UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TRIESTE

DOTTORATO DI RICERCA IN SCIENZE MERCEOLOGICHE
XI CICLO

L'ANALISI DEI SITI A RISCHIO AMBIENTALE: PROPOSTA DI UNO STRUMENTO PER LA PIANIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI DI BONIFICA

Dottoranda:
Dott.ssa Cristina Cordoni '67

Relatore:
Chiar.mo Prof. Bruno Stancher
Università degli Studi di Trieste

Correlatore:
Chiar.mo Prof. Vittorio Vaccari
Università degli Studi di Pavia

Coordinatore:
Chiar.mo Prof. Luciano Favretto
Università degli Studi di Trieste

Ai miei cari

Si ringraziano per le preziose indicazioni:
Chiar.mo Prof. Giuseppe Marchetti, titolare della cattedra di Geomorfologia, Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti Terrestri, Università degli Studi di Pavia,
Chiar.mo Prof. Francesco Sartori, titolare della cattedra di Botanica, Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti Terrestri, Università degli Studi di Pavia,
Dr.ssa Maria Laura Giagnorio Saviotti, ricercatore, cattedra di Tecnologia dei Cicli Produttivi, Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti Terrestri, Università degli Studi di Pavia,
Dr. Gianfranco Valle, Geologo,
Dr. Nicola Di Nuzzo, Settore Ambiente ed Energia, Regione Lombardia.

INDICE

INTRODUZIONE 1

CAPITOLO 1 - PERCORSO DI RICERCA
1.0 - Premessa 3
1.1 - Definizioni 4
1.2 - Il quadro della situazione 9
1.3 - Patologie dello smaltimento 27
1.4 - Dimensioni del problema 34
1.5 - Aspetti economico-finanziari delle bonifiche 47
1.6 - Diverse risposte nazionali 51
1.7 - Considerazioni 61

CAPITOLO 2 - ASPETTI NORMATIVI
2.0 - Premessa 63
2.1 - Quadro legislativo: livello nazionale 66
2.2 - Quadro legislativo: esperienze internazionali 84
2.3 - Considerazioni 94

CAPITOLO 3 - METODI DI VALUTAZIONE
3.0 - Premessa 97
3.1 - L'analisi relativa di rischio nell'esperienza internazionale 99
3.2 - Il metodo della Regione Piemonte 102
3.3 - Il metodo della Provincia di Milano 106
3.4 - Il metodo della Regione Lombardia 108
3.5 - Il metodo della Regione Emilia Romagna 113
3.6 - Considerazioni 116

CAPITOLO 4 - IL RADAR AMBIENTALE: PROPOSTA DI UN NUOVO STRUMENTO
4.0 - Premessa 120
4.1 - Fasi preliminari 124
4.2 - Il Radar ambientale 131
4.3 - Esempi di applicazione del Radar Ambientale 153

CONCLUSIONI 168

ALLEGATI
1 - Decreto del Ministro dell'ambiente 16 maggio 1989
"Aree definibili come potenzialmente contaminate" 174
2 - Scheda di valutazione operativa 178

BIBLIOGRAFIA 188

INDICE DELLE TABELLE

Tab. 1 - Stima della produzione di rifiuti urbani in Italia 11

Tab. 2 - Composizione merceologica dei RSU ed assimilabili prodotti in Italia 12

Tab. 3 - Produzione pro capite di rifiuti municipali nei Paesi OCDE 14

Tab. 4 - Obiettivi Olandesi per la gestione dei rifiuti 16

Tab. 5 - Incidenza dei settori economici nella produzione di rifiuti in Europa 19

Tab. 6 - Modificazione della composizione dei rifiuti prodotti in Italia 21

Tab. 7 - Trattamento dei rifiuti urbani 25

Tab. 8 - Cambi valutari espressi in dollari statunitensi 35

Tab. 9 - Spesa dello Stato per l'ambiente 58

Tab. 10 - Spesa delle Regioni per l'ambiente 59

Tab. 11 - Classi di eventi per il bersaglio "salute pubblica" 125

Tab. 12 - Classi di eventi per il bersaglio "ambiente" 126

Tab. 13 - Procedura di pianificazione degli interventi 128

INDICE DEI GRAFICI

Graf. 1 - Evoluzione della produzione di rifiuti municipali nei Paesi OCDE 15

Graf. 2 - Principali tipologie di possibili siti contaminati 27

Graf. 3 - Impiego delle aree contaminate in Danimarca 44

Graf. 4 - Massa spendibile per il settore smaltimento rifiuti 59

Graf. 5 - Massa spendibile per il settore rilocalizzazione e bonifica siti industriali 60

Graf. 6 - Proposta di processo autorizzativo regionale per la conservazione dei dati circa la destinazione d'uso dei terreni contaminati 82

Graf. 7 - Schema del metodo della Regione Piemonte 105

Graf. 8 - Schema del metodo della Provincia di Milano 107

Graf. 9 - Schema del metodo della Regione Lombardia 112

Graf. 10 - Schema del metodo della Regione Emilia Romagna 115

Graf. 11 - Matrice della potenziale magnitudo 127

Graf. 12 - Matrice del rischio 127

Graf. 13 - Diagramma di flusso della valutazione del rischio con matrici a doppia entrata 129

Graf. 14 - Matrice per il calcolo del rischio relativo al parametro presenza antropica 144

Graf. 15 - Matrice per il calcolo del rischio relativo ai parametri diversi dalla presenza antropica 144

Graf. 16 - Il Radar Ambientale 148

Graf. 17 - Diagramma di flusso del Radar Ambientale 149

Graf. 18 - Tipologia di intervento in rapporto al rischio 151

INTRODUZIONE

La problematica dei siti a rischio ambientale è stata generata da una pluralità di fattori legati, sostanzialmente, al modello culturale che ha caratterizzato i Paesi ad elevato tasso d'industrializzazione. Si è trattato di un rapporto di carattere "predatorio" derivato sia dalla convinzione di disporre di risorse naturali non limitate, sia dall'assenza di un "prezzo", che internalizzasse ai cicli produttivi, il costo delle esternalità negative, legate allo sfruttamento incondizionato di beni liberi quali aria, acqua e paesaggio. Questo tipo di approccio è stato accompagnato da un lato da una scarsa sensibilità normativa per la gestione dell'ambiente, dall'altro da una serie di fenomeni di abbandono incontrollato di rifiuti, forieri di alterazioni anche gravi sulle matrici ambientali circostanti.

Allo stato attuale dei fatti i siti a rischio ambientale, cioè che hanno subito qualche genere di contaminazione, si contano a migliaia in ciascuno dei Paesi della Comunità Europea. La dimensione esatta del fenomeno è tuttora sconosciuta e non c'è uniformità nella definizione di sito contaminato non solo a livello internazionale ma anche a livello comunitario. I diversi Paesi, inoltre, hanno risposto con tempistiche e modalità diverse alla questione in oggetto e, a tutt'oggi, sono pochi i Paesi che dispongano di una legislazione organica che consenta sia una fase d'individuazione dei siti, sia una fase di determinazione delle priorità sia, infine, una fase di definizione degli interventi di bonifica informati su protocolli standardizzati.

Il problema della bonifica dei terreni contaminati rappresenta, dunque, attualmente una delle grandi sfide ambientali. Una soluzione compiuta del problema passa attraverso un'articolata serie di questioni che investono professionalità diverse e che necessitano di soluzioni sinergiche.

Tuttavia, il primo dei problemi da risolvere è, senza dubbio, quello di selezionare, tra i siti potenzialmente contaminati, quelli a reale rischio ambientale ed ordinarli secondo una priorità di intervento. Quest'ultima costituisce il momento fondamentale da cui partire per avviare un organico programma di bonifica del territorio.

Scopo del presente lavoro è stato lo sviluppo di uno strumento innovativo per l'analisi di rischio relativa che, tenendo in considerazione la pluralità di problematiche sopra esposte, si propone come strumento operativo per la realizzazione dell'analisi speditiva e la redazione della lista di priorità degli interventi.

CAPITOLO 1
PERCORSO DI RICERCA

1.0 - PREMESSA

La gestione dei rifiuti è un fenomeno complesso che coinvolge tutte le parti sociali e che, purtroppo, si è sviluppato per anni in modo quasi incontrollato. La carenza o, più spesso, l'assenza di informazioni precise sulla pericolosità, per l'uomo e per l'ecosistema, di determinate frazioni hanno favorito pratiche di produzione o di smaltimento le cui conseguenze negative continueranno a protrarsi nel tempo. Il problema dei rifiuti, tuttavia, ha assunto carattere di vera emergenza solo negli ultimi decenni[1].

La scarsa sensibilità ecologica che ha caratterizzato la nostra società fino agli anni '80, ha causato un abuso di risorse, che si sono rivelate scarse, senza un progetto di sviluppo sostenibile e *sono stati sversati rifiuti senza criteri di ecocompatibilità.*

Solo le prime crisi petrolifere degli anni '70, hanno posto la collettività davanti alla certezza di dover convivere con risorse esauribili, mentre gli anni '90, con l'emergere dei rischi connessi con la parziale compromissione della funzionalità di alcuni strati dell'atmosfera (buco dell'ozono, effetto serra), hanno fatto emergere una nuova coscienza ambientale che impone di operare scelte compatibili con il delicato equilibrio naturale.

---

[1] "I problemi sociali ed ambientali connessi alla produzione ed allo smaltimento di rifiuti urbani ed industriali cominciarono ad emergere nella loro gravità agli inizi degli anni '70" (Pernice, Santoloci, 1998).

1.1 - DEFINIZIONI

Vista la pluralità di significati attribuita ad uno stesso termine dai diversi autori che si occupano delle questioni connesse con la valutazione del rischio, si ritiene opportuno premettere alla presentazione del lavoro di ricerca alcune definizioni rilevanti per la corretta interpretazione del testo.

Siti contaminati

Il problema della gestione delle bonifiche nasce già a livello della terminologia adottata: secondo una delle definizioni più diffuse, intenderemo *contaminato* un sito quando "può arrecare danno agli esseri umani, alle piante e agli animali che vengono a contatto con esso o con sostanze che, a loro volta, vengono alterate da tale contatto" (Pitea et al., 1998), tuttavia, per il concetto di sito contaminato non esiste nella Comunità Europea un'uniformità di definizione.

In Italia, il Ministero dell'ambiente, con il D.M. 16/5/89, definisce aree contaminate tutte quelle "venute a contatto accidentale o continuativo" con rifiuti potenzialemnte tossici e nocivi.

A livello regionale, la Regione Piemonte definisce terreno *inquinato* un "terreno colpito da inquinamento da parte di uno o più inquinanti presenti in concentrazioni superiori alle corrispondenti concentrazioni di riferimento" mentre per terreno *da bonificare* si intende un "terreno colpito da inquinamento da parte di uno o più inquinanti presenti in concentrazioni tali per cui se ne renda necessaria la riduzione ai fini del mantenimento dell'integrità

ambientale del territorio". La prima definizione appare assai impegnativa in quanto, interpretando in modo restrittivo la definizione, il concetto di inquinamento può essere esteso anche a tutte quelle aree in cui i valori di fondo risultano naturalmente superiori ai limiti tabellari.

La Regione Lombardia, invece, nel protocollo sullo standard di qualità dei terreni, utilizza e definisce solo il concetto di terreno *contaminato*, inteso come terreno in cui le concentrazioni di una o più sostanze misurate superino di oltre il 20% i valori di fondo di riferimento specificati nel protocollo stesso.

A livello comunitario, la Danimarca definisce sito *contaminato* un "terreno che rappresenta una *minaccia* alle risorse idriche sotterranee o alla salute di coloro che vi risiedono".

Nel Regno Unito per sito *contaminato* si intende un "terreno che a causa dell'uso che ne è stato fatto in precedenza, contiene attualmente sostanze che ne *possono* compromettere il riutilizzo previsto; pertanto, necessita di uno studio approfondito atto a stabilire se il riuso proposto sia attuabile o se, altrimenti, risulti indispensabile qualche azione di risanamento".

Gli Olandesi considerano *contaminato* un "terreno che contiene sostanze pericolose in concentrazioni superiori a quelle normalmente attese e nel quale una o più funzioni risultano irrimediabilmente compromesse" (de Fraja Frangipane et al., 1994).

La Germania definisce sito contaminato una "zona di deposito di rifiuti solidi urbani, artigianali o di piccole industrie, fuori esercizio, discariche selvagge, cumuli e riempimenti di residui di

produzione che costituiscano un pericolo per l'ambiente, comprese le macerie per costruzione ed il materiale di supero degli scavi, impianti industriali abbandonati, terreni nei quali siano deposte condotte corrose, depositi non controllati di materie *potenzialmente* inquinanti per le acque sotterranee ed altri tipi di terreno che *possono* dar luogo a carichi inquinanti residui" (Egidi, Vannini, 1995).

Di fatto, nella loro multiformità queste definizioni, per quanto riguarda in particolare i casi di Danimarca, Germania e Regno Unito, evidenziano come i siti contaminati siano costituiti da aree per le quali esiste solo il sospetto della presenza di sostanze o materiali dannosi per la salute dell'uomo o per l'ambiente. Pertanto potranno dirsi correttamente *siti inquinati*, solo quei siti contaminati per i quali sia stata accertata una situazione di degrado (in senso lato) tale da generare un rischio più o meno elevato per la salute dell'uomo o dell'ambiente. Solo la definizione olandese, di fatto, equipara il concetto di sito contaminato con quello di sito inquinato, generando, a nostro avviso, una possibile confusione durante la fase preliminare di analisi e valutazione dei siti sospetti. A dispetto del titolo, il protocollo piemontese per la bonifica dei terreni contaminati, non contiene una definizione specifica di terreno contaminato: si può ipotizzare che il termine venga anche in questo caso assimilato a quello di terreno inquinato. La Regione Lombardia parla semplicemente di sito contaminato a partire da confronti tabellari senza fare, in questa fase, un riferimento specifico alla destinazione d'uso.

Una lettura specifica delle definizioni sopra riportate evidenzia inoltre alcuni caratteri generali di approccio al problema da parte delle diverse legislazioni nazionali. Il Regno Unito, in particolare è l'unico a fare esplicito riferimento alle attività svolte in precedenza sul sito come cause della contaminazione, mentre le altre definizioni, in un'interpretazione letterale lascerebbero spazio per bonifiche di terreni i cui valori di fondo siano eccezionalmente elevati rispetto alla media nazionale relativamente, ad esempio, alla presenza di metalli pesanti. Inoltre, ma non ultimo, la definizione inglese cita esplicitamente "il riutilizzo previsto" come parametro di confronto con il livello di contaminazione esistente ed in questo senso esplicita un tipo di approccio in cui la bonifica o il livello di disinquinamento da raggiungere tramite le operazioni di bonifica è funzionale alla destinazione d'uso del sito. Al contrario la definizione olandese parla genericamente di "concentrazioni superiori a quelle *normalmente* attese", espressione di un unico livello di bonifica accettato, ovvero quello che garantisce il ripristino della multifunzionalità del sito.

Sito pericoloso

Dal concetto di inquinato occorre distinguere quello di *pericoloso*, dal momento che la pericolosità è una caratteristica intrinseca del sito (radioattività naturale, presenza di minerali di mercurio, ecc.) da essa non discende la necessità di procedere all'eliminazione del pericolo ma dell'adozione di provvedimenti atti a ridurre il rischio a livelli ritenuti accettabili (Pitea et al., 1998).

Rischi

Quando si parla di rischio, occorre porre una distinzione tra *rischio assoluto* e *rischio relativo*. Il primo costituisce una caratteristica intrinseca del sito, considerato in modo isolato, in base alle eventuali alterazioni che lo stesso produce sull'ecosistema circostante. La determinazione del rischio relativo è, invece finalizzata ad un confronto tra più siti potenzialmente contaminati per individuare quelli a maggiore impatto ambientale.

Il rischio relativo risulta, a nostro avviso, un elemento strategico nella definizione delle priorità e dei costi connessi con la pianificazione degli interventi di bonifica.

1.2 - QUADRO DELLA SITUAZIONE

Nella fase di avvio del lavoro di ricerca si è ritenuto opportuno delineare in modo quali-quantitativo alcuni aspetti peculiari del settore in cui si inserisce lo strumento di valutazione del rischio sviluppato di seguito.

Per disporre di una visione abbastanza ampia della situazione si è ritenuto opportuno analizzare, oltre al caso italiano, anche un campione di Paesi stranieri, che fosse rappresentativo della pluralità di approcci alla gestione ambientale, già all'interno dei Paesi dell'area OCDE.

A tal fine, si sono presi in considerazione, prevalentemente, i seguenti Paesi: l'Olanda, per il grande impegno nella tutela ambientale, tradizionalmente dimostrato da questo Paese; l'Austria, entrata solo recentemente nella UE, e rappresentativa dell'approccio mitteleuropeo, la Danimarca, più vicina alla tradizione nordica, Paesi quali Francia, Regno Unito e Germania, con una più lunga tradizione di appartenenza alla UE. Si è considerata, inoltre la Norvegia come esempio di Paese dell'area europea, non appartenente all'Unione. La Germania rappresenta, per le sue vicende storiche, una via preferenziale per la valutazione della situazione esistente nei Paesi dell'Est, fra i quali si è analizzato, in particolare, il caso della Polonia.

Si è infine ritenuto opportuno considerare i due vasti Paesi (USA e Canada) che si affacciano sull'altra sponda dell'Atlantico e che presentano caratteristiche dimensionali particolari e, nel caso degli USA, concentrazioni industriali molto elevate.

E' opportuno chiarire che, i dati successivamente riportati, hanno come riferimento le modalità di aggregazione che i singoli Stati hanno realizzato, pertanto le valutazioni, che si sono potute trarre, assumono per alcuni aspetti carattere qualitativo.

La stima della produzione di rifiuti urbani in Italia (tab.1) evidenzia un trend in continua crescita, che si traduce in un sostanziale raddoppio dei quantitativi prodotti dalla metà degli anni '70 ai primi anni '90.

Si tratta di un andamento che trova parziale riscontro a livello internazionale, come evidenziato dal grafico 1, tuttavia appare sovradimensionato il delta che caratterizza le stime che si riferiscono all'Italia: si osservi, ad esempio che, gli Stati Uniti, in un periodo di tempo più lungo di quello relativo alle stime italiane (1970-1993) hanno registrato un incremento della produzione pro-capite di circa il 53,8%. Il Canada, poi, con una produzione pro-capite che supera del 20% la media OCDE, ha registrato tra il 1980 ed il 1990 un aumento della produzione pari al 27%. I valori riportati rappresentano un primo segnale della difficoltà di reperire informazioni attendibili sulle caratteristiche quali-quantitative dei rifiuti prodotti in Italia e più in generale sulle dimensioni dei problemi legati all'intero ciclo tecnologico del rifiuto.

Tab.1 - Stima della produzione di rifiuti urbani in Italia (valori espressi in tonnellate/anno)

REGIONE	1976/79[2]	1986/87[3]	1991[4]	1993[5]	1995
Piemonte	964.844	1.534.000	1.397.000	1.856.513	1.789.553
Valle d'Aosta	30.107	34.000	34.000	56.243	55.904
Lombardia	2.051.003	2.384.000	3.479.000	3.943.511	3.708.797
Trentino Alto Adige	207.849	269.000	327.000	451.893	416.576
Veneto	1.072.859	1.160.000	935.000	1.895.965	1.836.134
Friuli Venezia Giulia	305.662	369.000	347.000	490.025	517.454
Liguria	527.985	516.000	749.000	724.103	741.160
Emilia Romagna	1.023.915	1.285.000	1.004.000	1.857.995	1.984.641
Toscana	901.886	1.367.000	1.460.000	1.755.548	1.714.532
Umbria	172.770	253.000	400.000	336.666	364.580
Marche	390.245	411.000	541.000	738.484	730.516
Lazio	1.232.953	1.652.000	2.300.000	2.369.781	2.403.220
Abruzzo	308.936	373.000	353.000	558.626	557.455
Molise	103.598	95.000	113.000	122.433	161.590
Campania	1.602.471	1.645.000	1.851.000	2.796.391	2.775.834
Puglia	902.130	1.244.000	1.472.000	2.128.968	1.900.342
Basilicata	147.735	177.000	205.000	226.072	263.010
Calabria	428.008	581.000	739.000	867.580	895.724
Sicilia	1.134.767	1.548.000	1.625.000	2.426.576	2.481.271
Sardegna	373.780	430.000	702.000	783.049	757.214
ITALIA	**13.911.920**	**17.327.000**	**20.033.000**	**26.386.422**	**26.055.507**

Fonte: ISTAT Statistiche Ambientali, ed.1984, 1991,1993,1998, Legambiente 1997

In generale, le cause che hanno provocato un incremento vertiginoso della produzione dei rifiuti di provenienza domestica sono riassumibili, sostanzialmente, in tre grandi categorie:

- il processo di urbanizzazione ed il progressivo abbandono della cultura contadina che, tradizionalmente, tendeva a riutilizzare più volte il bene (anche cambiandone la destinazione);

[2] Fonte citata da ISTAT: CNR Progetto Finaizzato "Energetica"
[3] Fonte citata da ISTAT: Ministero dell'ambiente
[4] Fonte citata da ISTAT: Ministero dell'ambiente
[5] Fonte citata da ISTAT: Federambiente AMIA

- l'affermazione della filosofia dell'"usa e getta";

- lo sviluppo della grande distribuzione che, per esigenze sia organizzative che di marketing, ha contribuito ad una crescita esponenziale dei rifiuti da imballaggio.

A fronte di un continuo incremento quantitativo, sia ponderale sia volumetrico, della produzione pro-capite, si è osservata anche una profonda modificazione nella composizione merceologica dei rifiuti. Per quanto riguarda il segmento dei RSU, si registra una progressiva riduzione della frazione organica putrescibile con un contestuale incremento degli imballaggi e dei contenitori a perdere (tab.2).

La maggior parte delle discariche per RSU non controllate fa risalire la sua formazione agli anni precedenti l'emanazione della normativa di settore e, all'epoca, la composizione merceologica si allineava, tendenzialmente, ai valori riportati nella prima colonna della tabella 2.

Tab.2 - Composizione merceologica dei RSU ed assimilabili prodotti in Italia (valori espressi in % rispetto al totale)

FRAZIONI	1975	1985	1995
Materia organica	44	31	29
Carta e cartoni	13	24	28
Plastica	5,7	13	16
Vetro	5	8	8
Legno/tessili	2,2	6,7	4
Metalli	2	4	4
Ceneri, sottovaglio, altro	28,1	13,3	11

Fonte: Ceccon, 1998

Occorre osservare, inoltre, che è cresciuta sempre più la presenza di composti chimici utilizzati anche in ambito domestico[6].

Per questo motivo anche le discariche, in cui siano stati stoccati prevalentemente rifiuti di origine domestica, qualora non adeguatamente monitorate, devono formare oggetto di analisi nell'ambito di un organico piano di bonifica del territorio.

La produzione di rifiuti municipali[7] nei Paesi OCDE aveva raggiunto nei primi anni '90 i valori riportati nella tabella 3.

[6] Si osservi a livello esemplificativo la seguente tabella:

SOSTANZA	IMPIEGO DOMESTICO
Acetato di Etile	levasmalto per unghie, solvente
Acetato di isopropile	pitture, vernici, solventi
Acetato di vinile	pitture
Acetone	adesivi, pitture, pulizia auto, levasmalto
Acido arsenico, aldicarb, aldrin, aziridina, DDT, diazinone, dieldrin, dinoseb, disulfoton, endosulfan, endrin, eptaclor, lindano, metilparathion, parathion, toxaphene	pesticida
Alfatetraalliossicumarina, calcio fosfuro, dicumarina, walfarin	rodenticida
Butano, propano	saldature, propellente (bombolette spray)
Butanone	adesivi, pitture, pulizia auto
Butilacetato	stucco per automobili, adesivi
Cicloesano, etilene dicloruro, etilidene dicloruro, isobutilacetato, tetraidrofurano	adesivi
Cloruro di metile	pulizia carburatori ed iniettori
Cresolo	solvente
Dicloropropano	pitture, vernici, solventi
Eptano	solvente, fotografia
Esano	solventi, adesivi
Etanolo	pulizia generale, disinfettante
Eterre etilico	additivo carburanti ed oli
Formaldeide sol.>30%	vari
Isopropanolo	pitture, pulizie varie, disinfettante
Mercurio	batterie, interruttori, lampade a mercurio
Mercurio ossido	batterie
Metanolo	pitture, additivo carburanti e oli
Pentaclorofenolo	pesticida, fungicida, preservante del legno
Selenio	fotografia
Toluene	adesivi, pitture

Fonte: V.Riganti et al. 1994-95

Tab.3 - Produzione pro capite di rifiuti municipali nei Paesi OCDE (valori espressi in kg/abitante/anno)

PAESE	ANNO	PRODUZIONE
Austria	1991	428
Belgio	1992	400
Danimarca	1992	460
Finlandia	1990	620
Francia	1992	470
Germania	1992	360
Grecia	1992	310
Irlanda	1985	310
Italia	1992	350
Lussemburgo	1992	490
Olanda	1992	500
Portogallo	1992	330
Regno Unito	1992	350
Spagna	1992	360
Svezia	1990	370
UE	1992	400
Australia	1992	690
Canada	1992	660
Giappone	1992	410
Islanda	1992	560
Messico	1992	310
Norvegia	1992	510
Svizzera	1992	400
Turchia	1992	390
USA	1992	730

Fonte: OCDE

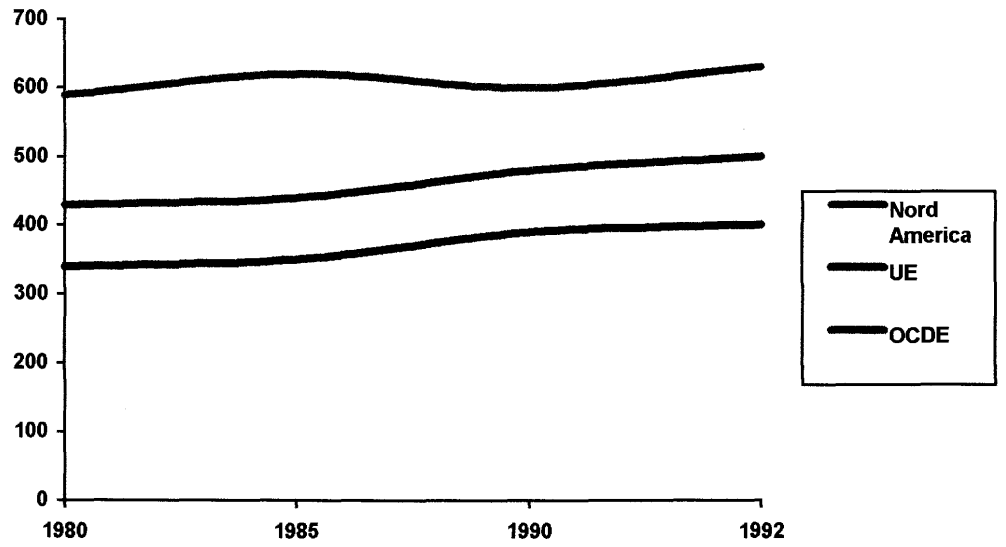
A riguardo occorre sottolineare la difficoltà di reperire dati più recenti, confrontabili per un elevato numero di Paesi, sia a causa della

Secondo la definizione OCDE i rifiuti municipali sono quelli raccolti da o per conto dell'autorità municipale. Questa categoria comprende i rifiuti domestici, quelli provenienti dalle attività commerciali, dagli uffici e da strutture quali scuole, uffici amministrativi, piccole attività industriali i cui rifiuti sono trattati dagli stessi impianti di smaltimento che trattano i rifiuti raccolti dai Comuni. I rifiuti domestici sono quelli prodotti all'interno delle abitazioni e comprendono anche i rifiuti ingombranti e quelli destinati alla raccolta differenziata.

differenza di definizioni vigenti, anche all'interno dell'area UE, sia a causa della disomogeneità di analisi statistica del problema.

In generale la tendenza che si osserva, su scala internazionale, è quella di un progressivo incremento della produzione, così come evidenziato nel grafico 1.

Graf. 1 - Evoluzione della produzione di rifiuti municipali nei Paesi OCDE (valori espressi in kg/abitante/anno)



Fonte: Ns. elaborazione su dati OCDE

Occorre, tuttavia, sottolineare che la definizione OCDE di rifiuto municipale comprende anche tutte le frazioni interessate dalla raccolta differenziata e quindi destinate ad essere recuperate sotto forma di materia o energia.

