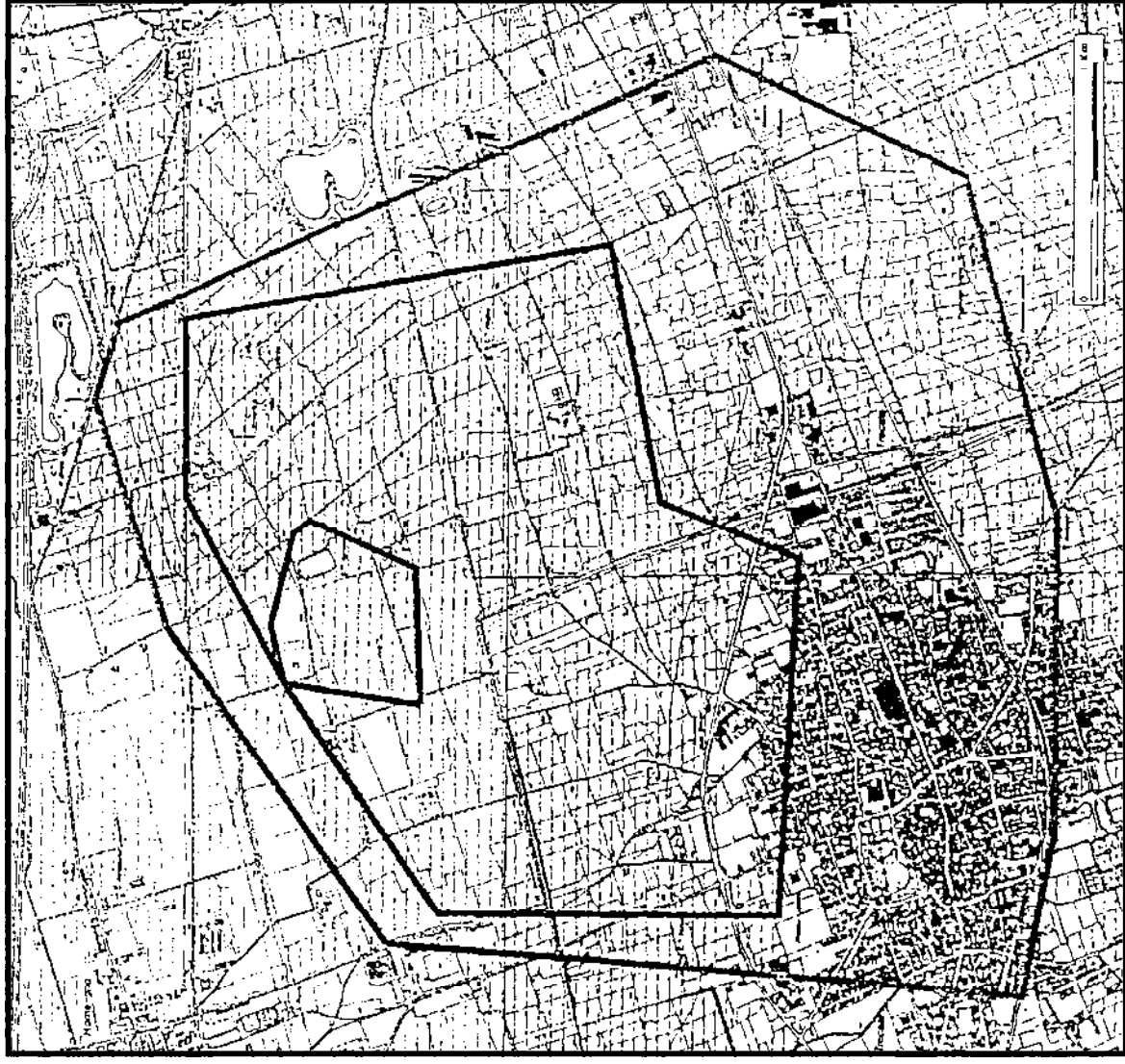
GROUNDWATER
30 SAMPLING POINTS
FREQUENCY: monthly