In effetti, gli obiettivi oggi generalmente riconosciuti, in molti Paesi dell'area OCDE, nella gestione dei rifiuti fanno riferimento sostanzialmente ai principi di:

- prevenzione nella produzione dei rifiuti, sia a livello qualitativo che quantitativo, attraverso l'adozione di "clean technologies" e l'introduzione di strumenti economici che favoriscano la diffusione di "prodotti verdi" a maggiore compatibilità ambientale e di maggiore durata;

- recupero di materia attraverso la raccolta differenziata;

- recupero di energia attraverso lo smaltimento in termoutilizzatori;

- trattamento ecocompatibile dei residui industriali;

- riduzione ad un livello accettabile, se possibile trascurabile, dei rischi, per la salute pubblica e l'ambiente, connessi con lo smaltimento.

In base a questi principi solo la frazione residuale di precedenti trattamenti e gli inerti dovrebbero essere smaltiti in discarica controllata e, quindi, complessivamente, si dovrebbe osservare una progressiva riduzione dell'impatto ambientale generato dallo smaltimento dei rifiuti.

Paesi a particolare sensibilità ambientale come l'Olanda hanno redatto un Piano di intervento nazionale in materia di ambiente con l'obiettivo di "eliminare i rifiuti". Gli obiettivi posti alla gestione sono riassunti nella tabella 4.

Tab. 4 - Obiettivi Olandesi per la gestione dei rifiuti (valori %)

	2000	2010
Prevenzione	10	8,3
Riciclaggio	66,7	66,7
Incenerimento	15	18,3
Discarica	8,3	6,7
Totale	100	100

Fonte: Ns. elaborazione su dati OCDE

Parallelamente nel Regno Unito si è posto l'obiettivo di pervenire, entro il 2000 ad un tasso di riciclaggio del 50% sia per i rifiuti domestici, che per alcuni settori dell'industria, dalla produzione dell'alluminio a quella del vetro, mentre il settore degli imballaggi dovrebbe raggiungere un livello di riciclaggio compreso tra il 50 ed il 75%.

Anche negli USA, nonostante la produzione dei rifiuti municipali sia in costante aumento, da 1,3 kg/ab/die del 1970 a 2 kg/ab/die nel 1993, il tasso di riciclaggio[8], nello stesso periodo, è triplicato raggiungendo il 22% nel 1993.

In Norvegia, un rapporto ufficiale del 1990, stima in 1,46 milioni di tonnellate la quantità totale di rifiuti organici, carta, vetro, plastica e pneumatici. Di questi, 981.000 tonnellate possono essere riciclati ed al momento della valutazione ne veniva già riciclato circa il 40%.

Nel 1990, il Consiglio Canadese dei Ministri dell'Ambiente (CCME) ha fissato come obiettivo una riduzione del 50% del volume dei rifiuti prodotti, rispetto al 1988, entro l'anno 2000.

In Austria, il Decreto sugli imballaggi, entrato in vigore nell'ottobre del 1993, impone un aumento progressivo della percentuale di imballaggi da recuperare, per raggiungere l'obiettivo dell'80% nel gennaio del 2000. Nel 1991 l'Austria ha utilizzato complessivamente 1,5 milioni di tonnellate di imballaggi di cui il 46% sono destinati al riciclaggio. Un aspetto degno di nota riguarda gli

[8] Compreso il compostaggio.

imballaggi in plastica, per i quali, realisticamente, si prevede anche il recupero sotto forma di energia.

Le diverse attività economiche ed industriali che hanno avuto grande sviluppo negli ultimi decenni hanno generato una serie di esternalità negative che si sono ripercosse sull'ambiente circostante, dando luogo, talvolta, a fenomeni di inquinamento di vasta portata ed in particolare a fenomeni di contaminazione del suolo sul quale insistevano tali attività.

Secondo quanto esposto all'ultima conferenza della Convenzione di Basilea[9], tenutasi nel marzo 1998, ogni anno nel mondo vengono prodotte 400 milioni di tonnellate di rifiuti pericolosi.

I Paesi dell'OCDE, dunque, sarebbero responsabili della produzione di più dell'80% dei rifiuti pericolosi mondiali (poco meno di 344 milioni di tonnellate secondo i dati OCDE pubblicati nel 1995); il rapido incremento dei quantitativi di rifiuti generati nei Paesi Europei ha portato a metà degli anni '90, solo nella Comunità Europea, la produzione ad assestarsi su valori dell'ordine di 2 miliardi di tonnellate di rifiuti industriali all'anno (Bressa, 1996), mentre l'incidenza dei vari settori economici nella produzione dei rifiuti (non pericolosi) è riportata nella tabella 5.

[9] "Convenzione di Basilea sul controllo dei movimenti transfrontalieri di rifiuti pericolosi e sul loro smaltimento" firmata nel 1989 sotto l'egida dell'UNEP - United Nation Environmental Program - (Forti, 1998). L'UNEP è stato istituito in seguito alle Direttive adottate dalla Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente umano, svoltasi a Stoccolma nel giugno del 1972 (Cordini, 1995).

Tab. 5 - Incidenza dei settori economici nella produzione di rifiuti in Europa

INCIDENZA PERCENTUALE	SETTORE DI PROVENIENZA
38,7	Miniere
36,9	Industria manifatturiera
14,5	Rifiuti municipali
6,3	Produzione energetica
3,6	Altri settori economici
100	Totale

Fonte: Ns. elaborazione su dati Primo Forum Europeo sui Rifiuti, Bruxelles 16-17/11/1997

Per dare una dimensione del problema relativamente ai Paesi dell'ex blocco socialista si consideri che, nel 1992, in Polonia sono stati prodotti circa 122 milioni di tonnellate di rifiuti industriali, la cui gestione costituisce una delle priorità nell'ambito della politica ambientale nazionale. Le dimensioni del settore industriale, l'obsolescenza delle tecnologie, la prevalenza dell'industria pesante ed estrattiva fanno del settore industriale polacco un attore di primo piano nella produzione di rifiuti ed in particolare di rifiuti pericolosi, che possono contaminare i terreni e le acque di falda.

Peraltro, assai variegata appare la situazione della produzione di rifiuti industriali e rifiuti pericolosi nei Paesi Europei, impegnati a vario titolo in politiche di tutela ambientale e caratterizzati da tassi diversi di industrializzazione.

Nel Regno Unito, all'inizio degli anni '90, si stimava che i rifiuti industriali ammontassero a circa 70 milioni di tonnellate l'anno. Una parte considerevole di tali rifiuti derivava dalle centrali elettriche (13 milioni di tonnellate) e dall'industria siderurgica (6 milioni di tonnellate), circa 50 milioni di tonnellate derivavano da altri settori

industriali quali l'alimentare, il manifatturiero, l'industria degli imballaggi. I rifiuti pericolosi che, da qualche anno, risultano in progressione hanno raggiunto, nel 1991/92, 2,9 milioni di tonnellate.

In Olanda, all'inizio degli anni '90, i rifiuti pericolosi ammontavano a poco meno di 1,2 milioni di tonnellate, mentre in Austria i rifiuti pericolosi, secondo la definizione vigente all'epoca[10], ammontavano, nei primi anni '90 a 620.000 tonnellate.

In Germania, nel 1990, sono state prodotte 241 milioni di tonnellate di rifiuti industriali, 3 milioni dei quali, nella Germania Occidentale, erano classificati come pericolosi.

In Norvegia nel 1990 venivano prodotte 3.000.000 di tonnellate di rifiuti industriali e circa 200.000 tonnellate di rifiuti pericolosi.

Negli Stati Uniti, la produzione annuale di rifiuti industriali non pericolosi si attestava, nella prima metà degli anni '90, intorno a 6 miliardi di tonnellate, mentre nello stesso periodo, la produzione di rifiuti pericolosi era pari a 276 milioni di tonnellate[11], il 90 % dei quali provenienti da soli 10 Stati.

Le differenze metodologiche di stima e la disparità nelle definizioni delle tipologie di rifiuto, rappresentano un ostacolo ad una elaborazione di tipo comparativo dei dati presentati, che rimangono, tuttavia, indubbiamente utili per delineare un quadro di insieme sulla diemensione del problema.

---

[10] Nel 1991 la definizione di rifiuto pericoloso è stata estesa a 292 categorie, comprendenti anche gli oli esausti, i rifiuti derivanti dalla produzione energetica, dalle attività manifatturiere, dagli ospedali

[11] Negli USA vengono considerati pericolosi tutti i rifiuti infiammabili, esplosivi, corrosivi o tossici. Inoltre, gli Stati Uniti sono l'unico paese OCDE per il quale quantitativi rilevanti di sostanze nelle acque reflue possono rappresentare rifiuti pericolosi. Questo approccio ostacola il confronto dei dati statistici americani con quelli degli altri Paesi.

Per quanto riguarda l'Italia, le stime ufficiali del Ministero dell'ambiente sulla produzione di rifiuti, pubblicati nelle Relazioni sullo Stato dell'ambiente, rispettivamente del 1992 e 1997, evidenziano grandi disparità dimensionali. Mentre, nel 1991, si stimava che fossero stati prodotti 97 milioni di tonnellate di rifiuti, nella Relazione pubblicata nel 1997, con dati forniti dalle Regioni e relativi agli anni 1993/94, la produzione viene calcolata in 63,6 milioni di tonnellate, con un abbattimento di oltre un terzo (34,43%) del valore precedentemente stimato. Le varie categorie concorrono alla formazione di tali valori secondo le proporzioni indicate nella tabella 6.

Tab.6 - Modificazione della composizione[12] *dei rifiuti prodotti in Italia*

TIPO DI RIFIUTO	STIMA 1991		DATI REGIONI 1993/94	
	Milioni di t	%	Milioni di t	%
RSU	20	20,6	22,7	35,7
RSAU	3,2	3,3	4,2	6,6
Ospedalieri	0,1	0,1	0,2	0,3
Inerti	46,7	48,1	14,3	22,5
RTN	3,2	3,3	2,7	4,2
RS	19,1	19,7	19,5	30,7
Fanghi di depurazione reflui urbani	3,4	3,5	=	=
Rottami di autodemolizione	1,4	1,4	=	=
TOTALE	97,1	100	63,6	100

Fonte: Ns. elaborazione su dati Ministero dell'ambiente

[12] Trattandosi di rifiuti relativi al periodo precedente l'emanazione del D.L.vo 22/97, la classificazione è quella prevista dal DPR 915/82 e successivi adeguamenti.

La voce che presenta le massime disparità, in valore assoluto, tra le due valutazioni, è quella relativa agli inerti, che avrebbero subito un abbattimento di poco inferiore al 70%. Il Ministero spiega questa differenza con gli effetti generati dal Decreto Legge, in materia di recupero dei rifiuti, introdotto nel novembre 1993, grazie al quale è stato possibile adottare procedure semplificate anche per la gestione degli inerti. In ogni caso, le variazioni evidenziate dall'incidenza percentuale delle diverse voci, sia in positivo sia in negativo, in un lasso di tempo così breve come quello esaminato, costituiscono un indice incontrovertibile della carenza informativa che affligge il settore.

In particolare, per quanto concerne il problema delle bonifiche, il rischio di una nuova contaminazione, su ampia scala, è riconducibile e fenomeni di violazione delle normative esistenti, sostanzialmente per i rifiuti di origine industriale. Una differenza di 500.000 tonnellate fra i due dati forniti per la voce RTN, che costituisce una riduzione del 15% rispetto al valore stimato nel 1991, appare difficile da giustificare anche perché si tratta di un dato in controtendenza rispetto a tutti gli atri (si eccettui il caso degli inerti di cui si è già argomentato). Appare poco credibile che, in soli 2 o 3 anni, l'industria italiana sia stata in grado di adottare clean technologies, che consentano un tale contenimento nella produzione di RTN senza, peraltro, produrre alcun beneficio sulla produzione degli altri rifiuti di origine industriale (la produzione di RS, secondo i dati forniti, sarebbe cresciuta di 400.000 tonnellate).

Nel presente contesto, i dati forniti sono assai utili perché consentono di dare concretezza alla "zona d'ombra" che, a tutt'oggi, caratterizza il settore.

Di fatto, la mancata realizzazione del cosiddetto Catasto Nazionale dei rifiuti speciali, istituito con Decreto Ministeriale il 26 aprile 1989 (e pubblicato sul Supplemento Ordinario della G.U. n. 135 del 12/6/89), ha privato gli operatori pubblici dell'opportunità di conoscere le reali dimensioni e le vie di smaltimento percorse dai rifiuti di origine industriale.

La produzione di rifiuti di origine industriale presenta dimensioni diverse nelle varie Regioni Italiane; in particolare, secondo i dati forniti dal Ministero dell'ambiente[13], in sole 7 Regioni (Piemonte, Lombardia, Veneto, Emilia Romagna, Campania, Puglia, Sardegna) si produrrebbero oltre i 2/3 dei rifiuti speciali italiani. Anche in questo caso, si pone il problema dell'affidabilità dei dati forniti, in quanto la mappa delle regioni, in cui si verificano i picchi massimi di produzione di rifiuti industriali, appare solo in parte sovrapponibile con il quadro delle regioni a prevalente vocazione industriale.

Dai dati riportati appare evidente come la difformità di approcci culturali portino ad una elaborazione delle informazioni tale da renderle difficilmente comparabili. Talvolta si incontrano difficoltà già nella formulazione di valutazioni complessive sulla produzione e sulle politiche di contenimento attuate dai singoli Paesi considerati. In

[13] Relazione sullo stato dell'ambiente, edizione 1997

effetti, soprattutto in alcuni Stati politicamente organizzati con una struttura federale, come ad esempio il Canada (dove la produzione di rifiuti pericolosi superava, già nel 1986, i 6 milioni di tonnellate), ogni Provincia elabora proprie definizioni per le varie categorie di rifiuto, mentre le informazioni relative alle quantità di rifiuti prodotti sono molto scarse a causa della limitata attenzione posta nella realizzazione di statistiche su scala nazionale.

In generale, nel reperimento dei dati anche attraverso la consultazione delle informazioni messe a disposizione da autorevoli organismi internazionali quali l'OCDE, si riscontra una scarsità di dati aggregati ed aggiornati alla seconda metà degli anni '90, che sarebbero fondamentali per la predisposizione di organiche politiche di contenimento della produzione dei rifiuti e di recupero di materia ed energia in un'ottica di sviluppo compatibile.

Lo stesso Ministero dell'ambiente italiano, nella Relazione sullo Stato dell'ambiente del 1997, sottolinea come "*permangano difficoltà di reperire stime affidabili e convalidate per i rifiuti generati dalle attività industriali*".

Nel presentare i dati riportati nelle pagine precedenti, quando non è stato possibile elaborare valutazioni comparative, ci si è posti, quindi, l'obiettivo prioritario di reperire dati che, anche presi singolarmente, fossero significativi e rappresentativi della realtà da cui provengono. Si ritiene che questa scelta abbia consentito di tracciare delle linee guida che servissero per individuare le dimensioni, del campo di indagine in cui si va ad inserire il presente lavoro di ricerca, e le problematiche che da esse discendono.

La fluidità della situazione rappresenta, a nostro avviso, il risultato della modificazione di approccio culturale nei confronti dell'ambiente, la cui centralità nelle politiche di sviluppo nazionale è stata riconosciuta in tutta la sua portata in tempi recentissimi. Di fatto, i vari Paesi dell'area più industrializzata si stanno muovendo solo ora nella direzione di un monitoraggio puntuale dell'impatto ambientale prodotto dagli input (materie prime) e dagli output (rifiuti) connessi con gli attuali standard produttivi e di stile di vita.

Il quadro dei dati aggregati, per alcuni Paesi Europei, relativamente alle diverse tipologie di trattamento dei rifiuti urbani, fanno emergere, sostanzialmente, ancora una prevalenza nell'impiego delle discariche come impianti di smaltimento.

Tab. 7 - Trattamento dei rifiuti urbani

STATO	RICICLAGGIO	COMPOSTAGGIO	INCENERIMENTO	DISCARICA
Austria	23	15	14	48
Belgio	21	2	38	39
Germania	23	5	17	51
Danimarca	9	-	79	12
Spagna	1	11	5	83
Francia	-	7	46	47
Finlandia	30	3	2	65
Grecia	7	-	-	93
Irlanda	8	-	-	92
Italia	-	-	6	94
Lussemburgo	26	3	43	28
Olanda	28	18	31	23
Portogallo	-	12	-	88
Svezia	16	3	42	39
Regno Unito	6	1	6	88

Fonte: Primo Forum Europeo sui Rifiuti, Bruxelles 16-17/11/1997

Sui 15 Paesi, esaminati nella tabella 7, 10 smaltiscono in discarica almeno il 47% dei propri rifiuti urbani e di questi 10, ben 6 ne smaltiscono in discarica oltre l'80%. Dei rimanenti 5 Paesi, 2 ricorrono allo smaltimento in discarica per una quantità di rifiuti urbani che sfiora il 40%. Solo la Danimarca, con il 79% dei rifiuti urbani destinati all'incenerimento, seguita da Olanda e Lussemburgo, sembra avere imboccato decisamente una via diversa.

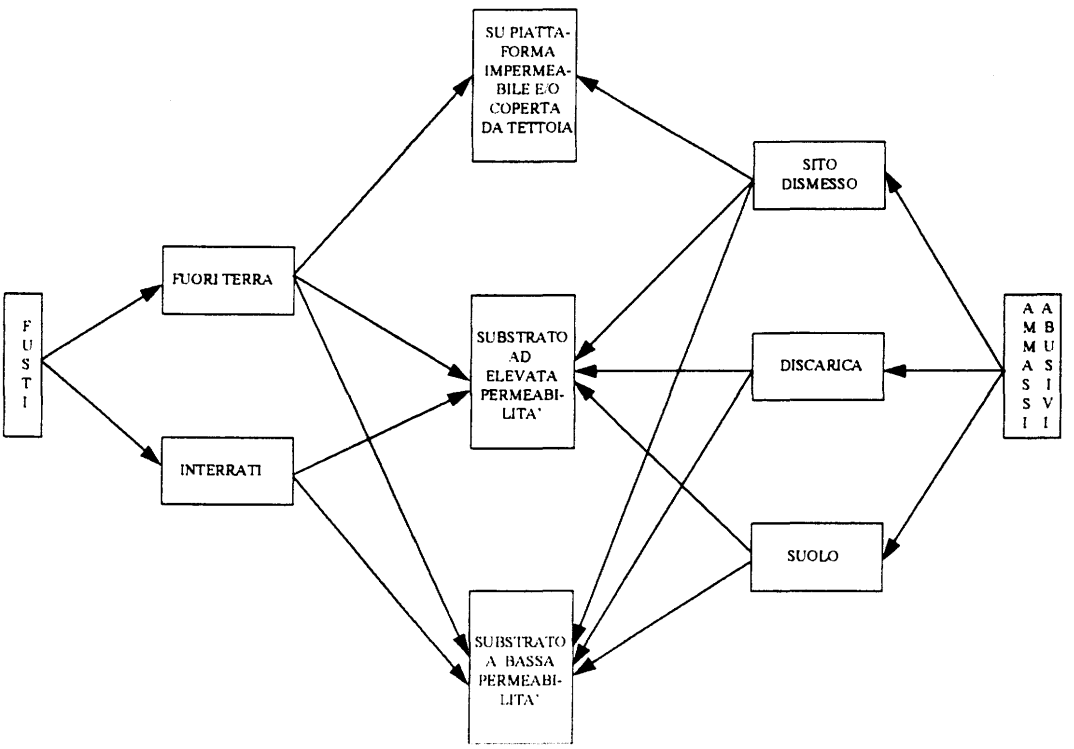
L'incremento quantitativo e la modificazione qualitativa della composizione merceologica dei rifiuti, dunque, si scontrano con una gestione della fase dello smaltimento sostanzialmente ancorata ad una metodologia datata come quella della discarica.

Se, da un lato, occorre riconoscere che la discarica è destinata a rimanere attiva, almeno per lo smaltimento delle frazioni che residuano dai processi di trattamento, d'altro canto, diventa sempre più urgente abbandonare il concetto di discarica come recettore del rifiuto tal quale. Il conferimento di rifiuti non trattati, infatti, oltre a ridurre la vita utile della discarica, genera la necessità di un monitoraggio ambientale post-mortem cui sono connessi elevati costi per tempi molto lunghi.

1.3 - PATOLOGIE DELLO SMALTIMENTO

Gli ammassi abusivi, in senso lato, così come i rifiuti in generale, rappresentano una realtà la cui caratteristica principale è l'eterogeneità. Inoltre, come schematizzato nel grafico 2, esiste una molteplicità di modalità di abbandono: i rifiuti possono essere abbandonati rinchiusi in fusti ed eventualmente interrati o sversati direttamente sul suolo in discariche abusive o in aree industriali dismesse. Il terreno con cui vengono a contatto può, a sua volta, risultare a bassa o ad alta permeabilità, in altri casi si può trattare di piattaforme impermeabili, alternativamente scoperte o coperte.

Graf. 2 - Principali tipologie di possibili siti contaminati.



A parità di condizioni di conservazione dei fusti, risulteranno maggiormente a rischio le situazioni in cui detti fusti siano interrati, in quanto più difficilmente ispezionabili nel tempo e movimentabili, in caso di bonifica.

Analogamente, gli ammassi abusivi possono essere rinvenuti all'interno delle aree edificate (segnatamente aree industriali dismesse) parzialmente o totalmente pavimentate e quindi non a diretto contatto con le matrici ambientali, oppure direttamente a contatto con suolo o corpi idrici, con conseguente aumento di rischio di diffusione degli inquinanti.

In generale, i contaminanti presenti nei suoli possono essere in forma solida, liquida o gassosa. I più comuni contaminanti del suolo sono costituiti da metalli pesanti e loro composti, prodotti chimici organici, oli e frazioni pesanti della distillazione del petrolio, pesticidi, esplosivi e gas tossici, materiali radioattivi, amianto, ecc. L'inquinamento del suolo può derivare sia dalla deposizione impropria di materiali sia dal percolamento susseguente al trattamento o allo smaltimento di rifiuti, effettuato in assenza di adeguati presidi di impermeabilizzazione.

La contaminazione derivante da queste sorgenti, viene spesso rilevata dopo periodi relativamente lunghi, durante i quali, spesso l'inquinamento si è diffuso su di una vasta area circostante la sorgente ed ha potuto raggiungere sia falde destinate ad uso idropotabile sia terreni destinati alla produzione agroalimentare, con conseguenti ripercussioni sulla catena alimentare.

I siti a potenziale rischio ambientale possono schematicamente essere riassunti nelle seguenti categorie:

1 - discariche "incontrollate" (non dotate di adeguati sistemi di impermeabilizzazione);

2 - aree industriali dismesse;

3 - discariche abusive.

1 - Il primo caso comprende tutti quei siti in cui venivano conferiti i rifiuti prima dell'introduzione del DPR 915/82. Alcune erano già esaurite al momento dell'entrata in vigore della normativa, altre hanno continuato a funzionare in attesa che venissero messe a punto nuove normative tecniche e impianti di smaltimento a norma di legge. Alcune di queste *discariche* erano ubicate in vecchie cave con caratteristiche idrogeologiche e geomorfologiche tali da contenere la diffusione ed il percolamento dei contaminanti, isolando la discarica dalle falde e dall'ambiente in generale. In altri casi, tuttavia, tali fortunate coincidenze non si sono verificate. Per questi siti, inoltre, manca un'adeguata fase di post-gestione che consenta di monitorarne l'impatto ambientale dopo la conclusione dei conferimenti.

Dati relativi ad un'indagine, svolta nel 1977 dall'Ente Nazionale Cellulosa e Carta, evidenziano che, all'epoca, circa l'80% dei Comuni, per una produzione complessiva pari a poco meno dei 2/3 (62,2%) del totale nazionale, smaltiva i propri rifiuti *esclusivamente* in discarica. Oltre 1/4 dei rifiuti (26,4%) veniva smaltito in quella che era classificata come "discarica semplice". In

tal caso lo smaltimento consisteva solo nello scarico dei rifiuti in luoghi determinati, senza alcun trattamento. Occorre, peraltro, sottolineare che il restante 35,8% veniva smaltito in discariche definite "controllate" solo in quanto i rifiuti erano interrati ad intervalli di tempo prefissati[14].

Allo stato attuale, in molte Regioni dell'Italia settentrionale, la massima parte degli RSU avviati in discarica, vengono smaltiti in impianti conformi con la normativa vigente. In effetti, i casi di discariche contenenti RSU, che necessitino di importanti interventi di bonifica, si riferiscono, nella maggior parte dei casi, a siti oggetto di sversamento, in anni precedenti l'emanazione delle prime normative di settore. A riguardo, occorre sottolineare che, spesso sono stati raggiunti stadi di mineralizzazione dei materiali assai avanzati, a fronte dei quali si va riducendo via via il rischio connesso con il dilavamento dei contaminanti.

In generale, la situazione appare abbastanza variegata sul territorio nazionale e, a fronte di Regioni maggiormente attive nel campo della gestione dei rifiuti, se ne trovano altre che incontrano difficoltà nell'applicare sistemi nuovi di smaltimento.

Si consideri ad esempio che, a metà degli anni '90, nella provincia di Nuoro, numerosi erano ancora i Comuni che smaltivano i propri RSU in discariche monocomunali, non controllate, non rispondenti ai requisiti di legge e per il 50% ubicate a meno di 1 km da pozzi o

[14] Per avere un quadro complessivo dei rifiuti smaltiti in discariche all'epoca dell'indagine, ai quantitativi sopra esposti occorre, aggiungere una quota (non quantificabile in base ai dati forniti) del 22,8% di rifiuti smaltiti con "sistemi multipli" (discarica + inceneritore con o senza recupero di energia e/o compostaggio).

corsi d'acqua. Sostanzialmente nel nuorese solo il 32% dei Comuni smaltiva in modo controllato, mentre si stimava che nel Cagliaritano, ad ogni Comune facesse capo più di una discarica non controllata. Nell'isola, in generale, solo il 73% degli RSU prodotti veniva smaltito secondo le disposizioni normative vigenti.

Infine, ma non ultimo, si pone il problema della composizione dei rifiuti conferiti in tali siti, dal momento che è mancato un controllo puntuale sulle caratteristiche dei rifiuti in entrata. Tale fenomeno è peraltro, da imputarsi all'assenza di disposizioni normative in merito[15] che consentissero, all'epoca, una precisa classificazione. Considerando che numerosi sono i componenti pericolosi all'interno dei rifiuti di origine domestica, anche molte vecchie discariche per RSU risultano essere siti potenzialmente a rischio di rilascio di percolato e di contaminazione della falda. La pericolosità del rifiuto di origine domestica risulta tanto maggiore quanto minore era il livello di raccolta differenziata realizzato, relativamente alle frazioni che il DPR 915/82 definiva RUP[16].

---

[15] Prima del DPR 915/82 l'unica disposizione organica cui fare riferimento era la legge n. 36 risalente al 20 marzo 1941 che contiene la sola definizione di rifiuti solidi urbani distinti in "esterni" ed "interni" e dove questi ultimi sono individuati come "le immondizie ed, in genere, gli ordinari rifiuti dei fabbricati a qualunque uso adibiti" . Si tratta, come si vede di una definizione piuttosto ampia che, indicando come origine dei rifiuti solidi urbani *fabbricati a qualunque uso adibiti* sembra allargarsi anche a quelli che oggi definiremmo rifiuti speciali in quanto provenienti da insediamenti produttivi. A sostegno di questa tesi si veda l'art. 15 della legge in oggetto, relativo alla conservazione temporanea ed alla raccolta dei rifiuti urbani, che contiene disposizioni specifiche per i "rifiuti degli stabilimenti per la produzione, lavorazione e preparazione di sostanze alimentari".

[16] La deliberazione 27 luglio 1984, in materia di qualificazione dei rifiuti urbani come rifiuti pericolosi (così come previsto dall'art.8 del DPR 915782), stabilisce che "sono considerati pericolosi" i seguenti rifiuti urbani: batterie e pile, prodotti e relativi contenitori, etichettati con il simbolo "T" e/o "F", prodotti farmaceutici.

2 - Prima di concedere l'autorizzazione al riutilizzo di *aree dismesse* a fini produttivi o, a maggior ragione, prima di modificarne la destinazione d'uso, è indispensabile verificare la situazione dell'area stessa, onde accertarsi della eventuale presenza di ammassi di rifiuti abusivi e degli eventuali effetti che essi hanno prodotto sul sistema idrico sotterraneo.

In effetti, per anni, molte industrie hanno provveduto allo smaltimento dei propri rifiuti utilizzando il sistema fognario, se liquidi, o semplicemente interrandoli all'interno del perimetro aziendale. Talvolta detti rifiuti sono stati stoccati in fusti, talaltra semplicemente accumulati sul o nel sottosuolo ed in ogni caso abbandonati. I problemi legati a questo "smaltimento" sono tanto più gravi se si considera che si tratta molto frequentemente di rifiuti pericolosi[17].

3 - Per *discariche abusive* si intendono quelle successive alla entrata in vigore della normativa. Esse vanno dagli ammassi indifferenziati al riempimento di cave abbandonate e possono contenere ogni tipo di rifiuto, non necessariamente relazionato con la produzione industriale locale[18].

Gli ammassi indifferenziati sono sostanzialmente accumuli di rifiuti prevalentemente di origine domestica (rifiuti ingombranti) o derivante da demolizioni edilizie (inerti). Generalmente, tali

---

[17] Il D.L.vo 22/97 definisce *pericolosi* i rifiuti "non domestici precisati nell'elenco di cui all'Allegato D".

[18] V.Vaccari C.Cordoni "Caratteristiche socioeconomiche di un'area a gradiente positivo di rischio ambientale: l'Oltrepo Pavese". Pavia Economica n. 3/97 pp.49-53, a cura della CCIAA di Pavia

ammassi non generano grossi problemi di impatto ambientale, ma occorre considerare che alcuni dei rifiuti ingombranti provenienti dalle abitazioni, quali frigoriferi e freezer contenenti CFC, possono rappresentare un concreto pericolo per l'ambiente. Inoltre tra gli scarti delle demolizioni è possibile rinvenire componenti contenenti amianto, per il cui smaltimento sono previste oggi regole precise e severe[19].

[19] L.257 del 27 marzo 1992, contenente "norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto", con la quale ne viene bandito l'impiego in quanto ne è stata riconosciuta la nocività per la salute dell'uomo. L'amianto è stato utilizzato, anche in combinazione con altri materiali, come isolante in ambito idraulico ed edilizio, nei contenitori da imballaggio, nelle paratie delle carrozze ferroviarie, nell'industria automobilistica per freni e frizioni.

1.4 - DIMENSIONI DEL PROBLEMA

In Italia, l'ambito dello smaltimento abusivo ha assunto, negli ultimi anni, proporzioni preoccupanti per almeno due cause, strettamente collegate fra loro: in primo luogo, per i costi connessi con lo smaltimento legale di determinati rifiuti pericolosi da trattare in impianti a tecnologia complessa, in secondo luogo, per la cronica carenza di impianti di trattamento adeguati alle esigenze dell'industria locale. Talvolta, dunque, le industrie si vedono costrette a smaltire i propri rifiuti a centinaia di chilometri di distanza dal luogo in cui sono stati prodotti, se non addirittura all'estero. Naturalmente poiché i costi connessi con queste operazioni, rischiano di porre fuori mercato le industrie stesse, viene favorito lo smaltimento abusivo.

Il problema dei siti contaminati presenta uno spiccato carattere interdisciplinare e, la sua risoluzione, coinvolge competenze di natura diversa:

- **ambientale**, per valutare i rischi di contaminazione di suolo, sottosuolo, acque sotterranee e superficiali, atmosfera e, successivamente, per pianificare e realizzare gli interventi di risanamento;
- **tecnologica**, per una scelta delle tecniche di indagine e di risanamento più idonee e per la definizione dei parametri di processo;
- **giuridica,** per la definizione delle competenze e delle responsabilità, nonchè per l'assunzione a livello legislativo di standard di qualità dei terreni;

- ***economica,*** *poichè gli interventi di risanamento possono risultare estremamente costosi e, pertanto, richiedono un'attenta pianificazione e la definizione di criteri di priorità* (Egidi, Vannini, 1995).

A quest'ultimo riguardo, si ritiene opportuno introdurre alcune precisazioni riguardo le cifre, riportate nelle pagine seguenti e relative ai costi connessi con le attività di recupero del territorio. I valori, espressi originariamente nelle valute dei vari Paesi considerati, rappresentavano un elemento di non facile lettura, quindi si è posta la questione di quale tipo di elaborazione realizzare per migliorarne la leggibilità. Visto che i Paesi considerati fanno riferimento a diverse aree economiche, si è optato per la conversione in dollari statunitensi, a valuta costante, cioè utilizzando come tasso di cambio, quello medio rilevato nel periodo di elaborazione dei dati (si veda per maggiore dettaglio la tabella 8). Pertanto, i dati ottenuti concorrono a formare un quadro che, nel suo complesso, definisce l'ordine di grandezza del problema senza peraltro pretendere di avere rilevanza di carattere strettamente finanziario.

Tab. 8 - Cambi valutari espressi in dollari statunitensi

Anni	ECU	Fiorino (Olanda)	Dollaro Canadese	Corona Norvegese	1.000 £ (Italia)	£ Sterlina (Regno Unito)	Marco Tedesco
1992				0,162			0,635
1993	0,85					1,28	
1994		0,57			0,607		
1995	0,77		0,715				

Fonte: OCDE, Banca d'Italia

Con particolare riferimento al caso italiano, il lungo periodo di vacanza legislativa che ha caratterizzato il settore dello smaltimento dei rifiuti, fino ai primi anni '80, ha lasciato in eredità notevoli problemi connessi con il recupero ambientale. Infatti, generalmente, la fase terminale dello smaltimento dei rifiuti, si è realizzata, durante tutto questo periodo, attraverso il frequente sversamento incontrollato di ogni genere di rifiuto nei siti più disparati, dalle vecchie cave, alle aree abbandonate, fino alle rive dei corsi d'acqua superficiali.

I siti contaminati, o sospetti tali, si contano a centinaia nella sola Lombardia ed è stato stimato[20] che i siti sospetti (discariche ed insediamenti industriali dismessi), in Italia, siano dell'ordine di almeno 20-30.000. Considerando le sole aree industriali dismesse, si stima[21] che circa il 70% dei costi che l'Italia dovrebbe sostenere per il risanamento sia concentrato nel triangolo industriale Lombardia-Piemonte-Liguria. Diversissimi sono i contesti in cui sono ubicati e diversi e notevoli sono i costi da sostenere per riportare i siti stessi ad un livello compatibile con l'ambiente in cui sono inseriti. Il primo grave problema, quindi, è quello di disporre di una lista di priorità[22] negli interventi di bonifica da porre in essere, in considerazione sia del contenimento del rischio ambientale, sia delle rilevanti risorse finanziarie richieste.

---

[20] Ambiente Italia (a cura di) "Il risanamento delle aree contaminate", F. Angeli Ed., Milano 1991

[21] Ambiente Italia (a cura di) "Il risanamento delle aree contaminate - Manuale per le bonifiche", Franco Angeli Ed., Milano 1991

[22] "Priority List of Site" v. Thomas C. Voltaggio "A model of hazardous waste cleanup program for the Italian Ministry of the Environment" in L. Moroselli (a cura di) *Siti contaminati*, Clueb Ed., Bologna 1994

Attualmente, in Italia, i più recenti e più gravi episodi di contaminazione sono, nella maggior parte dei casi legati ad aree industriali dismesse dove sono stati sversati, stoccati o abbandonati rifiuti prevalentemente di origine industriale. In alcuni casi si tratta di una gestione, in violazione alle normative esistenti, di rifiuti di produzione, in altri casi si tratta delle conseguenze di una scelta deliberata di individui che, sotto un'attività di facciata, hanno fatto dello smaltimento abusivo il proprio business aziendale. In quest'ultimo caso risulta di fatto impossibile l'applicazione del principio inquinatore-pagatore poiché il responsabile agisce in modo da risultare irreperibile. Inoltre, nella fase di valutazione del sito, diventa assai arduo reperire a priori dati sui rifiuti presenti, altamente eterogenei in quanto derivanti da una molteplicità di cicli industriali diversi.

Negli ultimi dieci anni sono stati fatti molti tentativi per schedare i terreni contaminati nell'Unione Europea, tuttavia, ancora nel 1993, i dati a disposizione mettevano in evidenza più che altro una sostanziale carenza informativa[23] ed una disomogeneità nella definizione dei siti contaminati (in molti Paesi per siti contaminati si intendono le sole discariche abusive). In alcuni casi le statistiche si riferiscono al numero di siti contaminati, in altri all'estensione complessiva dei terreni sospetti tali. Ciononostante, si stima che il

[23] Attualmente pochi dati statistici vengono comunicati su base volontaria all'Ufficio Statistiche della Comunità Europea tramite un questionario biennale. Si tratta di dati non armonizzati fra loro che evidenziano rilevanti differenze tra un Paese e l'altro a livello sia di aspetti trattati, sia di dettaglio, sia del grado di affidabilità (Primo Forum Europeo sui Rifiuti, Bruxelles 16-17/11/1997)

problema abbia già assunto dimensioni tali (considerando la sola Europa Occidentale) da far prevedere costi di recupero per un ammontare che supera i 77 miliardi di $USA[24] (Stanners et al., 1995). Ci si aspetta, inoltre, che la situazione nell'Europa Orientale sia almeno altrettanto compromessa, segnatamente per quanto riguarda le aree industriali.

"I Paesi socialisti, prima delle radicali trasformazioni costituzionali, conseguenti alla caduta dei regimi comunisti avevano adottato norme di principio e disposizioni legali che, almeno sul piano formale, erano dirette alla salvaguardia dell'ambiente. Alle affermazioni di principio, enunciate dalle Costituzioni di questi Paesi, non ha quasi mai corrisposto, nell'esperienza giuridica, un concreto indirizzo politico volto a realizzare l'effettiva protezione dei beni e degli interessi ambientali. Le esigenze della produzione industriale, considerate assolutamente preminenti dai regimi comunisti, hanno giustificato deroghe ed eccezioni. Le politiche di sviluppo impostate nei Piani Economici non tenevano in alcun conto la salvaguardia dell'ambiente"(Cordini, 1995).

Una stima del 1987 quantificava in 120.000-150.000 i siti sospetti nella sola Comunità Europea[25], per un totale di oltre un milardo di metri cubi di rifiuti e di terreni contaminati (Egidi, Vannini, 1995).

---

[24] Si veda a riguardo la tabella 8.

[25] Si osservi che all'epoca la Comunità Europea contava solo 12 Stati membri: Germania, Belgio, Francia, Italia, Lussemburgo, Olanda, Danimarca, Irlanda, Regno Unito, Grecia, Spagna e Portogallo.

Secondo uno studio del 1992 su 200.000 ettari di aree industriali dismesse in Europa, circa il 25% derivano dall'industria siderurgica e di questi più del 90% erano concentrati in cinque soli Paesi (Belgio, Francia, Germania, Spagna, Regno Unito) (Stanners et al., 1995).

In **Olanda** la scoperta di siti inquinati in una zona residenziale di Lekkerkerk ha acuito la sensibilità popolare relativamente al problema delle aree contaminate. Secondo un primo elenco, si stima che circa il 20% delle aree industriali (dismesse e non) siano a rischio di grave inquinamento. Nel 1989, su un totale di 650.000 aree industriali esaminate, 110.000 presentavano un rischio potenziale di contaminazione. Nel 1992 erano già stati realizzati un migliaio di interventi di bonifica.

In **Francia,** nonostante le misure di prevenzione sviluppate negli ultimi venti anni esistono ancora vecchie discariche di rifiuti domestici o industriali che presentano rischi per le acque sotterranee[26]. Inoltre, possono risultare contaminati i terreni delle aree industriali, dismesse e non, e le aree circostanti particolari categorie di impianti, interessate dalla deposizione, talvolta di durata decennale, di inquinanti emessi in atmosfera.

Dal momento che la maggior parte dei siti potenzialmente contaminati sono da ricondurre ad attività svolte in anni in cui non si prendevano in considerazione i rischi ambientali, nella maggior parte

[26] Secondo informazioni dell'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie), fornite nel corso di un incontro svoltosi a Lione nella primavera del 1995, sul problema delle discariche abusive, in alcuni casi le vecchie discariche di rifiuti urbani, non in regola con l'attuale legislazione, risultano ancora in uso, anche in aree ad elevata concentrazione antropica, come nel caso della città di Marsiglia.

dei casi, nemmeno le popolazioni che vivono nell'area considerano che ad essi possa essere connesso un rischio ambientale. Si è, dunque, avviata una ricerca sistematica dei siti potenzialmente contaminati e, nel 1994, è stato pubblicato un censimento dei siti contaminati noti[27], che evidenzia la presenza di 669 siti distribuiti in 24 Dipartimenti. Si tratta, tuttavia, di una distribuzione geografica assolutamente non omogenea in quanto, poco meno del 70% (455) dei siti sono ubicati in 7 soli dipartimenti[28], mentre altri 9 fra dipartimenti, domini e territori d'oltre mare[29] non è noto alcun sito contaminato (Ministère de l'Environnement).

Tale risultato, unitamente al basso numero di siti contaminati, rispetto a quanto evidenziato dagli altri Paesi europei considerati, anche di dimensioni molto minori, si traduce, a nostro avviso, nella necessità di realizzare un accurato approfondimento delle ricerche.

In effetti, secondo altre stime, già nel 1985 si calcolavano in poco meno di 2.400 i siti sospetti, comprendendo fra questi discariche, aree industriali e minerarie, dismesse e non (Egidi, Vannini, 1995).

In Francia la situazione risulta tuttora molto fluida poiché esiste il rischio che il numero di discariche abusive continui ad aumentare dal momento che, di tutti i rifiuti industriali, solo il 70-80% viene

---

[27] Aree che avevano già evidenziato problemi di inquinamento, soprattutto delle acque, o che erano state scoperte casualmente all'interno di aree industriali dismesse, in occasioni di lavori di ripristino delle aree stesse.

[28] Alsazia (48 siti), Aquitania (36 siti), Alta Normandia (46 siti), Ile-de-France (77 siti), Lorena (49 siti), Nord-Pas-de-Calais (109 siti), Rhône-Alpes (90 siti).

[29] Corsica del Sud, Finistère, Gers, Mayotte, Lot, Lozère, Puy de Dôme, Pyrenées-Orientales e Saint-Pierre-et-Miquelon.

incenerito o collocato in discariche controllate, del restante 20-30 % non si conosce il destino[30].

Nel **Regno Unito**, la maggior parte dei siti contaminati si sono formati negli anni in cui non si prestava alcuna attenzione alle problematiche ambientali: si tratta di discariche, aree industriali e miniere. A metà degli anni '90 stime ufficiali valutavano in 100.000-200.000 ettari la superficie complessiva di terre contaminate. L'obiettivo dell'autorità competente è quello intervenire affinché a detti terreni possa essere restituita la destinazione d'uso iniziale o quella prevista dai piani di sviluppo dell'area, curando, inoltre, che detti siti non generino rischi per la salute dell'uomo e per l'ambiente.

Nella **Germania** Occidentale, all'inizio del 1989 si stimava un numero di siti contaminati pari a circa 50.000, di cui l'80% era costituito da vecchie discariche, mentre secondo dati del 1991, nei nuovi Länder sono presenti almeno 47.000 siti contaminati. Tuttavia, previsioni fatte nel 1993, lasciavano prevedere la possibilità che il numero di questi siti fosse destinato addirittura a raddoppiare, fino a raggiungere il numero di 200.000 per la Germania nel suo complesso. Se venisse verificata una previsione di queste dimensioni, il costo complessivo per l'identificazione e la valutazione dei siti e per le azioni di correzione potrebbe comportare una spesa prossima ai 254 miliardi di $USA[31] (OCDE, 1993).

---

[30] Informazioni dell'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie), fornite nel corso di un incontro svoltosi a Lione nella primavera del 1995, sul problema delle discariche abusive.

[31] Si veda a riguardo la tabella 8.

Si calcola che più del 40 % del totale delle terre dell'ex-Germania dell'Est risulti degradato sia a causa dell'attività agricola intensiva e dell'utilizzo dei fanghi di depurazione delle acque reflue, sia a causa di sorgenti di inquinamento di carattere industriale con l'apporto di metalli pesanti e diossina sul suolo. La natura non assorbente del suolo aumenta la probabilità di propagazione della contaminazione rendendone vieppiù difficile la valutazione. I rifiuti industriali, di cui, secondo gli ultimi dati disponibili del 1993, non esistono ancora stime quantitative, venivano in genere eliminati sul posto e sottoposti spesso a controlli inadeguati se non inesistenti.

Si stima che nell'ex-Germania dell'Est 70.000 ettari di terreno legati all'industria estrattiva della lignite siano stati abbandonati (Stanners et al., 1995).

Infine, si consideri che sulle 11.000 discariche di rifiuti municipali esistenti nei nuovi Länder, ben poche rispondono agli standard qualitativi richiesti nella legislazione di settore, della Germania Occidentale.

Un altro esempio della situazione creatasi nei Paesi dell'Est Europa è dato dalla **Polonia**, dove, in mancanza di una classificazione precisa, si rileva una grave carenza di informazione sui siti nei quali sono stati stoccati i rifiuti pericolosi. Inoltre, si stima che solo circa un terzo delle discariche che contengono rifiuti pericolosi siano dotate di adeguati presidi per evitare la percolazione dei contaminanti presenti. Per i rifiuti pericolosi non esistono impianti di incenerimento e gli impianti di trattamento chimico-fisico sono in diminuzione.

La produzione di rifiuti industriali, in assenza di politiche di controllo sullo smaltimento, si traduce tuttora nella formazione di sversamenti abusivi. Sono stati censiti un certo numero di siti che necessitano di operazioni di monitoraggio o confinamento per contenere il rischio connesso con la diffusione della contaminazione, tuttavia non esistono informazioni sufficienti sulla situazione dei siti contaminati. Si stima che lo 0,5% del territorio nazionale sia pesantemente contaminato o almeno degradato (OCDE, 1995) e considerando che la Polonia si estende su di un territorio di 312.685 km^2, si tratta di un complesso di aree pari a oltre 1.500 km^2. I siti contaminati da composti chimici, legati a vecchi aeroporti o installazioni militari sovietiche, rappresentano un rischio per le falde ancora più grave se si considera che il Paese, per l'approvvigionamento idrico, dipende interamente dalle proprie risorse sotterranee.

In **Norvegia**, nel 1987, la SFT (Autorità nazionale per la lotta contro l'inquinamento) ha avviato un censimento delle discariche di rifiuti pericolosi, sia esaurite che in funzione. Nel giugno del 1992 su 2.699 siti censiti, 747 non necessitavano di alcun intervento mentre i restanti 1.949 erano così suddivisi:

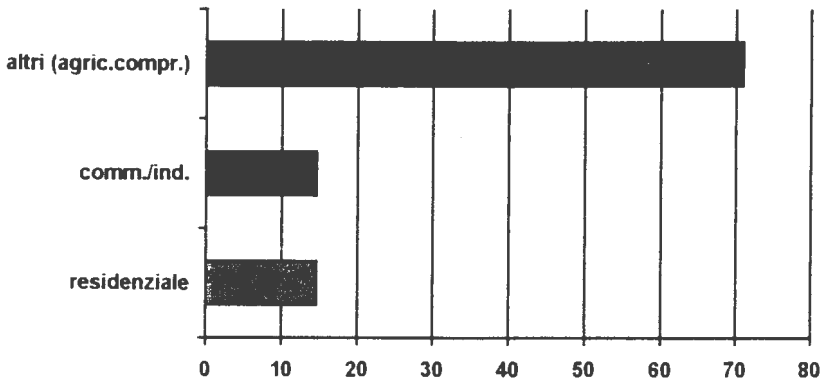
- 76 richiedevano urgentemente ulteriori indagini o interventi di bonifica;
- 532 necessitavano di indagini aggiuntive;
- 1.341 avrebbero dovuto essere ulteriormente indagati, qualora fosse stata variata la destinazione d'uso del suolo.

Si stima che, complessivamente, siano 450 i siti nei quali occorre intervenire con diverse tipologie di azioni di risanamento. I siti a maggior rischio sono grandi discariche di rifiuti industriali situate lungo la costa e le acque superficiali rappresentano la matrice ambientale contaminata con maggiore frequenza.

Anche nel caso della Norvegia rimane aperto il rischio di rinvenire sempre nuovi casi di sversamenti impropri. Infatti, non si conosce esattamente la produzione totale di rifiuti pericolosi, che nel 1990 si stimava si avvicinasse alle 200.000 tonnellate/anno, di cui 90.000 tonnellate trattate direttamente sul posto dai produttori stessi. Delle restanti 110.000 tonnellate si stimava che solo il 79% fosse smaltito in impianti autorizzati, mentre ancora nel 1992 non si sapeva quale fosse il destino delle restanti 23.000 tonnellate.

In **Danimarca**, l'elenco dei siti contaminati, redatto dal Danish Environment Protection Agency evidenzia che la maggior parte dei siti contaminati sono ex-discariche di rifiuti e circa il 15% di queste aree sono utilizzate a scopo residenziale (si veda a riguardo il grafico 3).

Graf. 3 - Impiego delle aree contaminate in Danimarca (valori percentuali)



Fonte: Nostra elaborazione su dati European Environment Agency,1995

L'analisi dei percolati evidenzia prevalentemente la presenza di sostanze organiche, metalli pesanti, solventi, solventi organici clorurati, oli e fondami da trattamento dei petroli.

Dal 1982 al 1992, sono stati inseriti nell'elenco 2.547 siti e basandosi su di un'elaborazione delle attività legate alla redazione di detto elenco, si stima che in Danimarca potrebbero trovarsi circa 11.000 siti contaminati.

Prima della fine del 1993, sono stati spesi 80,75 milioni di $USA[32] per la registrazione di siti contaminati, per l'attuazione di misure di contenimento della diffusione dei contaminanti e per le attività di bonifica. Il costo complessivo per la bonifica dei siti dovrebbe aggirarsi intorno ai 2,55 miliardi di $USA.

Spostandosi, poi, oltre Oceano, in **Canada,** nel 1989, si stimava che 10.000 siti potevano risultare contaminati ed, in particolare, dal 1993 le Provincie si sono concentrate su 4.800 siti suscettibili di costituire una minaccia per l'ambiente circostante.

Negli **USA**, la maggior parte dei siti "Superfund" contengono diverse categorie di sostanze organiche e inorganiche potenzialmente pericolose. Alcuni di questi siti sono discariche municipali dove sono stati sversati solventi, pesticidi, medicinali scaduti ed altri prodotti chimici; altri siti sono da ricondurre a scarichi accidentali o conseguenti ad incidenti industriali. Nel 1996 erano stati esaminati circa 38.000 siti, 25.000 di questi sono stati esclusi in quanto non necessitavano di alcun intervento di bonifica, mentre più di 1.300

[32] Si veda a riguardo la tabella 8.

sono stati inseriti nella lista di priorità prevista dalla CERCLA[33]. Di questi ultimi più di 300 sono stati bonificati.

Il problema del dimensionamento delle aree inquinate è tanto più complesso se si considera che l'espansione delle aree urbane, in particolare nei Paesi o nelle aree ad elevata densità abitativa, ha spesso comportato la trasformazione delle aree industriali dismesse periferiche, in zone residenziali, senza che, di fatto, rimanesse una traccia della precedente destinazione d'uso, da poter utilizzare per un eventuale monitoraggio dello stato del suolo.

[33] Legge quadro sugli interventi, l'indennizzazione e le responsabilità in materia di ambiente.

1.5 - ASPETTI ECONOMICO-FINANZIARI DELLE BONIFICHE

In linea di principio, i costi connessi con la bonifica di un sito contaminato dovrebbero essere sostenuti dal soggetto che ha generato tale situazione, secondo il principio "chi inquina, paga". Tuttavia, nella realtà dei fatti, è assai raro che si riesca a risalire all'autore degli sversamenti abusivi e, anche quando questa eventualità si verifichi, non è detto che il soggetto sia economicamente in grado di far fronte alle operazioni di ripristino ambientale. In tali casi, in Italia, sono gli Enti locali (o in caso di emergenze gravissime il Dipartimento della Protezione Civile[34]) a finanziare le ingenti spese di bonifica.

L'avvio di un organico piano di bonifica del territorio è destinato a richiedere un impiego di tempo e di denaro molto considerevole, quindi, per far fronte alle esigenze economiche occorrerà agire su più fronti:

1) definire chiaramente i quadri di responsabilità ed i meccanismi di finanziamento

A riguardo bisogna sottolineare alcuni aspetti di problematicità legati al sostenimento delle spese connesse con la bonifica. Innanzi tutto, frequentissimo è il caso di aree industriali dismesse i cui conduttori sono stati oggetti di fallimento e quindi insolvibili per le attività di disinquinamento. Relativamente agli ammassi abusivi ed agli sversamenti impropri sul suolo, in generale, per le

[34] Ambiente Italia (a cura di) "Il risanamento delle aree contaminate", F. Angeli Ed., Milano 1991

caratteristiche intrinseche di formazione dei siti risulta, di fatto, impossibile risalire al responsabile dello smaltimento.

Nel caso dell'Italia occorre non trascurare la vacanza legislativa che ha caratterizzato il settore, almeno a livello nazionale, fino al DPR 915/82 ed alla relativa Deliberazione attuativa del 27/07/84. Tutti gli ammassi di rifiuti, formatisi nei decenni precedenti l'emanazione della legge, non possono, a rigore di termini, essere definiti abusivi in quanto, di fatto, generatisi in assenza di disposizioni normative specifiche a riguardo. Abusivo dovrebbe essere qualificato un atto (in senso lato) che si compie in violazione della normativa vigente, quindi, in assenza di normazione, diventa pressoché impossibile caratterizzare l'abuso stesso e a maggior ragione diventa difficile contemplare la perseguibilità dei soggetti che questo presunto abuso avrebbero compiuto. In effetti, l'art. 25, 2° comma della Costituzione Italiana vieta la retroattività della norma in materia penale (Torrente, Schlesinger, 1985).

Bisogna, poi, considerare il carattere dell'inquinamento che, in funzione delle caratteristiche idrogeologiche del sito, della mobilità dei contaminanti, della prossimità della falda, della presenza di venti dominanti, è suscettibile di diffondersi su di un'area abbastanza vasta da coinvolgere terreni afferenti a diversi soggetti privati.

In ogni caso occorre riflettere sulle dimensioni dell'inquinamento per la bonifica del quale può essere necessario un investimento di proporzioni tali da non poter essere sostenuto da un soggetto privato senza il contributo della società (e quindi dell'Ente

pubblico). In effetti, la continua ricerca di strumenti economici, finalizzati ad internalizzare ai cicli produttivi il costo dell'impatto ambientale generato dalle emissioni (solide, liquide e gassose), deriva proprio dal fatto che "le esperienze di danno ambientale che si sono avute finora hanno mostrato che in alcuni casi gli incidenti possono raggiungere proporzioni tragiche. In questi casi diviene anche difficoltoso provvedere alla copertura effettiva degli indennizzi." (Cellerino, 1993).

2) ***Definire gli obiettivi della bonifica***, attraverso uno strumento adeguato ad individuare le priorità d'intervento, dal momento che, nella quasi totalità dei casi, i siti da bonificare sono troppo numerosi rispetto alle risorse economiche disponibili. Proprio per ottimizzare queste risorse scarse, è prioritario disporre di linee guida che consentano di definire fino a che livello spingere l'intervento di bonifica, anche in funzione della destinazione d'uso del suolo stesso e delle specifiche caratteristiche fisico-chimiche e geomorfologiche.

3) ***Definire strategie che consentano di ridurre il rischio*** per la salute e per l'ambiente adottando la migliore tecnologia disponibile che sia anche economicamente compatibile: a fronte della vastità del problema della bonifica dei siti contaminati, emerge prepotentemente la necessità di stabilire delle priorità in funzione dei rischi per la salute e per l'ambiente, confrontando anche i vantaggi rispettivi della bonifica e di altri programmi antinquinamento (OCDE, 1996). Già il 28 giugno 1984, il Consiglio delle Comunità Europee aveva adottato una Direttiva

finalizzata alla prevenzione ed alla riduzione dell'inquinamento atmosferico, basata sul concetto di *best available technology that does not entail excessive cost* (migliore tecnologia disponibile a costi sostenibili), mentre in un documento tecnico del 1989 (relativo ai forni di incenerimento) il Directorate General for Environmental and Nuclear Safety and Civil Protection della Commissione delle Comunità Europee definisce come Best Available Technology (BAT) la tecnologia (o il complesso di tecnologie) che l'esperienza operativa ha sufficientemente dimostrato, tra quelle commercialmente disponibili ed economicamente sostenibili, essere in grado di minimizzare le emissioni in atmosfera (Pitea et al., 1998).

Nel definire gli obiettivi assegnati alle attività di gestione dei rifiuti[35] nella principale legge federale statunitense in materia, detta RCRA (legge sulla conservazione e la ricostituzione delle risorse) emanata nel 1976, si sottolinea la necessità di perseguire risultati economicamente compatibili (OCDE, 1996).

[35] Gli obiettivi sono: I) favorire la riduzione, il riutilizzo ed il riciclaggio dei rifiuti; II) assicurare una gestione dei rifiuti pericolosi che salvaguardi la salute dell'uomo e dell'ambiente; III) ridurre al minimo il pericolo connesso con i rifiuti.