AIR
8 STATIONS (reduced to 4 after 3 months)
FREQUENCY: continuous

BIOLOGICAL EFFECTS
- Plants
- Wildlife
FREQUENCY: 2 Campaigns per year



BASIC BIOREMEDIATION PROJECT



ZONE 1

50 ppm

Monitoring - Normal
agricultural operations without harvesting



ZONE 2

50 - 10.000 ppm

Landfarming Repetition frequency depending
up on pollution degree

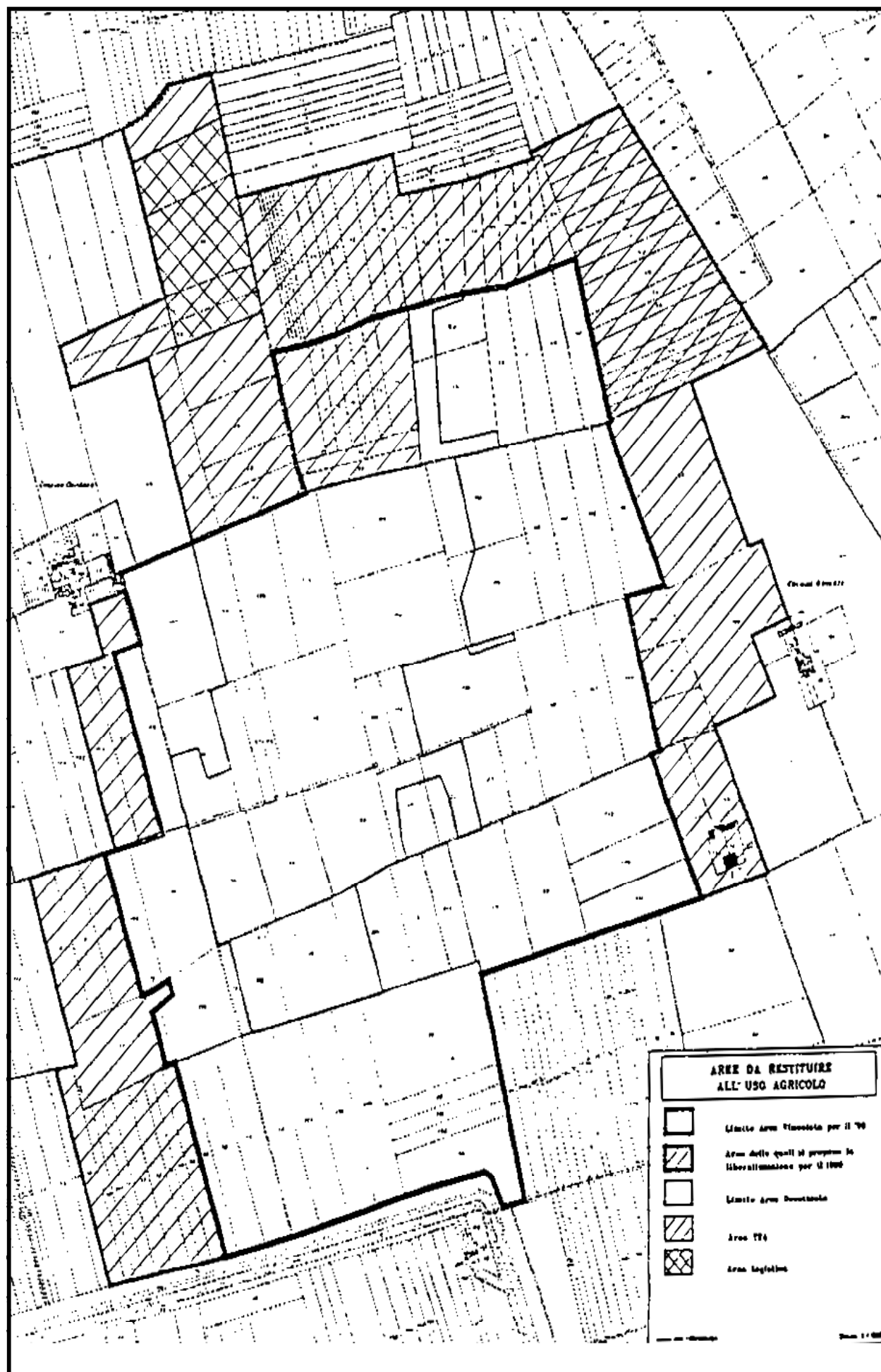


ZONE 3

Intensive landfarming.

In the most polluted area (12ha) soil excavation
and ex-situ treatment in biopiles





RESTITUZIONE PROGRESSIVA DELLE AREE TRATTATE CON LAND-FARMING

BIOVENTING SYSTEM

- GB-5 Blowing stations
- Air supply line
- FW-18 Air injection well
- ▲ BM-29 Monitoring cluster
- Assumed radius of influence
- ▭ Scraped area
- ▨ T24 location

0 80 m

Filename: /biovent/biov_A4.dgn