1.6 - DIVERSE RISPOSTE NAZIONALI

In **Germania** sono i nuovi Länder quelli sui quali è destinata a gravare in misura maggiore la spesa per la bonifica dei siti contaminati, anche se recenti valutazioni consentono di ipotizzare che, in generale, il suolo sia meno contaminato di quanto non lo fosse quello della regione della Rhur nella Germania Occidentale degli anni '60. Ciononostante, il costo stimato di bonifica dei siti è caratterizzato da una grande incertezza: a causa dell'assenza di informazioni dettagliate sullo stato reale dei siti, sulla loro destinazione d'uso e sui livelli di bonifica da raggiungere, le stime vanno da 1,9 a 44,4 miliardi di $USA, fino a superare i 63,5 miliardi di $USA[36].

Tale situazione è suscettibile di gravi ripercussioni sullo sviluppo dell'economia locale in quanto costituisce un fattore disincentivante degli investimenti nella zona e per cercare di porre rimedio a questa situazione, il Governo Federale ha creato fondi speciali per la bonifica dei siti venduti a privati, nell'ambito della privatizzazione avviata da *Treuhandstalt*[37]. In quest'ottica, Treuhandstalt può esonerare i nuovi investitori da ogni responsabilità per la pregressa contaminazione del sito, chiedendo agli stessi solo un contributo economico di ammontare pari al 10% del costo complessivo della bonifica, che sarà finanziata, per la parte rimanente,

[36] Si veda a riguardo la tabella 8.

[37] Treuhandstalt è l'Ente Governativo incaricato di privatizzare le imprese e le proprietà dello Stato nell'ex-Germania dell'Est. Treuhandstalt svolge un ruolo essenziale nel ripristino della qualità ambientale dal momento che detiene circa la metà delle terre dei Länder orientali, di cui il 40% sono terre agricole o forestali ed il 10% aree industriali. La maggior parte di queste ultime è stata contaminata dalle attività del passato. (OCDE, 1993)

da Treuhandstalt e dal Land interessato, rispettivamente nella misura del 60 e del 40%. In particolare per le bonifiche di grandi dimensioni il contributo di Treuhandstalt sale fino al 75% (OCDE 1993).

Di fatto, tuttavia, le incertezze sulle responsabilità che sono alla base delle situazioni di degrado esistenti rallentano il processo di privatizzazione e pongono gravi questioni sulla loro futura destinazione d'uso.

In **Francia,** per il finanziamento dei lavori di bonifica normalmente vige il principio "chi inquina paga", tuttavia spesso non si riesce a risalire al soggetto responsabile dell'inquinamento o lo stesso risulta insolvente. A questo proposito è stato creato un fondo dai grossi industriali che si sono associati, per sovvenzionare la bonifica dei siti. Dal febbraio 1995 anche l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énérgie) può finanziare i lavori, ed in funzione dei propri mezzi si prevedeva il trattamento di 4-5 siti per anno[38].

La **Polonia,** nonostante la difficile situazione economica, ha investito risorse considerevoli nelle politiche di recupero ambientale, creando fra l'altro fondi per la protezione dell'ambiente ed attivando un sistema di tassazione ambientale, il cui gettito è destinato al finanziamento di attività di recupero ambientale.

Tuttavia, nonostante il significativo impegno, occorre mettere in conto un lungo periodo di transizione prima che la lotta all'inquinamento si assesti sui livelli dell'Europa Occidentale. In

[38] Informazioni dell'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie), fornite nel corso di un incontro svoltosi a Lione nella primavera del 1995, sul problema delle discariche abusive.

effetti, si stima (OCDE, 1995) che a tal fine sia necessario un investimento complessivo superiore a 35 miliardi di dollari, mentre nel 1992 gli investimenti destinati dalla Polonia alle politiche ambientali si aggirava intorno al miliardo di dollari.

"Nel complesso, come è stato rilevato in occasione della Conferenza pan-europea dei Ministri dell'ambiente dell'aprile 1993, la salvaguardia dell'ambiente nei Paesi dell'Est può essere assicurata soprattutto attraverso il convinto e cospicuo sostegno finanziario dell'occidente"(Cordini, 1995).

Negli **USA**, nel 1980, è stata emanata la Legge quadro sugli interventi, l'indennizzo e le responsabilità in materia di ambiente, meglio nota con l'acronimo CERCLA. La legge prevede la responsabilità finanziaria delle società responsabili di danni causati alla collettività o alle risorse ambientali e, inoltre, istituisce un fondo di garanzia federale, comunemente chiamato "Superfund", destinato a sostenere il recupero dei siti contaminati. Le parti potenzialmente responsabili sono coloro che gestiscono attualmente o hanno gestito in passato (sia in qualità di proprietari che in qualità di affittuari) l'installazione nella quale si sia verificato uno sversamento di rifiuti pericolosi, i trasportatori dei rifiuti pericolosi ed i relativi produttori. Le parti riconosciute responsabili devono procedere in modo solidale alle operazioni di bonifica.

Sulla base delle leggi RCRA e CERCLA[39], il Governo Federale Statunitense ha attribuito all'EPA (Environmental Protection Agency) la responsabilità relativa alla gestione dei rifiuti tossici ed alla bonifica

[39] Si veda a riguardo anche il paragrafo 2.2.

dei siti contaminati e, quindi, l'EPA può ricorrere al "Superfund" per finanziare la decontaminazione di determinati siti e chiedere, successivamente, il rimborso delle spese sostenute alle parti responsabili.

Il "Superfund" è gestito prevalentemente dal Governo Federale e finanziato principalmente con tasse prelevate da società aventi un imponibile annuo che supera i 2 milioni di dollari, oltre che con tasse sui prodotti chimici di base e sui prodotti petroliferi.

Tra il 1980 ed il 1992, i proprietari e/o affittuari pubblici e privati di siti individuati come contaminati, sulla base della legge CERCLA, hanno speso circa 30 miliardi di dollari. Di questa somma, approssimativamente 7,4 miliardi di dollari, sono stati finanziati da responsabili privati.

I singoli Stati possono adottare misure più restrittive rispetto a quelle imposte dalla legge federale, tuttavia, ben 46 Stati hanno optato per regole in linea con quelle federali. Gli Stati partecipano per il 10% al finanziamento di alcune azioni di recupero avviate nel quadro delle disposizioni CERCLA. Molti Stati gestiscono, inoltre, propri programmi per il recupero di particolari siti contaminati, che non figurino nell'elenco federale delle bonifiche.

Si stanno facendo molti sforzi per raggiungere l'obiettivo di identificazione e risanamento dei siti contaminati fissato dalla legge CERCLA e si stima che le misure di intervento costeranno 135 miliardi di dollari tra il 1990 ed il 2020. La maggior parte di questa somma sarà impiegata per la realizzazione di interventi da effettuare nei siti iscritti nella lista delle priorità nazionali.

In **Canada** nel 1989 è stato avviato un programma quinquennale di recupero dei siti contaminati, finanziato con l'impiego di 178,8 milioni di $USA[40], in cinque anni, stanziati per metà dal Governo Federale e per metà dai Governi di Province e Territori. Tale programma prevedeva la decontaminazione dei siti abbandonati e lo sviluppo e l'applicazione di nuove tecnologie. Nel marzo del 1994, erano stati impiegati 44,3 milioni di $USA per la bonifica di 40 siti abbandonati, per 9 dei quali l'intervento si era già concluso.

Anche in Canada il programma di recupero dei siti contaminati si basa sul principio inquinatore-pagatore e prevede che le spese di bonifica ricadano sui responsabili della contaminazione.

Audits ambientali permettono ai privati di individuare efficacemente siti a rischio e di assicurarne la bonifica, tali audits, finalizzati a valutare la contaminazione di un terreno, sono diventati moneta corrente nei trasferimenti di proprietà di un terreno e questo favorisce lo sviluppo di operazioni di bonifica da parte di privati. Tuttavia, nonostante tra il 1991 ed il 1993 sono stati spesi complessivamente 372,5 milioni di $USA, la maggior parte dei necessari interventi di bonifica, non sono ancora stati realizzati per gli elevatissimi costi ad esse connessi. Di nuovo, dunque, si evidenzia la necessità di un protocollo per la ripartizione delle responsabilità (che riduca le spese amministrative e minimizzi le eventuali spese giudiziarie) e dei costi, per stimolare ulteriormente i privati ad avviare interventi di risanamento. Sarà, inoltre, necessario un finanziamento supplementare per completare il recupero delle aree abbandonate.

[40] Si veda a riguardo la tabella 8.

In **Olanda**, la legge sulla bonifica dei suoli, varata nel 1982 ha autorizzato il Ministero dell'ambiente (VROM) a farsi rimborsare, il costo degli interventi di bonifica, dall'inquinatore, dal proprietario o dall'utilizzatore.

Dal 1980, il recupero dei siti contaminati è stato realizzato dal settore pubblico e finanziato per il 90% dallo Stato e per il restante 10% dalle Municipalità. Nel 1992, erano stati realizzati un migliaio di interventi per un costo totale di 1,14 miliardi di $USA[41]. Il finanziamento deriva dal budget generale, in quanto il Parlamento ha bocciato l'idea di istituire nuove tasse sui prodotti.

Per quanto riguarda, invece, le aree industriali, i poteri pubblici hanno concluso nel 1992 un accordo volontario con l'industria, che si impegna a gestire direttamente la bonifica delle 110.000 aree industriali contaminate[42] a fronte di congrui sgravi fiscali e di finanziamenti agevolati.

In **Norvegia**, nel 1989, il Parlamento ha approvato un programma di censimento e bonifica delle discariche, funzionanti o esaurite, di rifiuti pericolosi e della relativa attuazione è stato incaricato l'SFT (Autorità statale per la lotta contro l'inquinamento). Nel 1993, erano stati stanziati 18,14 milioni di $USA[43] per il finanziamento di tale programma, tuttavia si stima che la bonifica completa dei 450 siti identificati potrà costare fino a 486 milioni di $USA. Quindi, nonostante il programma di censimento sia stato

---

[41] Si veda a riguardo la tabella 8.

[42] La bonifica dovrebbe avvenire secondo un piano che calcola in 50 anni il tempo necessario per il recupero completo di tutti i siti.

[43] Si veda a riguardo la tabella 8.

avviato, con gli stanziamenti disponibili, non è possibile attivare soluzioni adeguate per la maggior parte dei siti.

Nel **Regno Unito**, l'attuale proprietario di un sito, e non necessariamente colui che è all'origine del problema, che è tenuto ad assumersi le spese di bonifica. Dunque, mentre la maggior parte delle bonifiche viene promossa da coloro che sono interessati al riutilizzo del sito, le aree economicamente non appetibili, o per le quali il costo della bonifica supera il valore commerciale, raramente vengono bonificate.

Le Autorità Locali, che talvolta si fanno carico di interventi di recupero, operano essenzialmente su siti abbandonati per i quali sia difficile individuare i responsabili della contaminazione. In questi casi sia gli Enti Locali sia i privati possono fruire di incentivi governativi.

Nella prima metà degli anni '90, il Governo stimava in 256 milioni di $USA[44] la somma destinata al recupero delle aree contaminate.

In **Italia,** con il D.Min. 16/5/89, vengono previsti contributi per la redazione dei piani di bonifica, per un ammontare massimo complessivo di 6,8 milioni di $USA[45] (art.2 c.1) e contributi per la realizzazine di interventi urgenti di bonifica fino ad un massimo complessivo di 38,7 milioni di $USA (art.3 c.1).

Nel 1994, la massa spendibile* resa disponibile dallo Stato per lo smaltimento dei rifiuti è stata pari a 112,4 milioni di $USA, mentre quella per la rilocalizzazione e bonifica siti industriali è stata pari a 17

[44] Si veda a riguardo la tabella 8.
[45] Si veda a riguardo la tabella 8.
* "Le risorse totali (massa spendibile) risultano dalla somma degli stanziamenti di competenza del periodo corrente e dei residui degli esercizi precedenti" (ISTAT, 1996)

milioni di $USA (28 miliardi di £). Si tratta sostanzialmente di due delle voci meno rilevanti in assoluto nel capitolo di spesa statale per l'ambiente. La tabella 9 evidenzia il carattere sostanzialmente residuale delle due voci di spesa in oggetto.

Tab.9 - Spesa dello Stato per l'ambiente (valori espressi in %)

ANNO	SMALTIMENTO RIFIUTI		RILOCALIZZAZIONE E BONIFICA SITI INDUSTRIALI	
	sul totale della spesa per il suolo	sul totale della spesa per l'ambiente	sul totale della spesa per il suolo	sul totale della spesa per l'ambiente
1987	0,75	0,38	=	=
1988	4.38	1,86	=	=
1989	4,86	2,40	=	=
1990	6,68	2,87	=	=
1991	4,96	2,47	0,69	0,34
1992	5,58	2,54	0,82	0,37
1993	4,04	2,02	0,75	0,38
1994	4,07	2,04	0,62	0,31

Fonte: Nostra elaborazione su dati ISTAT

I dati, inoltre, evidenziano come, solo a partire dal 1987, sia stata prevista dallo Stato un'apposita voce di spesa finalizzata allo smaltimento dei rifiuti, mentre bisogna arrivare addirittura al 1991 per trovare uno stanziamento finalizzato anche alla bonifica di aree industriali. La definizione della voce di spesa, se interpretata letteralmente, appare inoltre riduttiva delle aree a rischio per le quali viene predisposto lo stanziamento: risultano, infatti, escluse sia le discariche incontrollate sia i suoli oggetto di sversamenti accidentali ed abusivi.

Ben più consistente, appare la spesa per l'ambiente da parte delle Regioni, sia in rapporto all'intero ammontare, così come

dettagliato nella tabella 10, sia in valore assoluto: negli anni che vanno dal 1987 al 1992 la spesa delle regioni per l'ambiente risulta di oltre 6 volte superiore, rispetto a quella dello Stato.

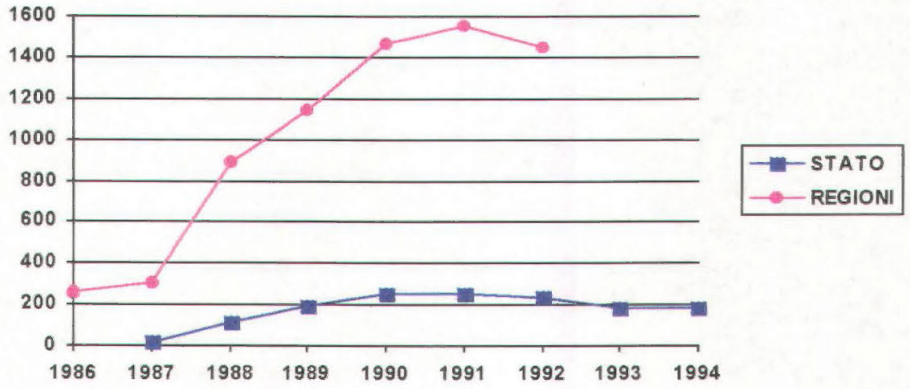
Tab.10 - Spesa delle Regioni per l'ambiente (valori espressi in %)

ANNO	SMALTIMENTO RIFIUTI		RILOCALIZZAZIONE E BONIFICA SITI INDUSTRIALI	
	sul totale della spesa per il suolo	sul totale della spesa per l'ambiente	sul totale della spesa per il suolo	sul totale della spesa per l'ambiente
1986	7,18	3,68	=	=
1987	7,46	4,07	=	=
1988	16,50	9,34	=	=
1989	19,11	11,05	0,1	0,6
1990	21,88	11,58	0,1	0,5
1991	21,39	11,81	0,28	0,15
1992	19,18	10,21	1,03	0,55

Fonte: Nostra elaborazione su dati ISTAT

Il confronto tra le masse spendibili stanziate rispettivamente dallo Stato e dalle Regioni per l'ambiente ben si evidenzia nei grafici 4 e 5.

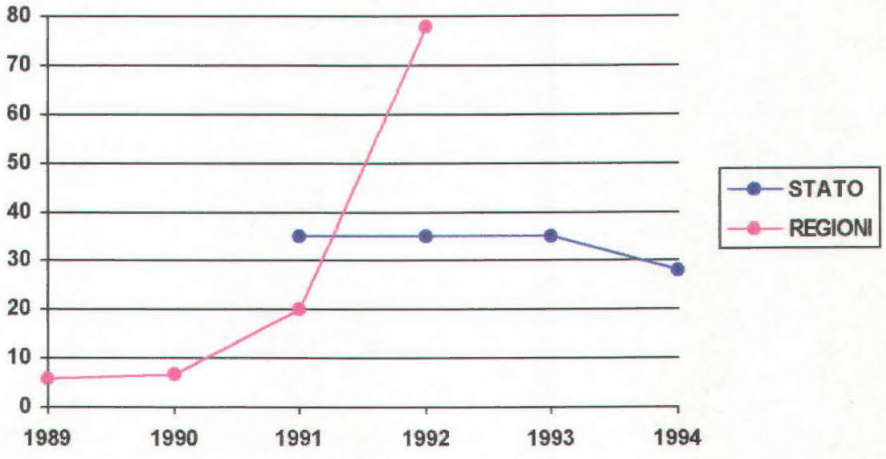
Graf. 4 - Massa spendibile per il settore smaltimento rifiuti (valori espressi in miliardi di lire[46])



Fonte: Nostra elaborazione su dati ISTAT

[46] Non si è ritenuto opportuno convertire tali valori in $USA, onde evitare di introdurre elementi di soggettività con la scelta del tasso di cambio da applicare, essendo i dati forniti a valuta costante dell'anno di riferimento. Si ritiene, inoltre, che in questo contesto, l'aspetto più significativo evidenziato dai dati, sia costituito dal trend evolutivo che ha caratterizzato gli stessi.

Graf. 5 - Massa spendibile per il settore rilocalizzazione e bonifica siti industriali (valori espressi in miliardi di lire[47])



Fonte: Nostra elaborazione su dati ISTAT

In base al secondo comma dell'art.17 del D.L.vo 22/97 (detto Decreto Ronchi), chiunque cagioni, anche in maniera accidentale, il superamento dei limiti di accettabilità (le cui caratteristiche sono ancora in corso di definizione[48]) di contaminazione dei suoli, ovvero ne determini un concreto pericolo di superamento, deve provvedere, a proprie spese, alle opere di bonifica, messa in sicurezza e recupero ambientale, dei siti interessati. Tale principio rappresenta uno degli assi portanti della nuova normativa. Relativamente al principio della responsabilità solidale tra soggetto autore dell'abbandono, o deposito incontrollato, e proprietario, o titolare di diritti reali o personali di

[47] Si veda la nota precedente.

[48] In base al comma 1 dello stesso art.17, *entro il 2 giugno 1997* avrebbe dovuto essere emanato un Decreto del Ministro dell'ambiente (di concerto con il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato e con il Ministro della sanità, sentita la Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Provincie autonome di Trento e Bolzano) per la definizione dei limiti di accettabilità della contaminazione; delle procedure di riferimento per prelievo ed analisi dei campioni; dei criteri per messa in sicurezza, bonifica e redazione dei progetti di bonifica. A tutto il mese di settembre 1998 (16 mesi oltre il termine previsto dal Decreto Ronchi), il Decreto risultava ancora in corso di elaborazione.

godimento dell'area, l'onere della prova ricade sull'organo di vigilanza[49] (Pernice, Santoloci, 1998).

1.7 - CONSIDERAZIONI

Attualmente, le richieste di bonifiche hanno un peso economico enormemente superiore alle disponibilità economiche, si pone, quindi, prepotentemente la necessità di rendere partecipi tutte le parti coinvolte, con un meccanismo di interesse equiverso tra pubblico e privato, in cui:

a) il pubblico concorra per fini prioritari di tutela della salute pubblica e di salvaguardia dell'ambiente,

b) il privato concorra per fini integrativi che gli sono di utilità.

In quest'ottica, sarebbe, a nostro avviso opportuno promuovere una bonifica mirata da parte del pubblico, dei soli eventi a maggior rischio rispetto all'intera area, chiedendo il concorso del privato per l'eventuale completamento della bonifica o per il potenziamento della bonifica stessa ai fini di un miglioramento della destinazione d'uso del terreno.

L'interesse di tale meccanismo si evidenzia, ad esempio, alla luce delle disposizioni in materia, contenute nella L.549/95, sulla "Finanza Pubblica" (in G.U. n.302, 29/12/95). In base all'art. 32, il proprietario è tenuto alla bonifica dei suoli oggetto di discarica, ma la legge prevede anche che, qualora il nuovo proprietario faccia

[49] "Non basta verificare a livello meramente catastale che quell'abbandono o quel deposito incontrollato è stato effettuato sul terreno di proprietà di un soggetto (omissis) per farlo soggiacere automaticamente alla sanzione" (Pernice, Santoloci, 1998).

regolare denuncia di discarica abusiva, gli oneri di bonifica ricadano sul proprietario precedente. Qualora quest'ultimo risultasse fallito, potrebbe essere nell'interesse del nuovo proprietario poter concorrere alle spese di una bonifica, seppur di standard minimo (terreno destinato ad insediamenti industriali), che attribuisca nuovamente un valore commerciale all'area stessa.

Una leva sulla quale è indispensabile agire per stimolare il privato ad avviare interventi di bonifica sarebbe, senza dubbio, quella dell'IVA.

A tutt'oggi, su queste opere insiste un'IVA del 20% che, oltre ad essere, ovviamente disincentivante per il privato, appare ancora più irrazionale se si pensa che la maggior parte delle bonifiche è finanziata con il denaro pubblico.

Un'aliquota IVA dell'1-2% sarebbe sufficiente ai fini dei controlli fiscali, rappresenterebbe uno straordinario incentivo per il settore, offrirebbe la concreta possibilità di realizzare un maggior numero di bonifiche a parità di tempo.

CAPITOLO 2
ASPETTI NORMATIVI

2.0 - PREMESSA

Il concetto di rifiuto presenta alcune questioni irrisolte, anche a livello comunitario, relativamente sia all'aspetto definitorio sia al "momento di passaggio da prodotto a rifiuto e viceversa" (Ficco, Gerardini 1997). Attualmente le Direttive 91/156/CEE, 91/689/CEE[1], 94/62/CE, recepite in Italia con il D.L.vo 22/97 e successive modificazioni, unitamente alla Decisione 94/904/CE[2] del Consiglio Europeo, consentono di classificare i rifiuti: a) in base alla loro origine in rifiuti urbani e rifiuti speciali; b) in base alle loro caratteristiche in pericolosi e non pericolosi.

Il concetto di *rifiuto pericoloso*, contenuto nell'art.7 del D.L.vo 22/97, è stato modificato dal D.L.vo 389/97, che definisce pericolosi "i rifiuti non domestici precisati nell'elenco di cui all'allegato D sulla base degli allegati G, H ed I". La novità consiste proprio nella specificazione che l'allegato D trova il proprio fondamento negli allegati G, H ed I. Questi ultimi rappresentano la trasposizione degli allegati I, II, e III della Direttiva 91/689/CEE, e specificano, rispettivamente: le categorie di rifiuti pericolosi, i costituenti che

[1] La Direttiva 91/689/CEE, di modificazione della 78/319/CEE, abbandona il concetto di rifiuto tossico-nocivo per introdurre la nozione di *rifiuto pericoloso*. L'identificazione di tale categoria di rifiuti si basa su di una lista approvata dal Consiglio dei Ministri dell'ambiente del 15 e 16 dicembre 1994 (Frigerio, 1995).

[2] La Decisione in oggetto contiene l'elenco dei rifiuti pericolosi, ripreso dall'Allegato D del D.L.vo 22/97.

rendono pericolose alcune categorie di rifiuti e le caratteristiche di pericolo[3] (Pernice, Santoloci, 1998).

La Direttiva 92/32/CEE del 30/04/1992, inoltre, definisce pericolosi per l'ambiente le sostanze ed i preparati che, "qualora si diffondano nell'ambiente, presentano o possono presentare rischi immediati o differiti per una o più delle componenti ambientali".

Questa nuova formulazione, che abbandona la precedente tripartizione, dettata dal DPR 915/82[4], che suddivideva i rifiuti in urbani, speciali e tossico-nocivi, risponde tra l'altro all'esigenza di assicurare alle singole tipologie di rifiuto modalità di smaltimento adeguate al potenziale impatto ambientale.

Nonostante gli indirizzi di politica comunitaria dell'ambiente siano stati oggetto di ben 5 programmi ambientali: il primo dal 1973 al 1977[5], il secondo dal 1977 al 1981[6], il terzo dal 1983 al 1987[7], il quarto dal 1987 al 1992[8] ed il quinto dal 1993 al 1999[9], mancano ancora direttive specifiche concernenti il risanamento delle aree contaminate (Cordini, 1995; Dell'Anno, 1995; Egidi, Vannini, 1995).

---

[3] Tali allegati "sono stati inseriti (nel D.L.vo 389/97) a seguito dei rilievi mossi dalla Commissione dell'Unione Europea. Con la nota del 23/9/97, infatti, la Commissione segnalava la mancata trasposizione dell'allegato III della Direttiva 91/689/CEE" (Pernice, Santoloci, 1998).

[4] Decreto di attuazione delle Direttive 75/442/CEE, relativa ai rifiuti, 76/403/CEE, relativa allo smaltimento dei policlorodifenili e policlorotrifenili e 78/319/CEE, relativa ai rifiuti tossici e nocivi.

[5] Allegato alla Dichiarazione del Consiglio e dei Rappresentanti dei Governi degli Stati membri, riuniti in sede di Consiglio, del 22 novembre 1973, in GU CE C 112 del 20/12/73.

[6] Allegato ala risoluzione del Consiglio dei Rappresentanti dei Governi degli Stati membri, riuniti in sede di Consiglio, del 17 maggio 1977, GU CE C139 del 13/06/77

[7] Allegato ala risoluzione del Consiglio dei Rappresentanti dei Governi degli Stati membri, riuniti in sede di Consiglio, del 7 febbraio 1983, GU CE C 46 del 17/02/83.

[8] Allegato ala risoluzione del Consiglio dei Rappresentanti dei Governi degli Stati membri, riuniti in sede di Consiglio, del 19 ottobre 1987, GU CE C 328 del 07/12/1987.

[9] Programma politico e d'azione della Comunità Europea a favore dell'ambiente e di uno sviluppo sostenibile, 15/12/1992, GU CE C 138 17/05/93.

Peraltro, occorre sottolineare come tale problema fosse ben presente in ambito comunitario già nella seconda metà degli anni '70. Infatti, l'art. 7 della Direttiva 78/319 del 20 marzo 1978 (Egidi, Vannini, 1995), relativa ai rifiuti tossici e nocivi prevedeva che gli Stati membri adottassero "le misure necessarie per assicurare che per ogni sito in cui è o è stato effettuato il deposito di rifiuti tossici pericolosi, questi ultimi siano censiti ed identificati". Recentemente, inoltre, nella Risoluzione del Consiglio del 24 febbraio 1997 sulla strategia comunitaria per la gestione dei rifiuti[10], al punto 35, il Consiglio dell'Unione Europea "chiede agli Stati membri di adottare le misure necessarie per garantire nella massima misura possibile che le vecchie discariche ed i siti contaminati vengano adeguatamente risanati".

Fatte salvi i due principi ispiratori della politica ambientale comunitaria, che si sostanziano nella priorità delle azioni preventive per evitare l'inquinamento e nell'attribuzione del costo per il risanamento ai soggetti produttori, mancano dispositivi che intervengano direttamente sugli aspetti operativi legati al problema dell'individuazione del censimento e della redazione dei piani di bonifica dei terreni contaminati.

[10] GU CE C 076 del 11/03/97.

2.1 - QUADRO LEGISLATIVO: LIVELLO NAZIONALE

Il quadro legislativo italiano in materia ambientale si è mantenuto carente per anni, anche successivamente ai primi interventi CEE in materia. L'assenza, l'inadeguatezza ed il ritardo con cui il legislatore è intervenuto e tuttora interviene nel campo della gestione dei rifiuti rappresenta, a nostro avviso, una delle cause principali della situazione di costante emergenza che vive il settore della gestione ambientale.

Il legislatore opera con tempi tecnici che sono incompatibili con le esigenze di un settore in costante evoluzione quale quello in discussione.

In effetti, l'interesse sempre più marcato che l'opinione pubblica pone verso le problematiche ecologiche, forza gli attori locali (siano essi operatori privati o pubblici) a mettere in atto iniziative sempre nuove volte a minimizzare l'impatto ambientale dei rifiuti (solidi, liquidi o gassosi) sia urbani, sia industriali. La "progettazione ecocompatibile", vale a dire tutte le innovazioni tecnico-produttive finalizzate a ridurre il quantitativo ed il carico inquinante dei rifiuti prodotti rappresenta ormai un business in continua e rapida ascesa. Tuttavia, a fronte di una ricerca vivace e innovativa, si trova spesso una risposta normativa che tarda a venire.

Fino ad oggi, l'Ente pubblico italiano ha adottato metodologie applicative di carattere burocratico amministrativo e non tecnico funzionale: ci si è basati su un approccio da decretazione, mentre sarebbe auspicabile un approccio basato sullo stile anglosassone

dell'Agenzia, che si esprime attraverso una serie d'indirizzi, all'interno dei quali, trovano spazio soluzioni modellate sulla base delle esigenze specifiche.

Si tratta di un controllo tecnico-funzionale operante attraverso comitati tecnici, preposti alla valutazione dei progetti provenienti dai vari settori, che possono approvare l'introduzione, ad esempio, di una nuova metodologia di riciclaggio anche se non espressamente compresa nelle disposizioni vigenti, naturalmente a patto che questa rispetti le linee di principio dettate dall'Ente normatore. Il continuo collegamento, tra l'Agenzia ed il mercato, favorisce la messa a punto di nuovi sistemi per la corretta gestione ambientale, che vengono dunque recepiti nell'ambito di una legislazione mirata ed attenta all'accoglimento dell'innovazione tecnologica.

La prima normativa quadro sui rifiuti emanata dal legislatore della Repubblica Italiana è il noto DPR 915/82, che dopo ben 41 anni andava a sostituire la L 366/41. La proliferazione legislativa, in materia di rifiuti che, per contro ha imperversato negli ultimi anni, è stata spesso caratterizzata da interventi su specifici settori, con molteplici disposizioni diverse che, quando non risultano reciprocamente in contrasto, hanno come unico effetto quello di generare confusione e malessere fra gli operatori del settore.

Il legislatore ha abusato della decretazione d'urgenza, nel tentativo di realizzare un contenimento quali-quantitativo della produzione di rifiuti pericolosi, favorendo, al contempo, il recupero di materiali ed energia. Pertanto, i principi della legislazione comunitaria recepiti con il DPR 915/82 sono stati "sepolti da una congerie di

norme disomogenee, frammentarie e del tutto prive di strategia politica, adottate per situazioni contingenti e spesso inadeguate a fronteggiare le stesse situazioni di emergenza, che le avevano ispirate"[11] (Pernice, Santoloci, 1998).

Il DPR 915/82, con la relativa delibera di attuazione del 27/7/84, rappresenta il primo atto legislativo finalizzato a normare il complesso settore dei rifiuti dopo oltre quaranta anni di sostanziale[12] vacanza legislativa (a livello statale).

Esso introduce accanto al principio della tutela della salute umana, anche l'innovativo principio di salvaguardia di flora, fauna, ambiente e paesaggio.

Per cercare di mantenere sotto controllo il rischio inquinante dei RSU, il legislatore introduce (punto 1.3 Delibera 27/7/84) la categoria dei rifiuti urbani pericolosi (RUP), in altre parole: batterie e pile; prodotti e relativi contenitori, etichettati con il simbolo "T" e/o "F"; prodotti farmaceutici. L'aggettivo *pericolosi* fa rientrare, di diritto, questi rifiuti tra quelli considerati dall'art. 8 c.2 d) del DPR 915/82. Quest'ultimo prevedeva che i Comuni stabilissero "norme atte a garantire, ove necessario fin dal conferimento, un distinto ed adeguato smaltimento dei rifiuti tossico-nocivi o comunque *pericolosi* sotto il profilo igienico-sanitario" .

---

[11] Emblematica, a questo proposito, risulta la vicenda delle materie prime secondarie, sulla quale si è discusso per tre lustri, prima che intervenisse la Corte Costituzionale a dichiarare (C.Cost. n.360 del 1996) illegittima la ripetuta reiterazione di Decreti Legge con medesimo contenuto normativo.

[12] Immediatamente precedente al DPR 915 del 10 settembre 1982 si ricorda il DPR 691 del 23 agosto 1982 di "attuazione della Direttiva 75/439/CEE relativa all'eliminazione degli oli usati".

Di fatto, tale disposizione è rimasta sostanzialmente inattuata fino all'emanazione del DL 361/87, convertito nella L 441 del 29/10/1987, dove all'art. 3 si stabilisce quanto segue: "i Comuni istituiscono *obbligatoriamente*, entro 180 giorni dall'entrata in vigore del presente decreto, il servizio di raccolta e smaltimento dei rifiuti urbani pericolosi (omissis)".

Questi dati ci portano ad una riflessione molto importante, ai fini della nostra analisi sui problemi legati alla bonifica dei siti contaminati: praticamente, fino alla fine del 1987, la stragrande maggioranza delle discariche, autorizzate allo stoccaggio definitivo di soli RSU, si è trovata a smaltire quantitativi non definiti di rifiuti urbani pericolosi, che, in base alla loro composizione merceologica, potrebbero richiedere garanzie di tutela ambientale che solo impianti destinati allo smaltimento di RS o RTN possono offrire. In altre parole, anche le discariche autorizzate risalenti a questo periodo possono risultare siti a rischio ambientale.

Appare, in tutta evidenza, una sostanziale differenza tra lo spazio che il legislatore riserva alla descrizione dello smaltimento in discarica (l'intero Capitolo 4) e quello dedicato ai processi di incenerimento (il solo par. 3.3). In effetti, solo sporadicamente ed in tempi molto recenti sono stati avviati progetti per la realizzazione di termoutilizzatori, che concretamente attuino quel recupero di energia dai rifiuti promosso dal punto e), 2° c., art.1 del DPR 915/82. In Italia, la stragrande maggioranza dei rifiuti finisce ancora in discarica, nonostante siano ormai evidenti i problemi legati all'ubicazione ed alla gestione post-mortem di tali impianti.

E' tuttora aperto, inoltre, il problema del post-mortem legato all'asimmetria nella distribuzione temporale delle entrate e delle uscite, nell'ambito della gestione della discarica. Durante il periodo di effettivo funzionamento della discarica si ha, come accade normalmente, un flusso monetario in entrata ed un flusso in uscita[13], tuttavia gli anni di normale funzionamento rappresentano solo la parte minore dell'intera vita della discarica. In effetti, una volta terminati i conferimenti, la discarica continua per anni a produrre percolato e biogas, che devono essere correttamente captati e smaltiti. Tale periodo può durare anche decenni, durante i quali occorre garantire una gestione capace di coprire tutte le uscite (comprese le spese per il monitoraggio ambientale) senza disporre di alcuna entrata.[14]

Legge 441/87 di conversione del DL 361/87

A soli tre anni di distanza dall'emanazione della Delibera 27/7/84, il legislatore interviene nuovamente in materia di smaltimento dei rifiuti concentrando l'attenzione su alcuni aspetti rilevanti. La presa di coscienza, da parte del legislatore, di una situazione di grave disagio ambientale, si concretizza nella richiesta di piani di bonifica da realizzarsi in tempi brevi. Contestualmente, però, si evidenzia una certa sottovalutazione della portata e della complessità della problematica relativa ai siti contaminati. La legge, infatti, dispone

---

[13]Le entrate sono costituite essenzialmente dal prezzo pagato dai Comuni per ogni chilogrammo di rifiuti conferito. Le uscite sono date sostanzialmente dai costi di gestione della discarica, dai contributi spesso dovuti agli Enti Locali (sul cui terreno sorge la discarica) e dall'ammortamento degli investimenti iniziali.

[14]- V.Vaccari, C.Cordoni Zancan "Intelligibility of the Budget as an essential instrument for the elaboration of a transparent tax: the case of Landfill disposal", "World congress on waste management" ISWA (International Solid Waste Association), Vienna 15-20/10/1995, CD-ROM Conference Proceedings.

(art.5) che "le Regioni entro *sei mesi* (omissis) approvino piani per la bonifica di aree inquinate (omissis) " e che detti piani contengano tra l'altro:

"a) l'ordine di priorità degli interventi,

b) l'individuazione dei siti da bonificare e le caratteristiche degli inquinanti presenti,

(omissis)

d) le modalità di bonifica e risanamento ambientale (omissis)".

La legge 441/87 demandava alle Regioni il compito di arrivare concretamente a realizzare una lista di priorità degli interventi di bonifica, ma tale dispositivo, per la maggior parte delle regioni, è rimasto incompiuto[15]. In effetti, un anno dopo il termine fissato per la presentazione dei progetti di bonifica solo 8 regioni avevano avviato i lavori per la definizione dei Piani di Bonifica, evidenziando, peraltro, nella stesura degli stessi, gravi carenze tecniche (Egidi, Vannini, 1995).

Alla luce di questi fatti, il legislatore italiano, ritiene dunque opportuno intervenire nuovamente in materia con il Decreto del Ministero dell'ambiente 16 maggio 1989, che riporta come allegato A le "linee guida per la predisposizione dei piani regionali di bonifica delle aree contaminate". Nell'Allegato si individuano le categorie di

[15] Al 31/12/1995 risultava che 9 Regioni (Abruzzo, Emilia Romagna, Friuli-Venezia Giulia, Liguria, Lombardia, Molise, Piemonte, Toscana e Umbria) e la Provincia autonoma di Bolzano avevano approvato i propri piani ed avevano ricevuto l'approvazione ministeriale; altre 5 Regioni (Calabria, Campania, Lazio, Valle d'Aosta e Veneto) avevano completamente disatteso la normativa sui Piani Regionali di Bonifica (PRB); la Provincia autonoma di Trento non aveva ancora inviato al Ministero dell'ambiente il proprio piano; i PRB di Marche e Sicilia non avevano ottenuto alcuna approvazione, mentre quelli presentati da Puglia e Sardegna erano stati approvati parzialmente; la Basilicata aveva ultimato la prima fase del piano. (Ministero dell'ambiente , 1997).

aree che devono essere sottoposte a censimento ai fini della redazione del piano regionale di bonifica. Si considerano potenzialmente contaminate le aree sulle quali vi sia stato versamento diretto, deposito non autorizzato o ricadute di sostanze pericolose solide liquide o aeriformi. Si considerano, inoltre, potenzialmente tossici e nocivi i rifiuti derivati da particolari cicli di produzione elencati e suddivisi in 12 punti[16]. A queste aree si aggiungono a titolo esemplificativo:

- aree interessate da attività minerarie, in corso o dismesse;
- aree interessate da attività industriali dismesse;
- aree interessate da rilasci incidentali, o dolosi, di sostanze pericolose;
- aree interessate da discariche non autorizzate;
- aree interessate da operazioni di adduzione e stoccaggio di idrocarburi, così come da gassificazione di combustibili solidi;
- aree, anche a destinazione agricola, interessate da spandimento non autorizzato di fanghi e residui speciali o tossici e nocivi.

Il punto 2 dell'Allegato A, intitolato "criteri operativi ed elaborati di piano", di fatto si limita a sancire le 4 fasi attraverso cui si articolano i piani regionali:

- *fase a)* censimento e mappatura di aree potenzialmente contaminate;
- *fase b)* definizione del primo elenco di aree contaminate da sottoporre a bonifica;
- *fase c)* primo programma di interventi di bonifica a breve termine;

[16] Si veda a riguardo l'Allegato 1.

- *fase d)* elaborazione del progetto di programma di bonifica di medio termine.

Mancano completamente i dettagli tecnici sui criteri operativi da adottare nelle diverse fasi di elaborazione del piano nel suo complesso.

In realtà, a monte della realizzazione di una lista di priorità degli interventi, si pongono una serie di problemi di non facile soluzione. Innanzi tutto, occorre mettere a punto idonei metodi per un efficace censimento dei siti contaminati (o sospetti tali) presenti sul territorio. E' poi cruciale la definizione di uno strumento che consenta di mettere a confronto le varie situazioni note, in base alle peculiarità che le caratterizzano. Occorre, cioè, uno strumento che sia in grado di riassumere in un "punteggio" le caratteristiche di un sito, come accade, ad esempio, con *l'Hazard Ranking System* statunitense, che attribuisce i livelli di rischio in base alla pericolosità dei rifiuti, alla facilità di diffusione ed alla sensibilità dei bersagli[17]. Tale obiettivo è decisivo nella fase programmatoria degli interventi per definire priorità ai fini ambientali, relazionate alle risorse finanziarie.

Il secondo punto nodale è quello di un intervento legislativo articolato che definisca i criteri da seguire per stabilire quando un sito sia da considerarsi bonificato, anche in funzione dell'uso cui sarà destinato ("How clean is clean?").

La necessità di graduare il livello di disinquinamento in funzione della gravità del rischio nasce dai vincoli economici che, inevitabilmente, si pongono quando si mette mano alla bonifica di

[17] Si veda a riguardo anche il paragrafo 3.1.

un'area e gli obiettivi da perseguire sono legati all'ottimizzazione della funzione salute-ambiente e costi.

La portata della richiesta, in rapporto alle risorse umane ed economiche a disposizione delle Regioni, chiarisce il motivo per cui tale dispositivo è rimasto sostanzialmente inattuato per anni. Il legislatore nazionale, infatti, in deroga alle proprie funzioni di indirizzo, promozione, consulenza e coordinamento (art.4 punto a) DPR 915/82), delega alle Regioni il compito di definire ogni aspetto dei piani di bonifica, dai criteri da adottare nella definizione dell'ordine di priorità degli interventi, nella determinazione degli inquinanti fino alla scelta delle tecniche di risanamento da adottare. Vista la sensibilità dell'opinione pubblica a riguardo, sembra indispensabile un pronunciamento che consenta di operare con una certa uniformità di intenti sull'intero territorio e, soprattutto, che definisca il concetto di "rischio accettabile" senza il quale appare impossibile avviare una seria politica di bonifica del territorio.

Il Ministro si prefiggeva, entro un anno dall'entrata in vigore della Legge n.441/87, l'obiettivo di redigere una "mappa completa delle discariche e degli impianti si smaltimento dei rifiuti solidi urbani e rifiuti speciali, compresi quelli tossico-nocivi" (art.6). Nella messa a punto di detta mappa il Ministro avrebbe dovuto fare riferimento ai dati trasmessi dalle Regioni e dagli Enti locali. Il dubbio sulla realizzabilità di tale progetto sorge non appena ci si fermi a considerare il fatto che molte delle discariche note risalgono ad epoche precedenti il DPR 915/82 o risultano addirittura abusive. In

entrambi i casi è assai difficile stabilire, senza un'adeguata campagna di ricerca, la provenienza e/o la composizione merceologica dei rifiuti in esse contenuti.

Il Decreto Legislativo n. 22 del 5 febbraio 1997

1) dà attuazione alle Direttive Comunitarie n. 91/156/CEE sui rifiuti, n. 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e n. 94/62/CEE sugli imballaggi e sui rifiuti da imballaggio,
2) abroga alcune importanti leggi italiane previgenti in materia. In particolare vale la pena di ricordare l'abrogazione, come da art. 56, delle seguenti normative:
   - L. 366/41 sulla raccolta trasporto e smaltimento dei rifiuti solidi urbani, che ha rappresentato la prima normativa nazionale concernente il problema dei rifiuti;
   - DPR 915/82 di attuazione delle Direttive n.75/442/CEE relativa ai rifiuti, n. 76/403/CEE relativa allo smaltimento dei policlorodifenili e dei policlorotrifenili e n. 78/319/CEE relativa ai rifiuti tossici, che ha rappresentato fino all'emanazione del nuovo decreto la normativa "storica" di riferimento del settore, anche se variamente ed ampiamente implementata dalle numerosi disposizioni normative che sono state emanate in seguito;
   - D.L. 361/87 convertito in L. 441/87, finalizzata ad un maggior coordinamento dell'intervento pubblico (esclusi gli articoli 1, 1-bis, 1-ter, 1-quater, 1-quinquies, 14 c.1)
   - D.L. 397/88 convertito in L. 475/88 recante disposizioni urgenti in materia di smaltimento dei rifiuti industriali (esclusi gli art. 7. 9. 9-quinquies);

- D.L. 527/88 convertito in L. 45/88 recante disposizioni urgenti in materia di emergenze connesse allo smaltimento dei rifiuti industriali.

Nonostante sia da apprezzare il tentativo di realizzare, con il D.L.vo 22/97, una legge quadro sul complesso pianeta rifiuti, occorre rilevare che, per completare il quadro normativo vigente, relativo al problema della gestione dei vari tipi di rifiuti (con esclusione di reflui urbani ed industriali, le emissioni in atmosfera, rifiuti radioattivi ed esplosivi e rifiuti dello sfruttamento delle cave - art. 8) occorre aggiungere al predetto Decreto ancora almeno una decina di disposizioni normative (da decreti legislativi, a decreti ministeriali e deliberazioni).

La rilevanza del D.L.vo 22/97, noto anche come "Decreto Ronchi", consiste nell'innovazione di contenuti, di derivazione comunitaria, che l'Italia si appresta ad attuare. Tuttavia, alcune modalità e, soprattutto, i tempi di attuazione del Decreto rappresentano a tutt'oggi un'incognita, dal momento che i provvedimenti di attuazione grazie ai quali il Decreto sarà integralmente operante sono ben 71(!). Per la stragrande maggioranza di questi provvedimenti (ben 58) il Decreto non fissa un termine per la redazione, per 11 provvedimenti era fissata una data in corso d'anno 1997, soltanto per due provvedimenti la data di scadenza non risulta ancora trascorsa. Si tratta dei decreti inerenti l'art. 5 c.4 "norme tecniche per il calcolo dell'energia utile ottenuta dai rifiuti negli impianti di incenerimento" scadenza 31/12/98 e l'art. 44 c.4 "sistema di cauzionamento obbligatorio per i beni durevoli" scadenza

02/03/2000, in entrambi i casi, a tutto il mese di settembre 1998, i dispositivi risultavano non predisposti. Alla stessa data, i provvedimenti complessivamente emanati erano 13[18], mentre 14 risultavano a vari livelli di elaborazione. Fra questi ultimi, si ritiene opportuno ricordare il già citato Decreto inerente la definizione dei limiti di accettabilità della contaminazione; e procedure di riferimento per prelievo ed analisi dei campioni; i criteri per la messa in sicurezza, la bonifica e la redazione dei progetti di bonifica.

Dunque, se il D. L.vo 22/97 deve essere apprezzato in quanto finalizzato:

- a superare la fase della decretazione d'urgenza che ha caratterizzato il settore negli ultimi anni,
- a definire un quadro organico della normativa che regolamenta il settore,
- a dare attuazione alle disposizioni contenute nelle ultime Direttive Comunitarie,

d'altro canto si presenta con un carico di problematiche, che dovranno trovare al più presto una soluzione organica, pena la paralisi del settore.

---

[18] Dm 5/2/98 riguardante norme tecniche sulle caratteristiche del combustibile derivato dai rifiuti. Dm 5/2/98 riguardante norme tecniche per il recupero energetico da rifiuti non pericolosi. Dm 5/2/98 riguardante norme tecniche per il recupero dei rifiuti non pericolosi come materiali. Dm 11/3/98 n.141 riguardante la catalogazione e identificazione dei rifiuti pericolosi ai fini dello smaltimento in discarica. Dm 1/4/98 n.148 riguardante il modello uniforme di registro di carico e scarico. Dm 1/4/98 n.145 riguardante il modello uniforme di formulario di identificazione per il trasporto. Dm 30/11/97 riguardante l'approvazione dello statuto del CONAI. Dm 15/07/98 riguardante l'approvazione degli statuti dei consorzi di filiera. Dm 4/8/98 n.372 riguardante la riorganizzazione del Catasto rifiuti. Dm 3/9/98 n.370 riguardante criteri e norme per la spedizione transfrontaliera dei rifiuti. Decreti riguardanti la costituzione dell'Osservatorio nazionale sui rifiuti. la designazione dei 15 componenti il Comitato nazionale dell'Albo gestori e la nomina di un rappresentante dei consumatori nel CONAI.

Numerosi sono gli spunti d'interesse offerti dal decreto che, per alcuni aspetti, introduce innovazioni nel concetto stesso di gestione dei rifiuti e nei rapporti di responsabilità, per il corretto trattamento degli stessi. D'altro canto permane un approccio al problema rifiuto di carattere prevalentemente centralistico in cui lo Stato risulta l'ultimo referente ed il garante per il corretto funzionamento del sistema. In altre parole, non viene considerata l'ipotesi di un'agenzia per l'ambiente, strutturabile sul modello statunitense dotata di strutture più agili e di capacità di risposta alle esigenze del mercato, ben più immediate del dettato normativo statale.

Un capitolo a parte merita, a nostro avviso, l'analisi del dettato normativo in materia di **terreni contaminati**.

Il Decreto, informato al principio del divieto di abbandono e di deposito incontrollato di rifiuti sul e nel suolo (art.14), definisce bonifica ogni intervento di rimozione della fonte inquinante e di quanto dalla stessa contaminato fino al raggiungimento dei valori limite conformi all'utilizzo previsto dell'area. La definizione riassume ed evidenzia tutte le problematiche del settore introducendo però un elemento importante per gli operatori: l'adozione del *principio del livello di disinquinamento in funzione della destinazione d'uso*. Nello stesso art.6 è definito il concetto di messa in sicurezza come ogni intervento per il contenimento o isolamento definitivo della fonte inquinante rispetto alle matrici ambientali circostanti.

Entro tre mesi dall'entrata in vigore del presente Decreto, il Ministro dell'ambiente avrebbe dovuto definire i limiti di accettabilità della contaminazione dei suoli, delle acque superficiali e delle acque

sotterranee in relazione alla specifica destinazione d'uso dei siti, oltre alle procedure per il campionamento ed ai criteri da adottare per gli interventi di bonifica e di messa in sicurezza.

La destinazione d'uso si evince dagli strumenti urbanistici ed i limiti di accettabilità dell'inquinamento dei suoli diventano via via più restrittivi passando da destinazioni d'uso di tipo industriale fino alla destinazione a verde pubblico. Questo comporta che per il raggiungimento dei limiti più restrittivi siano applicate tecnologie via via più complesse e costose.

A temperamento di questa problematica, il Decreto interviene disponendo che, qualora i limiti compatibili con la destinazione d'uso non siano raggiungibili con le tecnologie disponibili a costi sopportabili, possa essere previsto una variazione di utilizzo dell'area, rispetto agli strumenti urbanistici vigenti. Il problema che sorge, a questo punto, è quello di assicurare una "memoria storica" alla destinazione d'uso dei terreni. Il comma 6 dell'art.17 introduce a riguardo la possibilità che l'autorizzazione dei lavori rilasciata dal Comune competente costituisca variante urbanistica infatti recita "(omissis) tali prescrizioni (contenute nel progetto di bonifica) comportano, *ove occorra*, variazione degli strumenti urbanistici e dei piani territoriali". Fatta salva la bontà dell'idea della variante urbanistica, come mezzo per assicurare ai terreni bonificati una destinazione d'uso coerente, con gli interventi di recupero effettuati, l'introduzione di un'ampia soggettività ("ove occorra") nell'attuazione del dispositivo, di fatto ne vanifica la validità.

E' previsto, inoltre (comma 12), che le Regioni predispongano un'anagrafe dei siti da Bonificare, che contenga informazioni circa ambiti, soggetti ed enti interessati, oltre ad una stima degli oneri finanziari. Purtroppo, anche in questo caso, rimane vaga la procedura che dovrebbe portare all'individuazione di detti siti e quindi alla valutazione di una necessità di bonifica.

La proposta operativa che si può avanzare, per superare questi limiti del dettato normativo, si concentra sui piani regolatori e sulle verifiche regionali che precedono la loro approvazione.

Il vincolo urbanistico risultante dal livello di bonifica potrebbe costituire oggetto di variante al piano regolatore, con l'introduzione del vincolo alla destinazione d'uso indicato nella bonifica stessa. Come noto, ogni piano regolatore può essere soggetto a modifiche e revisioni, ma, in ogni caso, prima dell'approvazione definitiva, deve essere inviato all'Assessorato Territorio e Urbanistica della Regione. Il piano deve riportare gli eventuali vincoli esistenti all'interno dei quali il Comune può non operare o operare con interventi contenuti, nei limiti del vincolo stesso.

L'Assessorato Regionale acquisisce pareri riguardo a detti vincoli ed in particolare riguardo a beni artistici o a beni ambientali tutelati. A questo punto, potrebbe essere introdotto l'obbligo di consultare anche il Settore Rifiuti e Bonifiche della Regione, presso il quale si verrebbero a formare gli elenchi delle bonifiche effettuate o in corso ed i livelli di disinquinamento raggiunti, caso per caso, in funzione della destinazione d'uso. Il Settore Rifiuti e Bonifiche, ricevendo il piano regolatore da approvare, dovrebbe:

1) confrontare i vincoli in esso contenuti con quelli del proprio archivio, segnalando eventuali difformità nella nuova destinazione d'uso delle aree bonificate,

2) aggiornare il proprio archivio con i nuovi vincoli intervenuti a seguito di ulteriori bonifiche.

La destinazione d'uso potrebbe essere variata solo quando si passasse ad un livello di disinquinamento maggiore rispetto allo standard connesso con la bonifica precedente.

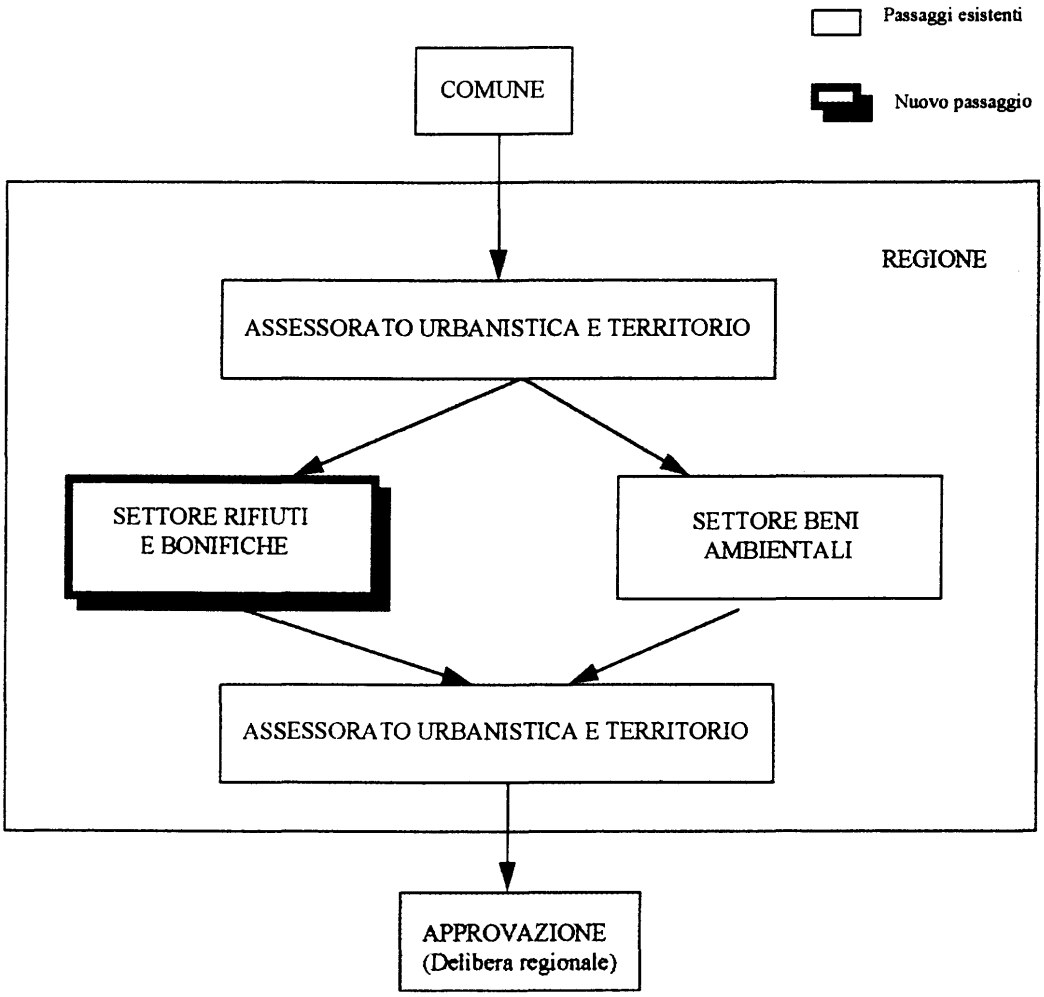
Il processo autorizzativo regionale costituirebbe la "memoria storica" della destinazione d'uso dei terreni contaminati.

Al contempo, presso il Settore Rifiuti e Bonifiche della Regione si verrebbe a realizzare una "banca dati" contenente la mappa delle bonifiche da eseguire, in atto, eseguite ed il livello da queste ultime raggiunto.

Economicamente, l'intervento verrebbe ad inserirsi in una struttura già consolidata e rappresenterebbe solo un passaggio parallelo ad altri, all'interno di una procedura standardizzata (si veda a riguardo il Grafico 6).

Verrebbe, invece richiesto nella fase di avvio, uno sforzo conoscitivo volto a compiere un'indagine dettagliata delle discariche note, abusive e non, da corredare con una sintetica nota descrittiva. Le indicazioni, che dovranno essere incluse dagli estensori dei piani regolatori, sullo stato di fatto delle discariche presenti sul territorio potrà rappresentare un prezioso contributo a tal fine.

Graf. 6 - Proposta di processo autorizzativo regionale, per la conservazione dei dati sulla destinazione d'uso delle aree bonificate



Fonte: Nostra elaborazione

Relativamente al problema dei finanziamenti, qualora i responsabili non provvedano o non siano individuabili, gli interventi di messa in sicurezza, di bonifica o di ripristino ambientale sono realizzati d'ufficio dal Comune territorialmente competente e, ove questo non provveda, dalla Regione (art. 17).

Rientrano tra le competenze dello Stato la determinazione dei criteri generali e degli standard di bonifica dei siti inquinati e la definizione dei metodi, delle procedure e degli standard per il

campionamento e l'analisi dei rifiuti (art. 18). Spetta alle Regioni l'elaborazione, l'approvazione e l'aggiornamento dei piani per la bonifica delle aree inquinate (art. 19), mentre alle Province compete il controllo e la verifica degli interventi di bonifica e del monitoraggio ad essi conseguenti (art. 20). Il Comune deve diffidare, il responsabile dell'inquinamento, a provvedere alla bonifica o alla messa in sicurezza dei siti ed è tenuto a provvedere d'ufficio "qualora i responsabili non provvedano ovvero non siano individuabili" (art.17 c.9). Sempre al Comune spetta l'approvazione dei progetti di bonifica dei siti inquinati (art.21 c.3).

2.2 - QUADRO LEGISLATIVO: ESPERIENZE INTERNAZIONALI

Solo pochi Paesi, fra i quali Danimarca e Olanda hanno elaborato una legislazione organica per il censimento e la bonifica dei siti contaminati. Nella maggior parte dei Paesi, invece, in assenza di un corpus organico di leggi, occorre far riferimento a principi generali della normativa vigente o a singoli provvedimenti riguardanti specifiche tipologie d'inquinamento. Questo solleva questioni che vanno dalla responsabilità legale del danno, a questioni amministrative e finanziarie.

Molti Paesi dispongono di liste di concentrazione massima accettabile per sostanze pericolose, tuttavia i valori limite differiscono da Paese a Paese. Attualmente, l'uso di carichi critici di contaminanti per i suoli è oggetto di studio in molti Paesi Europei e l'obiettivo è quello di mettere a punto soglie accettabili di contaminanti, in particolare per i terreni destinati a colture agroalimentari.

OLANDA

Il Governo Olandese ha varato, nel 1987 il "Soil Protection Act", come evoluzione e sulla scorta dell'esperienza acquisita con il "Soil Clean Up Act" del 1983. La legge è corredata da 3 liste di concentrazioni limite per 7 classi di inquinanti (metalli, inquinanti inorganici, composti aromatici, idrocarburi policiclici, composti organici clorurati, pesticidi ed altri):

- *Lista A* di riferimento, indica la soglia al di sotto della quale il terreno si considera *non contaminato*
- *Lista B*, indica la soglia al di sopra della quale si fa luogo ad ulteriori indagini sul sito
- *Lista C*, indica la soglia di intervento, al di sopra della quale la bonifica diventa necessaria.

Recentemente è stata definita, nella Lista Olandese del 1994, una nuova serie di soglie di concentrazione limite *basate sul rischio*, che tengono appunto in considerazione il rischio connesso con i bersagli tutelati quali l'uomo e gli ecosistemi.

L'obiettivo della legislazione Olandese è quello di mantenere o, qualora necessiti una bonifica, di ripristinare la multifunzionalità del sito. Si fa luogo, quindi, ad una bonifica ogni volta che le condizioni di contaminazione del suolo ne compromettano la multifunzionalità.

FRANCIA

In Francia, una volta identificato l'ammasso abusivo, si pone particolare attenzione alla storia del sito[19] e dell'attività industriale, anche delle zone limitrofe, sia per cercare di individuare i soggetti responsabili dell'inquinamento, sia per circoscrivere le possibili tipologie di contaminanti contenute nel sito stesso.

[19] Sulla base di uno studio specifico su di un'area lombarda oggetto di numerosi abbandoni incontrollati, si ritiene opportuno sottolineare come il concetto di "storia del sito" vada inteso in un senso ampio del termine dal momento che talvolta il ruolo giocato dal tessuto produttivo risulta eminentemente indiretto, mentre sono numerose le peculiarità socioeconomiche che possono concorrere a fare di una zona un'area a gradiente positivo di rischio ambientale. Così oltre alle caratteristiche del tessuto produttivo locale occorre considerare i percorsi di commercializzazione dei prodotti, le peculiarità della concentrazione antropica, le caratteristiche della struttura viaria oltre naturalmente alle specificità geomorfologiche del sito (Vaccari, Cordoni, 1997)

Gli interventi per la bonifica dei terreni contaminati sono definiti basandosi soprattutto sul rischio d'inquinamento delle acque, vista la difficoltà e gli elevati costi concernenti la caratterizzazione del sito. La tipologia d'intervento viene definita sulla base del rischio stimato, e, anche di fronte alla presenza di sostanze potenzialmente pericolose, qualora la struttura geomorfologica del sito garantisca dal rischio di diffusione dell'inquinamento, ci si limita a lavori di confinamento, senza rimozione dei rifiuti. Questi ultimi saranno monitorati mettendo in opera, ad esempio, piezometri di controllo e un'adeguata copertura superficiale[20].

I lavori di bonifica sono a carico del responsabile dell'inquinamento, secondo il principio inquinatore-pagatore. Per evitare che i nuovi proprietari di vecchie aree industriali si debbano assumere il costi connessi con la bonifica delle aree, la legge 19 luglio 1976 (relativa agli impianti classificati) prevede che, un terreno sul quale si è sviluppato un impianto, sottoposto ad autorizzazione, non possa essere venduto senza che la parte venditrice informi, per iscritto, la parte acquirente dei pericoli o dei rischi rilevanti ad esso connessi. Peraltro, nel rispetto del principio inquinatore-pagatore, alla chiusura di una attività, deve far seguito un intervento di recupero dell'area che, a spese di chi ha gestito l'impianto, metta in opera tutte le misure necessarie a ridurre l'inquinamento o a limitare i rischi.

Il CSIC (Conseil supérieur des installations classées) è l'organismo di riferimento per l'attuazione del dettato normativo e per

[20] Informazioni dell'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie), fornite nel corso di un incontro svoltosi a Lione nella primavera del 1995, sul problema delle discariche abusive.

la composizione delle esigenze evidenziate dalla diverse parti interessate.

L'aspetto, indubbiamente, più rilevante di questa normativa consiste nella realizzazione, di fatto, di una memoria storica per gli interventi di recupero delle aree industriali a rischio ambientale, scevro dalle soggettività intrinseche evidenziate dal meccanismo proposto dal legislatore italiano nel D.L.vo 22/97 (di cui si è trattato al paragrafo precedente). Il limite del metodo è da ricercare, a nostro avviso, nel rischio che l'introduzione, ad esempio nel caso italiano, di un nuovo Ente di controllo rappresenti una ulteriore causa di rallentamento nella politica di recupero ambientale.

REGNO UNITO

Nel Regno Unito non esiste una legge quadro sulla bonifica dei terreni contaminati, le disposizioni a riguardo sono reperibili in una serie di leggi riguardanti le varie matrici ambientali.

Il Ministero dell'ambiente ha istituito, nel 1976 un organismo di consulenza per le autorità locali e per gli altri soggetti interessati al riuso di aree contaminate (Interdepartmental Commitee on the Redevelopment of Contaminated Land - ICRCL). Particolarmente rilevante è stato il contributo portato dal Greater London Council che, sulla base di una notevole esperienza tecnica acquisita nell'indagine e nella gestione degli interventi di bonifica ha formalizzato, già nel 1979, specifiche linee-guida sulla contaminazione dei suoli (Egidi, Vannini, 1995).

Nel Regno Unito, si sono stati definite, dunque, due liste di valori soglia, l'una che rappresenta il livello massimo di concentrazione sotto al quale un terreno deve ritenersi non inquinato, l'altra rappresenta la soglia di concentrazione, sopra la quale, il sito risulta seriamente inquinato e deve essere sottoposto a bonifica. Qualora la presenza di contaminati si collochi nel range di valori compreso tra i limiti riportati nelle due liste, si farebbe luogo ad una specifica di valutazione che, tenendo conto della destinazione d'uso del sito, definisca specifici trattamenti.

Dunque, il sistema inglese differisce da quello olandese, in quanto il livello di contaminazione accettabile (prima di avviare un intervento di bonifica) varia in funzione della destinazione d'uso del sito.

GERMANIA

La Repubblica Federale Tedesca è organizzata sotto forma di stato federale e quindi le funzioni statali sono suddivise tra Governo Centrale (Bund) e gli Stati Federali (Länder).

In Germania non esiste un codice unitario di legislazione ambientale e la normativa esistente in materia risulta frazionata in una moltitudine di ambiti giuridici diversi. In campo ambientale, la Costituzione non prevede una regola per la divisione del potere legislativo fra i vari livelli di Governo, tuttavia nella maggior parte dei dispositivi legislativi concernenti il diritto ambientale la legislazione federale prevale su quella dei Länder.

Fra gli ambiti retti in misura prevalente dal diritto federale figura anche quello della gestione dei rifiuti e, più in generale, della protezione della natura. In quest'ottica viene adottato a livello federale un quadro legislativo generale, mentre la redazione degli specifici regolamenti di attuazione è di competenza dei Länder. Inevitabilmente questo tipo di approccio genera considerevoli disparità nell'applicazione del dettato normativo da un Land all'altro. Inoltre, alcuni compiti sono spesso delegati a gradi più bassi dell'amministrazione dei Länder o a livello municipale. In particolare le municipalità hanno, come compito specifico, la bonifica dei siti contaminati.

La prima legge nazionale finalizzata a coordinare lo smaltimento dei rifiuti entrata in vigore nel 1972, è stata successivamente modificata più volte in funzione dell'evoluzione del settore.

Relativamente al problema dei siti contaminati, viene evidenziata in particolare la necessità di trattare i suoli contaminati in modo razionale, individuando liste di priorità e classificando i siti in vista delle misure di risanamento da adottare. Per quanto concerne la questione dei finanziamenti, viene ribadito il principio "inquinatore-pagatore" anche come strumento per contenere le spese pubbliche.

Fatti salvi questi principi generali, gran parte delle problematiche attuative connesse incombe sui Länder, circa la metà dei quali ha varato, nell'ultimo decennio, una propria legislazione in materia. I Länder hanno elaborato ed utilizzano numerosi modelli diversi di valutazione dei siti contaminati: non c'è, dunque, uniformità

né a livello di classificazione dei rischi, né di priorità accordate alle misure correttive, i cui costi variano da un Land all'altro.

POLONIA

Dal 1989 la Polonia è una repubblica parlamentare e dal 1975 è suddivisa in 49 Voïvodies e 2.121 municipalità. Il Ministero della Protezione dell'ambiente, delle Risorse naturali e delle Foreste è il principale organismo pubblico responsabile della gestione dell'ambiente e annovera fra i suoi compiti la prevenzione e la lotta contro l'inquinamento. A riguardo, spetta al Ministero il compito di elaborare specifici regolamenti, di fissare norme per la tutela della qualità dell'ambiente e di coordinare gli investimenti e la cooperazione internazionale. Tuttavia, molti altri Ministeri svolgono un ruolo importante nella politica ambientale, tra questi il Ministero per la Gestione del Territorio e la Costruzione. L'attuazione delle politiche nazionali a livello provinciale sono affidate alle autorità delle 49 Voïvodies, ciascuna delle quali ha attivato una Direzione per la Protezione dell'ambiente.

La normativa più importante in materia è la *legge sulla protezione e gestione dell'ambiente* del 1980 (modificata nel 1989, 1990, 1993), che pone le basi giuridiche per la protezione dell'ambiente in tutti i suoi aspetti.

La Polonia rappresenta un grande produttore di rifiuti industriali, sia in valore assoluto, sia in termini relativi (per unità di PIL).

Le riforme attuate all'inizio degli anni '90 hanno rappresentato l'occasione per un rinnovamento radicale della politica ambientale che, tra l'altro punta ad abbattere il livello di inquinamento anche attraverso una razionalizzazione della produzione.

La responsabilità, civile o penale, relativamente allo stoccaggio di rifiuti in aree dismesse e contaminate, risulta di difficile determinazione, sia in quanto i responsabili non sono noti, sia in quanto le responsabilità non possono essere provate.

La Polonia non ha ancora realizzato un censimento dei siti contaminati né ha messo a punto una strategia globale per il loro trattamento. Peraltro si pensa che i protocolli di audit ambientale che di solito vengono attivati in fase di privatizzazione dei vari siti, consentiranno di raccogliere informazioni sia relativamente ai terreni sia alle acque di falda. Tuttavia, l'assenza di un sistema di classificazione delle discariche rende difficoltosa la definizione del livello di rischio e, conseguentemente, le priorità di intervento in funzione delle risorse destinate al disinquinamento.

DANIMARCA

In Danimarca, dal 1990, anno di emanazione della legge sugli ammassi di rifiuti, una volta l'anno la Danish Environment Protection Agency pubblica un elenco di siti contaminati. I dati raccolti da ciascun consiglio regionale comprendono: l'ubicazione di ciascun sito, la sua dimensione, l'uso presente e passato ed i principali contaminanti presenti; include, inoltre, una stima del rischio che il sito rappresenta per la falda, le acque superficiali e la popolazione che

vive nelle vicinanze e sulla base di queste informazioni, vengono individuate le priorità per i piani di risanamento da finanziare.

USA

Il Congresso ha competenza istituzionale in materia di regolamentazione del commercio fra gli Stati (da intendersi implicitamente comprese le questioni ambientali) e delle attività che si svolgono sui terreni federali. Il ruolo principale del Governo Federale è quello di definire una politica nazionale, quindi, le leggi in materia ambientale adottate dal Congresso hanno spesso carattere di legge quadro, tuttavia, numerosi Stati varano propri programmi di gestione ambientale che completano, o integrano, i compiti governativi.

L'Enviromental Protection Agency (EPA) è stato creato nel 1970 per dare attuazione alle normative riguardanti aria, acqua e le altre matrici ambientali[21].

Le due normative più significative per il settore sono, sostanzialmente:

- la "legge sulla conservazione e ricostituzione delle risorse", emanata nel 1976 e nota sotto l'acronimo RCRA, che stabilisce le regole per la protezione della salute umana e dell'ambiente. Tali regole sono applicabili ai produttori ed ai trasportatori di rifiuti pericolosi, così come ai proprietari ed ai gestori di impianti di trattamento, di stoccaggio e di discarica per rifiuti pericolosi;
- la legge quadro "sugli interventi, gli indennizzi e le responsabilità in materia di ambiente" (Superfund), emanata nel 1980 e nota sotto

[21] La struttura impiega per lo svolgimento delle proprie mansioni ben 19.000 persone.

l'acronimo CERCLA, cui ha fatto seguito una legge di adeguamento del 1986, riguardante i piani d'urgenza e l'informazione del pubblico. La CERCLA stabilisce un piano nazionale di intervento nel campo dei rifiuti pericolosi, definendo i metodi che permettono di stabilire delle priorità di intervento e di definire le responsabilità finanziarie, in caso di intervento pubblico.

Nel passato, dal momento dell'individuazione di un sito da bonificare al momento della conclusione delle operazioni di recupero, trascorrevano normalmente 8/10 anni. Ora, in alcuni Stati ad elevata industrializzazione[22] il processo di valutazione si incentra sulla *bonifica delle sole zone più pericolose di un sito*. In questo modo una sessantina di siti sono stati sottoposti a valutazione in meno della metà del tempo ed i relativi costi sono stati diminuiti, in alcuni casi, dei 2/3. In tal modo si ottiene un recupero più rapido ed una riduzione dei costi: se questi dati saranno confermati potranno essere estesi all'intero Paese.

Per i siti che non compaiono nella lista delle priorità nazionali, si fa luogo alla responsabilità dei singoli Stati. In tali casi l'andamento delle attività di bonifica varia notevolmente da Stato a Stato.

[22] Illinois, Indiana, Michigan, Minnesota, Ohio, Wisconsin

2.3 - CONSIDERAZIONI

Il quadro normativo internazionale, che si è delineato attraverso la disamina di un campione, a nostro avviso, significativo di Paesi dell'area OCDE, evidenzia prima di tutto un grande fermento nel settore della tutela ambientale.

Le differenze, che si osservano fra leggi di Paesi diversi e le sovrapposizioni normative, all'interno di un singolo Paese, sono espressione della difficoltà connessa con la definizione di un dispositivo organico, che inquadri un ambito di elevata complessità e solo recentemente riconosciuto come momento cruciale sulla via dello sviluppo compatibile.

Proprio a causa della mancanza di una tradizione giuridica di regolamentazione del settore, la maggior parte dei Paesi analizzati presenta una sostanziale carenza di leggi quadro esaustive e compiute relativamente alla gestione, tutela e recupero del territorio.

Generalmente, i dispositivi di legge si trovano dispersi in una pluralità di norme, relative a settori solo indirettamente connessi con le problematiche ambientali. Tale situazione genera disinformazione e confusione negli operatori di settore, quando addirittura non da luogo ad incongruenze fra i diversi dettati normativi e complicazioni nella risoluzione di eventuali contenziosi.

Il livello di evoluzione, raggiunto dalla normativa nei diversi Paesi, è funzione della sensibilità della collettività locale verso l'ambiente e si presenta assai disomogeneo anche all'interno dell'Unione Europea.

Per quanto concerne, in particolare, il problema della bonifica dei siti contaminati, manca una Direttiva Comunitaria specifica e, quindi, le difformità si osservano già a partire dalla definizione delle tipologie di siti che devono essere oggetto di analisi e che vanno dalle sole aree industriali dismesse, agli ammassi abusivi, alle discariche, più o meno abusive, per rifiuti pericolosi.

Particolarmente grave risulta il problema del reperimento dei fondi sia per il censimento dei siti a rischio, sia per la successiva bonifica delle aree contaminate. In alcuni casi, i legislatori nazionali hanno introdotto specifiche tasse ambientali (basate, di solito, su prodotti e produttori di sostanze pericolose) il cui gettito concorre alla formazione di fondi cui attingere per realizzare gli interventi più urgenti, qualora l'autore della contaminazione sia, a vario titolo, insolvente. A riguardo, occorre sottolineare il riconoscimento, pressoché unanime, del principio inquinatore-pagatore come elemento cardine per l'attuazione delle politiche di recupero e conservazione dell'ambiente.

Diversi appaiono, invece, gli obiettivi posti nei piani di risanamento, che si prefiggono, di volta in volta, vuoi il recupero dell'area in un'ottica di multifunzionalità della stessa, vuoi il ripristino delle condizioni esistenti prima dell'episodio di contaminazione, vuoi il raggiungimento di livelli di concentrazione dei contaminanti, confrontabili con il terreno circostante non interessato alla bonifica.

Queste disparità di approccio dovrebbero evolversi, almeno a livello comunitario, verso una politica comune, informata su principi ed obiettivi condivisi da tutti i Paesi membri onde evitare che si creino

zone dove, a causa dei maggiori costi connessi con il recupero ambientale, diventi svantaggioso investire.

Fondamentale appare, dunque, l'emanazione di una Direttiva specifica, che definisca chiaramente le modalità da seguire nel censimento dei siti a rischio, nella valutazione del livello di contaminazione e negli interventi di bonifica. Solo l'adozione di principi e procedure comuni può consentire la realizzazione di un'armonica politica di salvaguardia e recupero, di quello che costituisce il bene comune per eccellenza, ovvero l'ambiente.

CAPITOLO 3
METODI DI VALUTAZIONE

3.0 - PREMESSA

La lista di priorità degli interventi è elemento insostituibile nella predisposizione di qualunque piano d'intervento per la gestione ambientale e per redigere correttamente detta lista bisogna disporre di strumenti per svolgere un'analisi speditiva che, con tempi e costi contenuti, configuri un primo screening generale dei siti contaminati.

Non sarà questa la sede per una disamina particolarmente dettagliata delle numerose metodiche per l'analisi di rischio relativo, messe a punto a livello internazionale e che hanno trovato ampia e dettagliata presentazione nella letteratura di settore. Nella pagine che seguono verranno, invece, commentati alcuni strumenti, a nostro avviso significativi, implementati in Italia, per fornire un quadro della complessa attività di ricerca che concerne il settore.

Il *primo obiettivo* dell'analisi speditiva è sostanzialmente quello di distinguere i siti che possono essere trattati con interventi da realizzarsi nel medio-lungo periodo, dai siti che necessitano un'iniziativa immediata di bonifica ambientale.

La scelta della tipologia intervento da realizzare, il livello cui spingere la bonifica, le modalità di finanziamento di fondi nazionali o regionali da impiegare nelle operazioni di recupero del territorio, rappresentano tutte fasi importantissime, ma successive e

condizionate alla realizzazione di un'adeguata *analisi speditiva*[1] e ad una *significativa lista delle reali priorità.* S'intuisce, infatti, immediatamente, l'enorme passo avanti che si compirebbe se, grazie ad un efficace strumento da applicare nella fase dell'analisi speditiva, si potesse significativamente ridurre il numero dei siti da bonificare nel breve-medio termine.

L'analisi speditiva deve comporre una serie di parametri che, complessivamente, consentano di disporre di un quadro generale delle caratteristiche e, quindi, dei rischi connessi con il sito esaminato.

[1] S. Malcevschi in "Relazione del Gruppo *ad hoc* sulla qualità dei suoli". Appendice al Rapporto del Progetto n.1 "Gestione del territorio e smaltimento dei rifiuti tossici e nocivi". Convenzione Università degli Studi di Pavia - Fondazione Lombardia per l'Ambiente di Milano. 1994-1995.

3.1 - L'ANALISI RELATIVA DI RISCHIO NELL'ESPERIENZA INTERNAZIONALE

L'analisi relativa di rischio può essere definita come "una procedura di valutazione semplificata dei pericoli derivanti da un fenomeno di inquinamento" (UNICHIM, 1997). Si basa su metodi "a punteggio" che, a partire dall'esame dei dati raccolti sul luogo e della documentazione disponibile, forniscono una valutazione della pericolosità relativa di un sito rispetto al complesso di quelli considerati (Pitea et al., 1998).

Negli ultimi anni, a livello internazionale sono stati sviluppati diversi metodi riconducibili alla categoria dell'analisi relativa di rischio, fra questi risultano particolarmente significativi: l'Hazard Ranking System statunitense, l'AGAPE tedesco ed il National Classification System canadese.

L'*Hazard Ranking System* (HRS) rappresenta le strumento utilizzato dall'EPA per la valutazione dei siti potenzialmente contaminati da inserire nella *National Priority List* (NPL) delle aree da sottoporre a bonifica. L'HRS, nella sua versione attuale[2], ufficializzata nel 1990, fa riferimento a quattro percorsi di diffusione dei contaminanti: acque sotterranee, acque superficiali, aria, suolo. La schematizzazione dei meccanismi di contaminazione risulta, indubbiamente, più accurata rispetto al modello originario, ma questo implica un appesantimento non trascurabile della fase di reperimento

[2] La versione originaria del modello risale al 1984 ed è stata sottoposta a revisione a partire dal 1988 (Pitea et al., 1998).

delle informazioni iniziali necessarie. Il risultato cui si perviene con l'applicazione di questa nuova versione dell'HRS, riassume in un unico punteggio (S) le valutazioni relative ai quattro possibili percorsi di contaminazione. Sulla base di tale punteggio viene redatta la lista di priorità per le *remedial action*, la cui soglia minima rimane fissata al livello di 28,50[3].

Il modello *AGAPE*, messo a punto in Germania nel 1987 dall'Agenzia per l'ambiente di Amburgo - Dipartimento per la protezione del terreno, considera cinque percorsi di diffusione dei contaminanti: acque sotterranee, acque superficiali, aria, suolo e contatto diretto. Anche in questo caso, il risultato dell'applicazione del modello consiste nella definizione di un indice sintetico (P), variabile da 0 a 100 ed ottenuto come risultato della media aritmetica dei valori relativi ai cinque possibili percorsi di diffusione.

Il *National Classification System* (NCS), messo a punto in Canada nel 1992, presenta alcune differenze rispetto ai due metodi, di cui sopra. L'NCS individua tre percorsi di diffusione dei contaminanti: acque sotterranee, acque superficiali, contatto diretto; la somma S_t, in scala da 0 a 100, dei punteggi attribuiti alle tre "vie di esposizione", rappresenta il risultato della procedura di calcolo. Per la redazione della lista di priorità di intervento, i siti vengono suddivisi in quattro categorie di rischio in base al punteggio S_t:

[3] Nella versione originaria, la scelta del punteggio discriminante 28,50 è stata dettata semplicemente dalla necessità di raggiungere l'obiettivo (fissato dalla legge CERCLA - si veda a riguardo il par. 2.2 -) di inserire almeno 400 siti nella primissima elaborazione della NPL (Pitea et al., 1998)

- $70 \leq S_t \leq 100 \Rightarrow$ siti ad alto rischio, che richiedono specifici interventi
- $50 \leq S_t \leq 69,9 \Rightarrow$ siti a medio rischio, siti a medio rischio, senza un pericolo "imminente"
- $38 \leq S_t \leq 49,9 \Rightarrow$ siti a medio-basso rischio, per i quali sono opportune ulteriori indagini per verificare la classe di appartenenza
- $S_t \leq 37 \Rightarrow$ siti a basso rischio, che non necessitano di alcun intervento.

Al valore S_t viene affiancato un punteggio di affidabilità, funzione della esaustività delle informazioni raccolte, per il quale è stata stabilita una soglia, oltre la quale i siti non possono essere inseriti in nessuna delle classi sopra descritte: la valutazione viene sospesa in attesa di acquisire informazioni più complete.

In generale, il problema che caratterizza l'estensione di questi modelli al caso italiano, è legato alla qualità ed alla insufficiente quantità di dati informativi disponibili sui siti italiani potenzialmente contaminati, anche quando si tratta di siti censiti nei Piani Regionali di Bonifica (Pitea et al., 1998). Proprio da queste considerazioni, sono nate alcune proposte di nuovi metodi, messi a punto a livello Regionale o Provinciale e le cui caratteristiche dovrebbero meglio rispondere alle peculiarità della situazione italiana.

3.2 - REGIONE PIEMONTE

La Regione Piemonte ha approvato in data 8 marzo 1995 le "Linee guida per gli interventi di bonifica dei terreni contaminati", messo a punto dall'Assessorato all'ambiente, Servizio Bonifiche ed in linea con quanto fatto dalla Regione nel "Piano di bonifica di aree contaminate", redatto nei primissimi anni '90, per i siti noti all'epoca.

Tale protocollo (metodo della Regione Piemonte, nel seguito), rientra tra quelli aventi un approccio tabellare al problema della definizione dei siti contaminati. Tuttavia, il metodo della Regione Piemonte è strutturato in modo da essere sensibile alle specificità ambientali del sito da analizzare ed opera con limiti tabellari diversi, in funzione della destinazione d'uso.

Vengono riconosciuti tre gruppi di destinazione d'uso riuniti sotto l'etichetta di terreno ad uso agricolo, terreno ad uso residenziale, terreno ad uso industriale.

Nella prima categoria sono ricompresi prati, pascoli e colture in qualche modo destinate ad entrare nella catena alimentare, nella seconda vengono annoverati edifici e quartieri abitativi, negozi di piccole dimensioni, verde pubblico, piccoli appezzamenti, zone urbane non pavimentate, boschi ed altre colture non correlate con la catena alimentare. Sono, infine assimilati ai terreni industriali quelli che ospitano centri commerciali di grosse dimensioni, magazzini, zone urbane pavimentate.

Per ridurre al minimo la discrezionalità nell'applicazione del metodo, sono esplicitamente indicati i procedimenti da applicare nel campionamento e nell'analisi dei contaminati presenti nelle tabelle.

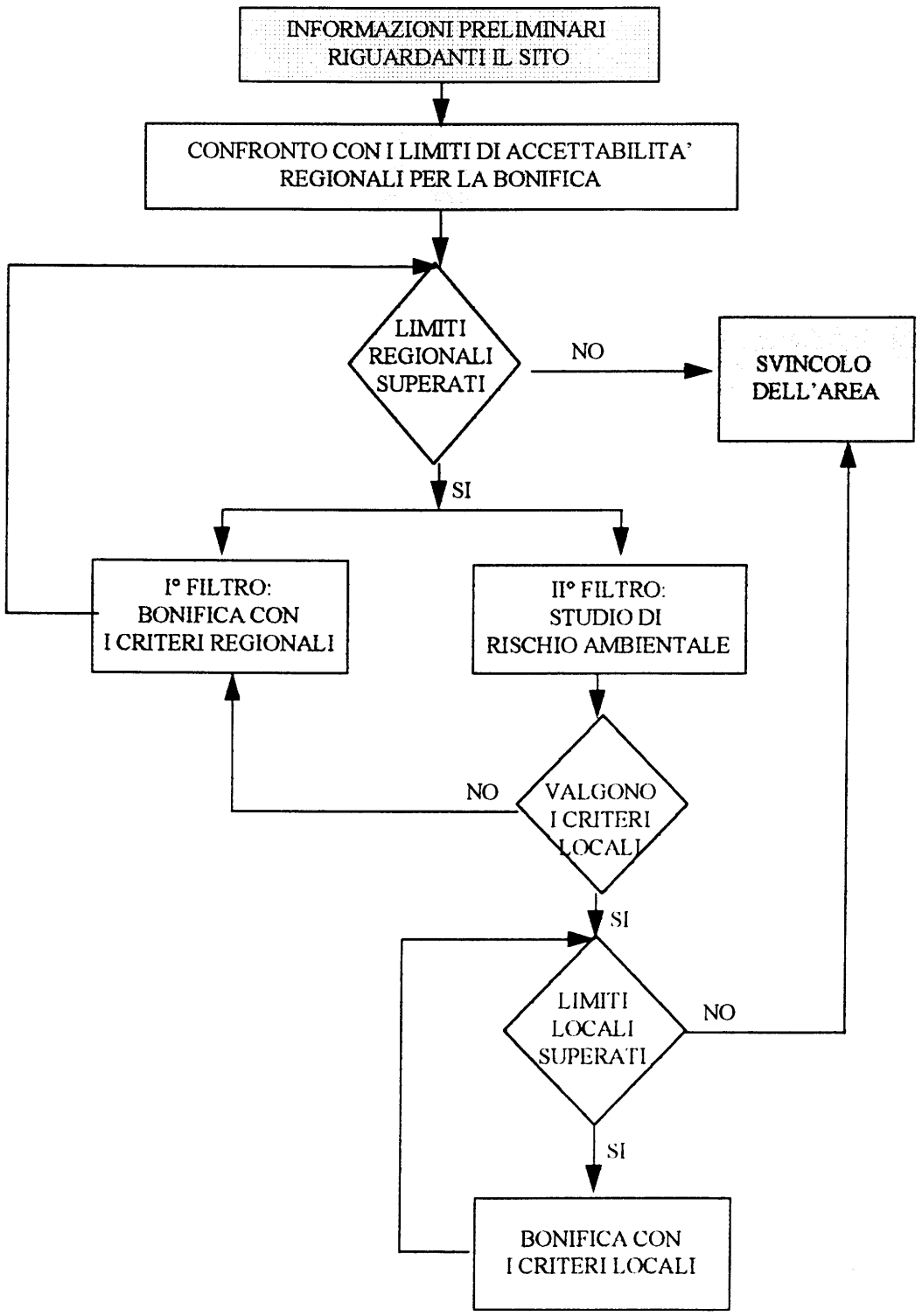
L'aspetto interessante, sviluppato nell'ambito del metodo, è la possibilità di attuare un temperamento dei limiti tabellari, in funzione delle caratteristiche del sito in esame. In effetti, nello schema applicativo del metodo (si veda a riguardo il Grafico 7) vengono contemplati due "filtri" per la valutazione dell'inquinamento dell'area: il primo, più tradizionale, legato solo ai limiti tabellari, il secondo variabile in funzione delle specificità ambientali, in senso lato, del sito. In questo caso, "se si ritiene che le condizioni locali rendano accettabile una bonifica meno spinta ma ugualmente efficace, per la salvaguardia della salute umana e dell'integrità ambientale del territorio e/o se le concentrazioni di riferimento locali già superano i valori limite, la Regione ha facoltà di richiedere o autorizzare l'esecuzione di un'indagine approfondita dei rischi ambientali e la presentazione di un progetto esecutivo di bonifica, in cui vengano date motivazioni fondate di un intervento, con limiti di bonifica fissati ad hoc, tenendo conto dei fattori locali" (Regione Piemonte, 1995).

Si fa luogo, quindi, ad una valutazione specifica, sia nei casi in cui i valori di fondo risultino naturalmente superiori ai limiti tabellari prefissati, sia qualora la specificità del sito dipenda da peculiarità di carattere idrogeologico, geomorfologico, dalle caratteristiche chimico-fisiche e di contenimento dei rifiuti rinvenuti o dalle caratteristiche dei bersagli rilevanti da tutelare

Sarebbe, a nostro avviso, opportuna l'implementazione di indicazioni più precise sugli gli attori o gli elementi che possono avviare tale procedura alternativa, per contrastare il rischio della soggettività.

Il metodo sottolinea la necessità, almeno nella fase preliminare di indagine, prima della definizione del progetto esecutivo, di reperire tutte le notizie già disponibili sul sito al fine di contenere tempi e costi. In particolare, oltre ai dati consueti, viene evidenziata la necessità di indagare la storia del sito, onde identificare i precedenti usi dell'area e parallelamente ipotizzare tempi e modi di contaminazione dell'area stessa.

Graf. 7 - Schema del metodo della Regione Piemonte



Fonte: Nostra schematizzazione del metodo

3.3 - PROVINCIA DI MILANO

Lo standard di qualità dei terreni, messo a punto dalla Provincia di Milano, è stato concepito considerando come unico bersaglio da tutelare la caratteristica di potabilità delle acque sotterranee. In quest'ottica, il livello di contaminazione dei terreni risulta rilevante, ai fini della bonifica, solo nel momento in cui, detta contaminazione, è suscettibile di generare un percolamento ed una contaminazione della falda sottostante, di proporzioni tali da mettere a rischio il carattere di potabilità delle acque.

Il metodo, che si sviluppa attraverso i passaggi riassunti nel grafico 8, messo a punto nel 1995, fa riferimento alla normativa vigente al momento e quindi segnatamente al DPR 915/82 ed alla relativa Delibera attuativa del 27/07/84, oltre al Decreto Ministeriale riguardante l'etichettatura di sostanze pericolose 50/93, per i limiti del terreno tal quale, e alla cosiddetta Legge Merli 319/76 e al DPR 238/88 per i limiti dell'eluato.

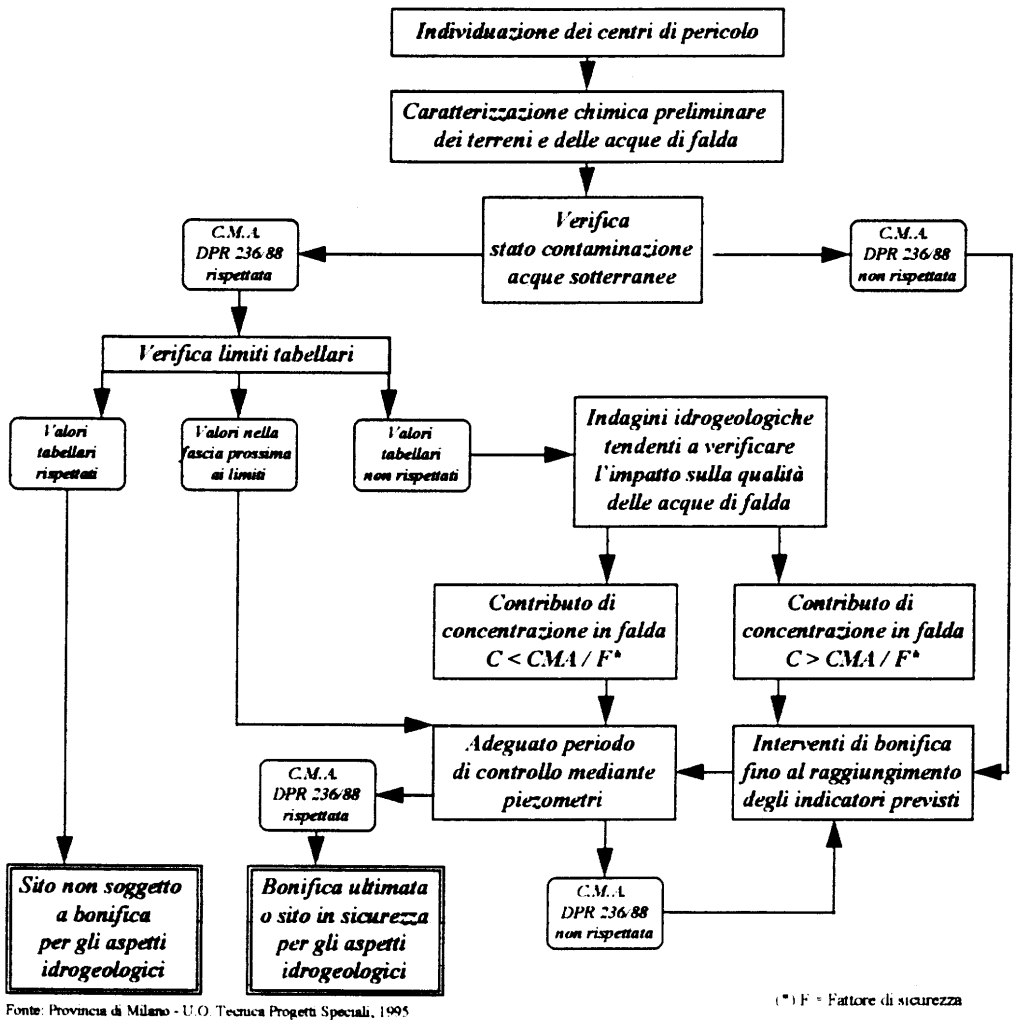
In questo metodo, il confronto con i limiti tabellari previsti a livello normativo risulta coniugato con alcune valutazioni basate su strumenti matematici e statistici, volutamente di semplice applicazione, che consentono di valutare il rischio in funzione delle caratteristiche sia dei terreni sia idrogeologiche, associate al sito in esame.

Per l'applicazione del metodo risulta essenziale disporre dunque, oltre che delle caratteristiche qualitative dei terreni, anche di tutti i dati riguardanti i parametri idrogeologici dell'acquifero locale,

le caratteristiche del terreno non saturo ed i dati termopluviometrici dell'area.

Il metodo è strutturato in modo da consentire di distinguere la presenza di contaminanti nella falda, provenienti o meno dal sito in esame, e punta sulla valorizzazione delle informazioni esistenti, per un corretto dimensionamento delle indagini preliminare da porre in essere.

Graf. 8 – Schema del metodo della Provincia di Milano



Fonte: Provincia di Milano - U.O. Tecnica Progetti Speciali, 1995

3.4 - REGIONE LOMBARDIA

Lo standard di qualità dei suoli, approvato con deliberazione del 1° agosto 1996, si basa sul principio che gli obiettivi di bonifica dipendono dalla destinazione d'uso dell'area. Sono previsti quattro possibili utilizzi del suolo: verde pubblico e privato, agricolo, residenziale e industriale.

Se la contaminazione presente risulta compatibile, sia con l'uso previsto, sia con l'obiettivo di protezione delle acque sotterranee "non è necessario alcun intervento di bonifica sul suolo e sul sottosuolo". Addirittura, se non vi è alcun utilizzo dell'area e viene rispettato l'obiettivo di salvaguardia delle acque sotterranee, non è necessario effettuare alcun intervento su suolo e sottosuolo. Si tratta naturalmente di un'ipotesi limite, soprattutto in una regione come la Lombardia in cui il territorio risulta particolarmente sfruttato sia a causa dell'elevata densità abitativa[4] sia a causa dell'alta concentrazione di attività commerciali, industriali (area metropolitana milanese, Brianza, zona dei laghi) e agricole (si consideri, ad esempio, l'elevatissima produzione risicola del sud-ovest della regione e della provincia di Pavia in particolare). Cionondimeno, il fatto che la Regione abbia ritenuto opportuno l'inserimento di detta clausola nel protocollo, è una spia preziosa delle problematiche organizzative e di costo connesse con ogni singola bonifica e costituisce un chiaro segnale della

[4] Con oltre 8.900.000 abitanti, pari al 15,6% della popolazione nazionale, risulta di gran lunga la regione più popolosa del paese (seguita a debita distanza dalla Campania con poco più di 5.700.000 abitanti) e con una densità di abitanti per kmq che supera le 373 unità (ISTAT, 1996).

necessità, per gli Enti locali, di sfoltire dal novero dei siti contaminati tutte le aree a minimo impatto ambientale.

Fatto salvo quanto sopra esposto, appare opportuna la specifica che impone almeno la bonifica delle sorgenti di contaminazione eventualmente presenti (impianti, serbatoi, ecc.) prima di procedere al riutilizzo dell'area e comunque "lo stato di contaminazione residua del terreno non deve comportare modificazioni nei parametri ambientali (biologici, chimici, fisici) tali da ostacolare le normali attività di vita, lavoro e svago".

Le aree da sottoporre a verifica sono le discariche incontrollate, le attività industriali dismesse e tutte le aree alterate da sversamenti accidentali o abusivi. Appare interessante, a riguardo, l'uso del termine discariche *incontrollate* e non discariche *abusive* come normalmente si trova. La definizione della Regione Lombardia appare assai rispondente a due problemi già evidenziati: in primo luogo il perdurare fino agli anni '80 di una sostanziale vacanza legislativa in materia, e quindi l'incongruità del termine *abusivo,* in secondo luogo, nel termine *incontrollato*, ben si collocano anche tutte le discariche utilizzate dagli enti locali (e quindi non rientranti nell'accezione comune di abusivo) per lo smaltimento di RSU fino al 1982, che hanno operato spesso in condizioni di pressoché totale assenza di monitoraggi e quindi devono, a loro volta essere oggetto di verifica nell'ambito dei piani di bonifica.

Il protocollo prevede una valutazione preliminare dell'area da formulare sulla base dei dati esistenti, delle testimonianze raccolte e

della ricognizione sul sito. Qualora i dati disponibili non fossero sufficienti, per esprimere una valutazione, o qualora i dati raccolti facessero giudicare l'area probabilmente contaminata, si farebbe luogo ad un'indagine più approfondita previa definizione di un "piano di campionamento e di analisi del suolo e del sottosuolo" (Regione Lombardia, 1996). In questa fase di avvio del piano di bonifica che, a nostro avviso, riveste un ruolo di primaria importanza per la selezione dei siti da inserire in una prima lista di priorità, si potrebbe configurare l'implementazione di criteri uniformi per l'analisi preliminare, onde evitare che la valutazione, nel suo complesso, sia affidata al parere espresso dal soggetto (o soggetti) che ha raccolto le informazioni ed effettuato il sopralluogo.

Una maggiore uniformità nel reperimento e nell'archiviazione dei dati potrebbe facilitare il confronto fra i vari siti analizzati onde predisporre la più volte citata lista di priorità.

A nostro avviso, a fronte della molteplicità delle situazioni di degrado, che dovranno essere valutate, sarebbe interessante cercare di mettere a punto degli schemi in grado di riassumere i risultati ottenuti dall'indagine sul campo e dallo studio delle informazioni disponibili, cercando di minimizzare sia le eventuali pressioni esterne esercitate direttamente o indirettamente dalle comunità locali residenti o da gruppi ambientalisti, nel caso di aree di interesse naturalistico, sia la componente soggettiva del valutatore che può, ad esempio generare una sovrastima cautelativa del rischio, anche per contenere l'alea di responsabilità.

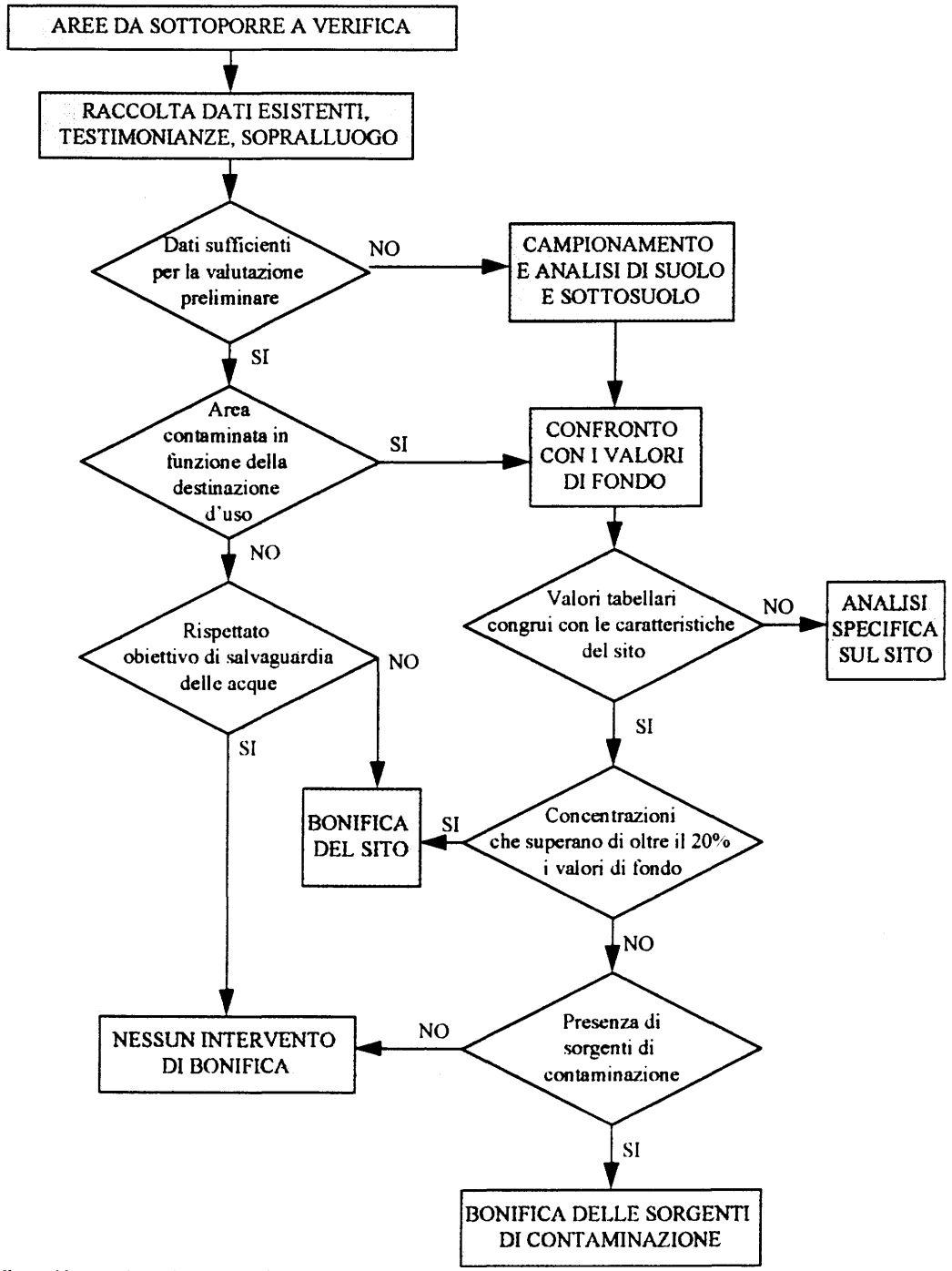
Superata la fase dell'indagine preliminare, la metodologia adotta criteri ben precisi per definire i terreni da assoggettare a bonifica e particolare attenzione viene posta nella tutela delle falde sottostanti le aree contaminate.

Il sistema di analisi si basa sul confronto con "valori di fondo" di carattere tabellare, allegati al metodo e la cui concentrazione limite varia in funzione della destinazione d'uso dell'area.

In particolare "la decontaminazione del suolo e del sottosuolo deve raggiungere concentrazioni che siano protettive verso le acque sotterranee". Vengono quindi elencate le normative ed i limiti di riferimento per il confronto tabellare.

Anche nel metodo della Regione Lombardia, schematizzato nel Grafico 9, viene contemplata la possibilità di attivare un'analisi specifica su uno o più dei contaminanti rinvenuti nel sito, qualora i relativi parametri tabellari non fossero ritenuti congrui con le specificità del caso in esame. I possibili promotori di dette indagini supplementari vengono individuati in Regione, Provincia, Comune e/o privati.

Graf. 9 - Schema del metodo della Regione Lombardia



Fonte: Nostra schematizzazione del metodo

3.5 - REGIONE EMILIA ROMAGNA

La Giunta regionale con deliberazione del 25/05/1996, ha approvato il protocollo contenente le *Direttive tecniche di riferimento per le bonifiche delle zone inquinate* (metodo della Regione Emilia Romagna, nel seguito). Il metodo, schematizzato nel grafico 10, appare di particolare interesse per l'attenzione che viene posta alla fase di definizione della stima preliminare del rischio. Come si è visto, anche negli altri protocolli già esaminati, le indagini preliminari si incentrano sulla raccolta dei dati esistenti e delle testimonianze reperibili presso la popolazione residente in prossimità dell'area. L'aspetto innovativo proposto dal metodo emiliano consiste nella predisposizione di una scheda tipo, standardizzata, che deve essere compilata possibilmente da tre persone con diversa formazione scientifica, tramite la quale "individuare i fattori di rischio connessi alla sorgente, alle vie di migrazione ed ai bersagli potenziali". La scheda di sopralluogo, articolata in 9 pagine, prevede tra l'altro la predisposizione di informazioni riguardanti il contesto territoriale sia antropico sia naturale, le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche, l'idrografia e gli usi delle acque presenti in prossimità del sito, una descrizione della tipologia del sito (discarica, area industriale, deposito abusivo, ecc.) e delle sue peculiarità, le condizioni dell'accumulo di rifiuti (volumetria, stabilità, presenza di vegetazione, di percolato, stabilità, ecc.), eventuali misure di contenimento del rischio già poste in essere. Forse, nel tentativo di uniformare e standardizzare le informazioni reperibili sui siti, si è raggiunto un

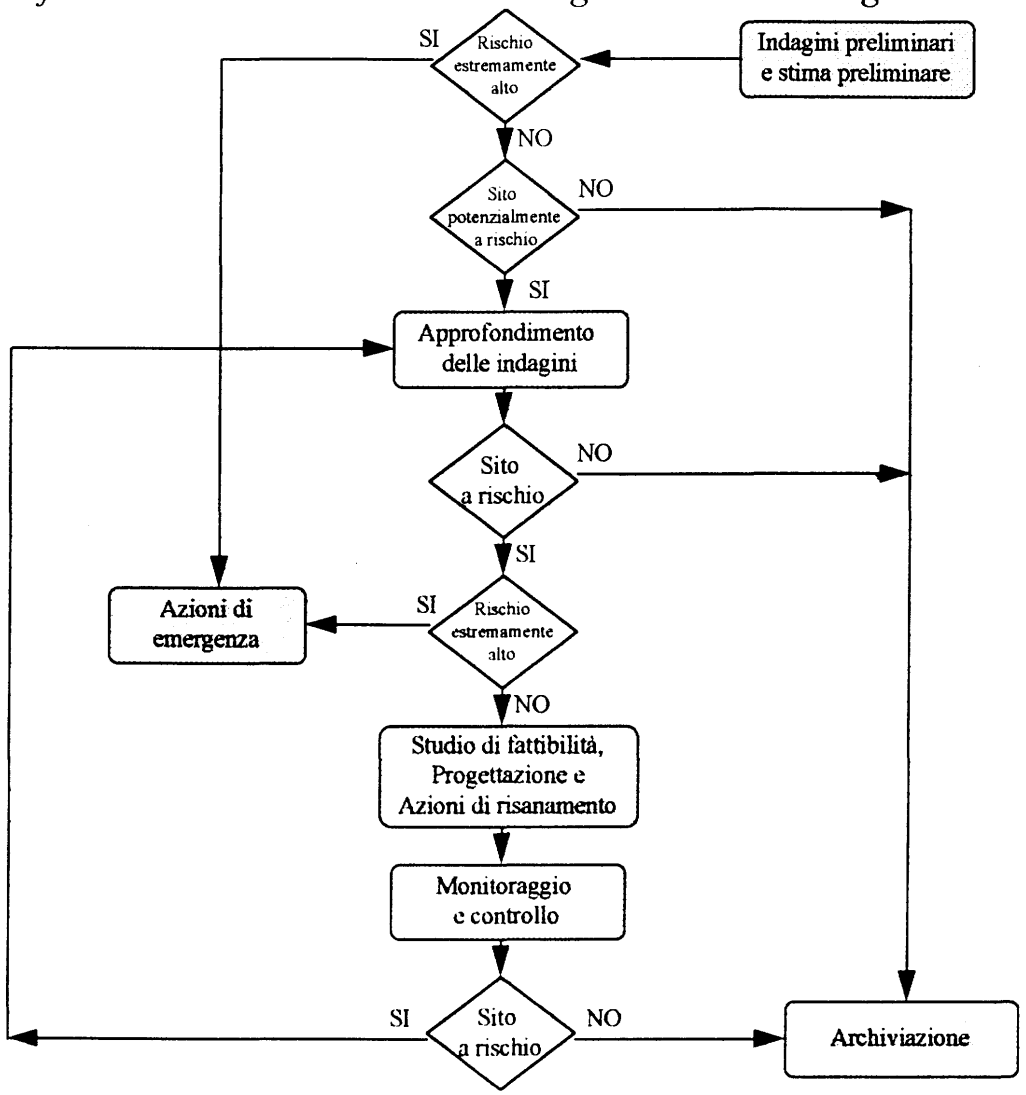
livello di dettaglio notevole, a fronte di notizie da reperire fra quelle già disponibili.

Assai rilevante è l'obiettivo dichiarato di minimizzare gli incrementi di complessità ambientale in quanto, giustamente, "ogni concessione produce un aumento notevole della complessità di calcolo e maggiore dispendio di risorse economiche e finanziarie, inoltre il metodo diventa sempre meno comprensibile e meno piacevole nell'uso". Fatta salva la necessità di approfondire le indagini anche a fronte di costi maggiori, qualora la gravità dei casi lo richiedano, viene proposta una metodologia di calcolo semplice che, sulla base dei dati raccolti durante il sopralluogo visivo, consenta di definire una stima del rischio, inteso come

$$R = M * P$$

dove M e P sono rispettivamente la magnitudo e la probabilità del danno considerato. Negli allegati al protocollo ne vengono dettagliati i valori convenzionali, oltre alle schede per la stima della magnitudo dei danni relativamente 12 fattori di rischio e relativi bersagli, più una categoria aggiuntiva per altri fattori.

Graf. 10 - Schema del metodo della Regione Emilia Romagna



Fonte: Nostra schematizzazione del metodo

3.6 - CONSIDERAZIONI

I metodi di cui si sono presentati gli aspetti essenziali, nelle pagine precedenti, costituiscono interessanti interventi, da parte degli Enti periferici, lungo la direttrice della politica di tutela dell'ambiente.

L'aspetto indubbiamente positivo, che accomuna tutti i metodi presentati, è quello di avanzare soluzioni concrete all'annosa questione della valutazione dei siti contaminati, che non ha ancora una organica risposta da parte degli Enti Pubblici.

Questi metodi, oltre a rappresentare pregevoli risultati della sinergia di professionalità diverse presenti a livello delle autorità locali, esprimono tutta l'urgenza di disporre di strumenti operativi per superare lo stato di costante emergenza vissuto sia da chi ha responsabilità operative nel settore, sia, spesso, dalla collettività.

Tutti i metodi presentati concordano sulla necessità di limitare gli interventi ai soli siti, che presentino un reale rischio per la salute dell'uomo e per la tutela dell'ambiente.

A nostro avviso, per razionalizzare l'impiego delle risorse, scarse, disponibili, a questo occorre aggiungere che:

a) ***ad un basso rischio*** deve corrispondere un livello di ***disinquinamento contenuto***, onde evitare di distogliere mezzi dal trattamento delle situazioni più gravi: le risorse economico-finanziarie, in quanto scarse (o quanto meno limitate), devono essere utilizzate in modo razionale, ottimizzando i benefici che ne può trarre la società;

b) assunto che la discarica abusiva o incontrollata non è una realtà omogenea, la griglia di valutazione e successivamente la ***bonifica, non sempre*** e non necessariamente si deve estendere all'***intero sito*** (procedura già applicata con successo negli USA, si veda riguardo il paragrafo 2.2). In tal modo il finanziamento occorrente non sarà correlato con l'intera area, bensì con un singolo evento all'interno dell'area stessa;

c) a livello macro, occorre valutare le ***caratteristiche del terreno di riferimento*** circostante, dal momento che in alcune zone possono essere rinvenuti elementi di solito considerati contaminanti e che, invece, sono normalmente presenti in quello specifico suolo.

Inoltre, sia nel metodo proposto dalla Regione Piemonte che in quello proposto dalla Regione Lombardia, viene esplicitamente riconosciuto il criterio in base al quale i livelli di bonifica devono essere graduati in funzione della destinazione d'uso del territorio interessato nel rispetto della salvaguardia ambientale. A parità di caratteristiche dei terreni, maggiore è il coefficiente di sicurezza che si richiede al sito bonificato, maggiori sono i costi da sostenere per l'intervento. In questa prospettiva, appare come un'inutile spreco di risorse spingere la bonifica di un'area, destinata ad insediamenti industriali, fino a livelli pari a quelli richiesti per aree destinate ad ospitare, ad esempio, un parco giochi per bambini.

Nell'ottica di una minimizzazione dell'impiego di tempo e risorse, vista la quantità di siti che necessitano di una valutazione, e quindi di bonifica, tutti i metodi riconoscono la necessità di operare facendo un utilizzo prioritario di tutte le informazioni già disponibili, o

facilmente reperibili, inerenti il sito stesso. Fatta salva questa unità di intenti, si osserva una certa divaricazione nell'impiego che operativamente viene fatto di queste informazioni: da un lato il metodo della Regione Lombardia ne lascia completa libertà di impiego, per la formulazione di una valutazione, da parte di chi ha effettuato il sopralluogo; il metodo proposto dalla Regione Emilia Romagna, prevede la compilazione, in fase di sopralluogo, di una scheda di valutazione che si sviluppa in ben 9 pagine. A nostro avviso, si tratta di due approcci che necessitano di un temperamento, per evitare, in un caso, di generare soggettività e nell'altro, di ostacolare l'applicazione del metodo, quando le notizie esistenti non siano abbastanza dettagliate.

Nell'ottica di una ottimizzazione dell'impiego delle risorse, sia il metodo della Regione Piemonte, sia quello della Regione Lombardia, riconoscono esplicitamente la necessità di un confronto di compatibilità dei limiti di accettabilità standard, con le caratteristiche dell'area analizzata. In particolare il metodo della Regione Piemonte, introduce il meccanismo di un doppio filtro, che in funzione delle specificità locali, contempla la possibilità di introdurre limiti di bonifica fissati *ad hoc*. Risulta da implementare, invece a nostro avviso, sia l'iter operativo sia gli attori che devono intervenire affinché tale deroga sia attivata con omogeneità, nel tempo e nello spazio.

Il metodo proposto dalla Provincia di Milano si sviluppa nell'ottica di uno snellimento delle analisi necessarie per la formulazione di una valutazione e, per raggiungere questo obiettivo,

individua nella caratteristica di potabilità delle acque sotterranee, il parametro di riferimento. La scelta deve, senza dubbio, essere ricondotta alla rilevanza della componente idrica, sia nel mantenimento dell'equilibrio ambientale sia nella tutela della salute dell'uomo. Tuttavia, il rischio che si scorge, a nostro avviso, è quello di trascurare altre matrici ambientali rilevanti che possono essere sensibili alla diffusione di contaminanti, prima che questi facciano sentire i loro effetti sulla falda ad uso idropotabile.

Se da un lato, i metodi esaminati concorrono alla precisazione del quadro di rischio potenziale, connesso con un sito, d'altro canto si avverte, a nostro avviso, la necessità di uno sviluppo dei metodi stessi, onde perseguire un momento riassuntivo dell'intero processo valutativo. Si evidenzia, infatti, l'opportunità di disporre di un "punteggio di sintesi", da utilizzare nella redazione di una lista di priorità per gli interventi di bonifica.

I metodi presentati, nel loro complesso, offrono una serie di spunti di riflessione interessanti dal punto di vista sia delle soluzioni proposte, sia dei problemi che rimangono aperti o meritevoli di implementazione.

In effetti, le considerazioni emerse dall'analisi di tali metodi, hanno contribuito ad indicare il percorso di ricerca che maggiormente necessitava di approfondimenti, al fine di elaborare un nuovo strumento orientato ad integrare e, ove possibile, completare la modellistica di settore.

CAPITOLO 4
IL RADAR AMBIENTALE:
PROPOSTA DI UN NUOVO STRUMENTO

4.0 - PREMESSA

Il contributo che questo lavoro di ricerca vuole dare per la soluzione del problema della bonifica del territorio, s'inserisce nella fase dell'analisi speditiva, fondamentale per individuare dove e quando intervenire sul territorio al fine di realizzare un piano di bonifica coerente, da un lato con le esigenze di tutela della salute dell'uomo e di salvaguardia dell'ambiente, dall'altro compatibile con i vincoli tecnologici ed economici esistenti.

Fondamentale e improcrastinabile elemento di partenza per la stesura di tale piano è la redazione di un censimento dei siti potenzialmente contaminati, che consenta di farne conoscere i caratteri qualiquantitativi. Come evidenziato nelle pagine precedenti, infatti, il nodo cruciale del settore consiste proprio nel fatto che, *a tutt'oggi e non solo a livello nazionale, non si conoscono le dimensioni esatte del problema.*

Nello svolgimento di questo lavoro di ricerca si è operato in un'ottica propositiva, mirata all'implementazione di uno strumento operativo che contribuisca a formulare risposte ad alcune delle numerose questioni irrisolte. L'obiettivo è stato quello di elaborare uno strumento di valutazione dei siti potenzialmente contaminati, onde selezionare quelli a reale rischio ambientale e redigere per questi ultimi una lista di priorità degli interventi.

Tale strumento, denominato ***Radar Ambientale,*** è stato pensato alla luce delle problematiche sopra descritte in un'ottica volutamente pragmatica e di semplice applicazione.

Il *Radar Ambientale* nasce come ricerca metodologica finalizzata alla semplificazione dei parametri essenziali interpretativi e può diventare strumento di lavoro per coloro (Enti Locali e tecnici) che operano nella fase speditiva di valutazione del rischio relativo; tuttavia, attraverso un'adeguata parametrizzazione, esso può risultare di utile supporto anche in fase più avanzata di bonifica.

L'approccio al metodo può essere totalmente analitico, avendo la disponibilità di tutti i dati richiesti dai vari parametri. Nello stesso tempo può avere un'applicazione di prima indicazione utilizzando dati analitici, rilievi e valutazioni desunte da informazioni storiche o da interviste presso gli operatori del settore, ma anche presso la popolazione, ad esempio, per verificare la presenza di odori nell'aria o per conoscere le analisi effettuate su pozzi privati dell'area limitrofa.

A riguardo, risulta essenziale, nella fase iniziale della valutazione, cercare di reperire tutte le informazioni disponibili sulle tipologie di rifiuto che si sospetta siano state sversate nella zona oggetto di indagine: caratteristiche, pericolosità, eventuale reattività con specifiche sostanze. Per contenere tempi e costi dell'analisi speditiva, è opportuno ricorrere alle raccolte di dati reperibili presso Enti Locali (per conoscere usi del suolo e vincolistica), Autorità Sanitarie, Associazioni ambientaliste, Istituti di ricerca pubblici o

privati: dalla documentazione topografica[1] alle fotografie aeree, alle indagini geologiche e idrogeologiche, dalle caratteristiche dell'acquifero destinato ad uso potabile alla caratterizzazione delle aree sensibili e critiche dal punto di vista ecologico, all'ubicazione ed alla destinazione d'uso dei pozzi, fino all'evoluzione della struttura abitativa, industriale o viaria della zona[2]. Occorre, inoltre, cercare informazioni sull'eventuale presenza di strutture non più visibili in sede di sopralluogo, come ad esempio cisterne interrate, di cui valutare consistenza numerica, contenuto, epoca di fabbricazione ecc. La consistenza degli ammassi e l'eterogeneità degli stessi, rendono maggiormente probabile la presenza di sostanze tossiche o di sviluppo di queste ultime, in caso di incendio. Nel caso di aree industriali dismesse diventa, dunque, elemento strategico conoscere l'evoluzione storica dell'insediamento, le tecnologie susseguitesi nel tempo, l'attività commerciale e le caratteristiche dei clienti delle ditte che hanno operato nell'area o che hanno avuto rapporti con le attività via via in atto.

Si dovranno, inoltre, identificare le eventuali analisi chimico-fisiche e geologiche che, ottimizzando il rapporto tra significatività del dato, tempi e costi di analisi, consentano di mettere a punto i dati mancanti. "Per molte informazioni relative ad incidenti, condizioni di stoccaggio, forme abusive di smaltimento dei rifiuti o precedenti alla moderna legislazione, sarà utile procedere ad interviste dirette sia con gli operatori sanitari e tecnici degli enti pubblici sia con dirigenti e

---

[1] Documenti cartografici su varie scale sono disponibili presso l'Istituto Geografico Militare (carte topografiche), gli Uffici Cartografici delle Regioni (carte topografiche e tematiche), il Servizio Geologico d'Italia (carta geologica) (Egidi, Vannini, 1995)

[2] "Relazione del Gruppo *ad hoc* sulla qualità dei suoli", Appendice al Rapporto del Progetto n.1 "Gestione del territorio e smaltimento dei rifiuti tossici e nocivi", Convenzione Università degli Studi di Pavia - Fondazione Lombardia per l'Ambiente di Milano, 1994-1995.

personale delle imprese interessate o anche consultare genericamente la cittadinanza"[3]. A completamento della fase di acquisizione delle informazioni, dovranno essere effettuati uno o più accurati sopralluoghi che consentano di verificare ed integrare quanto già acquisito, verificando la stratificazione storica delle attività ivi sviluppate.

[3] Ambiente Italia (a cura di) "Il risanamento delle aree contaminate", F. Angeli Ed., Milano 1991

4.1 - FASI PRELIMINARI

Il processo di elaborazione del "*Radar Ambientale*" è stato lungo e articolato, a causa della complessità dell'ambito di indagine, di cui si è dato conto nelle pagine precedenti. Attraverso passaggi successivi sono stati individuati prima i parametri ambientali essenziali poi i supporti grafici più adatti per formulare una valutazione unitaria e significativa del rischio connesso con i siti potenzialmente contaminati. Quindi, si è applicato lo strumento sul campo, testandolo su alcuni siti contaminati, onde verificarne validità e selettività.

Innanzi tutto, sono stati definiti alcuni termini fondamentali, per la valutazione del rischio, dal momento che la letteratura in materia risulta alquanto copiosa (segnatamente nel campo della valutazione d'impatto ambientale) e non sempre uniforme nella terminologia adottata.

Gli elementi di riferimento da cui partire, per sviluppare il processo di valutazione del rischio, sono sostanzialmente:

- **la sorgente**, cioè le caratteristiche specifiche chimico-fisiche della fonte inquinante,

- **la trasmettività,** cioè i possibili canali di trasmissione o i punti di contatto che possano generare contaminazione,

- **il bersaglio**, cioè l'oggetto (comunità antropiche, falda, altri elementi rilevanti dal punto di vista idrogeologico: terreni, biocenosi, flora, fauna, ittiofauna, ecc.) potenzialmente interessato dall'evento inquinante.

- **il rischio**, la cui valutazione poggia sostanzialmente sulla portata e sulle implicazioni, cioè sulla magnitudine dell'eventuale

evento inquinante (m) e sulla probabilità che lo stesso si verifichi (p), è dato dal prodotto p*m.

Assunte queste definizioni, si è fatto luogo ad una fase di valutazione dei potenziali parametri ambientali rilevanti onde operare una selezione tra i molteplici aspetti che nella loro complessità caratterizzano l'ambiente naturale.

In prima battuta, i due "macrobersagli" individuati, sono stati l'ambiente (in senso lato: flora, fauna, acque, aria, territorio) e la salute dell'uomo. Si tratta di bersagli strettamente interagenti in quanto, una compromissione più o meno grave dell'equilibrio insito nel sistema ambiente, si ripercuote sia sulla salute dell'uomo, sia sulla fruibilità dell'ambiente stesso a fini ricreativi e di approvvigionamento di materie prime.

La prima bozza dello strumento di valutazione del rischio è stata strutturata, dunque, a partire dai soli bersagli salute pubblica e ambiente per ciascuno dei quali sono state formulate 5 classi che riassumono, per livelli crescenti di gravità, la magnitudine delle conseguenze dell'evento. Le classi di eventi sono schematizzate nelle tabelle 11 e 12.

Tab.11 - Classi di eventi per il bersaglio "salute pubbica"

SALUTE PUBBLICA	
α	lesioni o disturbi assolutamente trascurabili
β	esposizione con effetti invalidanti rapidamente reversibili
γ	infortunio o esposizione con effetti invalidanti reversibili
δ	infortunio o esposizione, cronica o acuta, con effetti irreversibili e/o parzialmente invalidanti
ε	infortunio o esposizione, cronica o acuta, con effetti totalmente invalidanti o letali

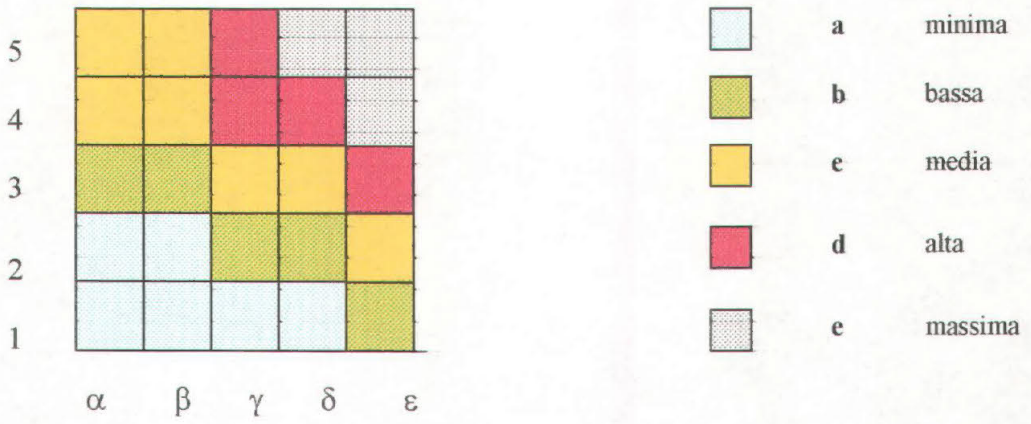
Tab.12 - Classi di eventi per il bersaglio "ambiente"

AMBIENTE	
1	nessun danno significativo
2	danno di modesta entità
3	danno singolo grave
4	danno singolo molto grave o collettivo grave
5	danno collettivo molto grave

Dal momento che, non necessariamente il livello di gravità degli effetti risulta lo stesso sui due parametri, si è posto il problema di "incrociare" le due valutazioni, onde disporre di un valore unitario della magnitudo da trattare nel calcolo finale del rischio. La letteratura di settore compone spesso valutazioni di questo tipo attraverso algoritmi di carattere additivo o moltiplicativo. Nel presente caso, poiché lo strumento in elaborazione dovrebbe essere utilizzato nella fase dell'analisi speditiva, su di un numero potenzialmente molto elevato di siti, si è preferito un approccio semplificato, realizzato attraverso l'impiego di matrici a doppia entrata, che offrono maggiore immediatezza di applicazione e migliore impatto visivo. A riguardo, occorre sottolineare che, se da un lato si è operato selezionando la modellistica più semplice ed immediata, d'altro canto si è sempre lavorato in modo da perseguire risultati validabili.

La matrice che esprime la potenziale magnitudo dell'evento attraverso la composizione dei possibili effetti della sorgente sui due bersagli individuati (le classi di eventi sono contraddistinte da una lettera dell'alfabeto greco, per il bersaglio salute pubblica, e da un numero, per il bersaglio ambiente) è riportata del grafico 11.

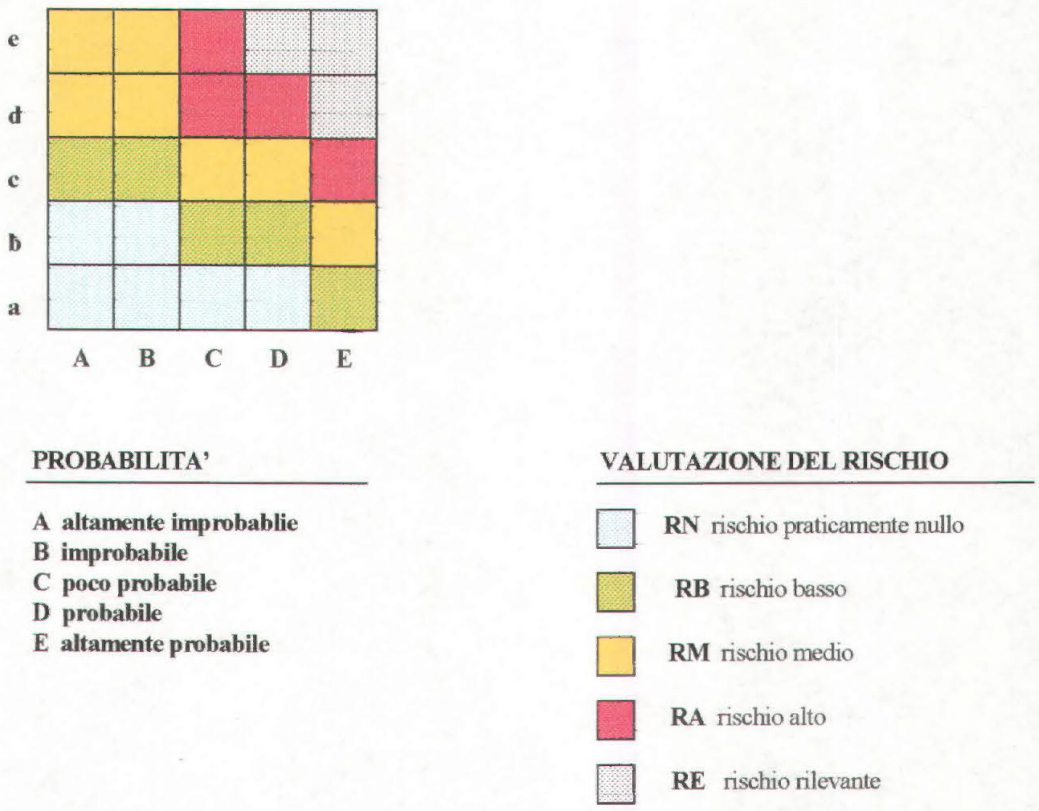
Graf.11 - Matrice della potenziale magnitudo



La magnitudo viene graduata in 5 livelli da minima a massima, ciascuno contrassegnato con una lettera minuscola.

Il passo successivo consiste nel definire il rischio attraverso l'attribuzione di una probabilità alla magnitudo già definita, con l'ausilio di una seconda matrice, detta "matrice del rischio" (grafico 12), da cui si ricaveranno 5 livelli di rischio.

Graf. 12 - Matrice del rischio



La definizione del numero di opzioni per classificare un evento varia di norma tra il tre ed il sette; nel nostro caso, sono state assunte cinque opzioni possibili, sia in considerazione di scelte già verificate in altri settori, quali ad esempio la valutazione dei rischi negli ambienti di lavoro o in alcune tipologie di perizie tecniche, sia perché si ritiene che le classi in numero di cinque possano offrire le opportunità di meglio garantire una valutazione oggettiva. La posizione centrale delle classi, infatti, rappresenta un livello medio, ed è ragionevole ritenere che il valutatore possa essere aiutato ad oggettivare le scelte tra due sole alternative in positivo e due in negativo. Altre esperienze offrono sette o più opzioni, ma allora è necessario utilizzare delle griglie di valutazione che abbisognano una specifica formazione: non è sembrato opportuno, in un ambito di analisi speditiva, adottare questa procedura. La scelta delle 5 opzioni sarà mantenuta in tutte le successive fasi di implementazione dello strumento, fino alla formulazione finale.

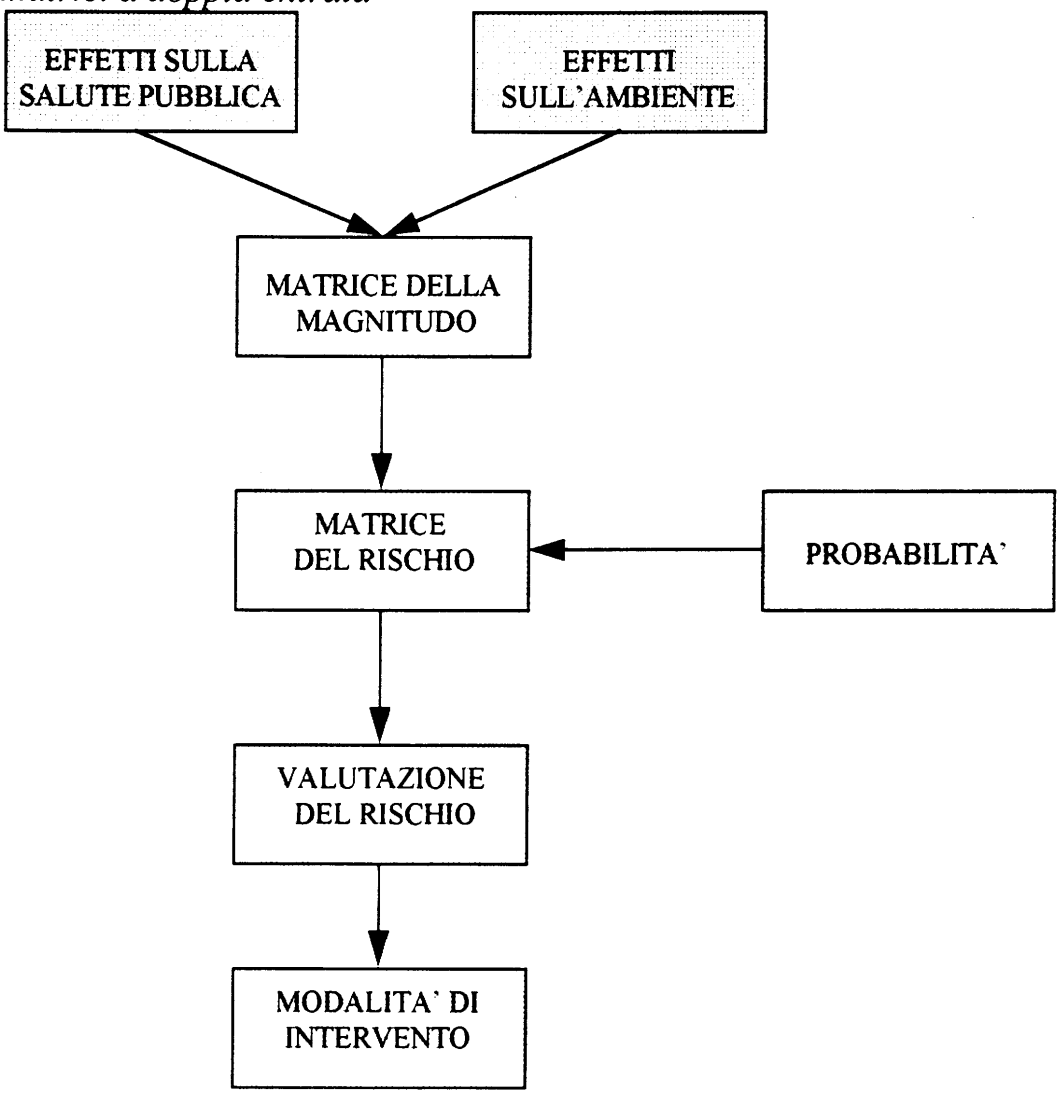
Il passaggio successivo è consistito nella definizione delle tipologie di intervento da adottare, in corrispondenza dei diversi livelli di rischio risultanti dall'applicazione dello strumento delineato. Le priorità di intervento che sono emerse sono state riassunte nella tabella 13.

Tab. 13 - Procedura di pianificazione degli interventi

VALUTAZIONE DEL RISCHIO	PRIORITA' DI INTERVENTO
RN	non necessita azioni di intervento
RB	azioni di intervento da programmare nel lungo periodo
RM	azioni di intervento da programmare nel medio periodo
RA	azioni di intervento da programmare nel breve periodo
RE	azioni di intervento immediato ed indilazionabile

Il percorso fin qui seguito, nello svolgimento del processo di valutazione, può essere schematicamente rappresentato da un diagramma di flusso come quello riportato nel grafico 13.

Graf. 13 - Diagramma di flusso della valutazione del rischio con matrici a doppia entrata



L'aspetto positivo introdotto da questo sistema, oltre all'indubbio impatto visivo, è da ricercare nell'estrema sintesi che riesce ad offrire al termine del procedimento: i livelli di entità del rischio portano alla definizione di cinque sole tipologie, sulla base delle quali sarebbe abbastanza semplice redigere una lista di priorità

degli interventi. Peraltro, quest'elevata semplificazione rischia di non essere più giustificata nel momento in cui, in una fase immediatamente successiva, occorra definire priorità di intervento tra siti molto probabilmente a rischio. La contenuta flessibilità anche a fronte della disponibilità di dati aggiuntivi, superata la fase d'avvio del piano di bonifica di un certo ambito territoriale, può ridurre la selettività dello strumento nella comparazione di aree contaminate. L'altro limite, che è emerso nell'applicazione di questa metodologia, è legato alla non immediatezza dello strumento matrice, da applicare in successione.

Sulla base delle esperienze acquisite sul campo, si è evidenziata la necessità di dettagliare maggiormente il rischio connesso con l'ambiente. In effetti, nel termine ambiente sono riassunti una pluralità di bersagli diversi, meritevoli di livelli di tutela diversi e variamente impattanti sulle possibilità di riutilizzo dell'area, al termine di un eventuale intervento di bonifica o di messa in sicurezza. La matrice a doppia entrata non costituisce un supporto sufficientemente articolato per realizzare in modo semplice la valutazione contemporanea di una pluralità di parametri.

4.2 - IL RADAR AMBIENTALE

Per ovviare alle problematiche evidenziatesi nell'applicazione dello strumento sopra delineato, si è operato in più direzioni introducendo modifiche sostanziali ma conservando gli indispensabili requisiti di semplicità di approccio.

L'obiettivo che ci si poneva era quello di implementare un modello:

- equilibrato per cercare tanto di comporre i risultati di un lavoro multidisciplinare, quanto di contenere l'inevitabile soggettività connessa con le singole valutazioni personali;

- comparabile in modo da fornire risultati che rendano comparabili le diverse realtà esistenti;

- flessibile in modo da poter essere nuovamente applicato, con opportune integrazioni, in stadi successivi e via via più approfonditi della stima del rischio: la flessibilità di uno strumento rappresenta un fattore determinante di successo;

- rapido perché i siti potenzialmente inquinati o sospetti sono in numero tale da rendere improponibile non solo un'indagine approfondita di ogni singolo sito ma anche un'indagine sommaria dai costi (e tempi) non trascurabili;

- sintetico in quanto, la stima del rischio ambientale, connessa con un sito potenzialmente inquinato, richiede l'intervento di un pool di professionalità diverse, che agiscano in modo sinergico per realizzare una valutazione comune senza che, peraltro, venga meno la specificità dei singoli contributi. Risulta, dunque, essenziale che lo strumento di valutazione fornisca un dato finale sintetico ed unitario

all'interno del quale siano facilmente individuabili gli elementi che hanno concorso a formarlo.

Fatte salve quelle che sono le definizioni di base per l'elaborazione del concetto di rischio, il lavoro di ricerca è stato indirizzato a:

1) individuare quei parametri rilevanti la cui compromissione può risultare foriera di danni sia per l'ambiente sia per la salute dell'uomo;

2) scegliere il sistema per il calcolo del rischio connesso con ogni singolo parametro;

3) mettere a punto uno strumento capace di comporre le diverse tipologie di rischio individuate e abbastanza sensibile da fornire un "punteggio" aggregato, utile per la redazione della lista di priorità degli interventi.

La scelta dei parametri è stata effettuata componendo da un lato i risultati dell'esperienza acquisita attraverso studi "sul campo" in diversi siti contaminati, dall'altro gli aspetti maggiormente considerati dalla letteratura di settore, con riferimento sia a studi di impatto ambientale, sia a progetti di fattibilità, per interventi di recupero ambientale. In particolare, i parametri, su cui si basa il *Radar Ambientale*, sono stati scelti in modo da rappresentare in modo organico la molteplicità di fattori che concorrono alla definizione del rischio relativo e sono stati strutturati in modo che sia agevole una valutazione sulla base di documentazione esistente o di dati facilmente ricostruibili.

La pluralità di parametri considerati rappresenta, a nostro avviso, una scelta fondamentale per assicurare una buona sensibilità allo strumento. Infatti, l'attenzione posta a più matrici ambientali potenziale bersaglio, aumenta la capacità dello strumento stesso di rilevare alterazioni, anche puntuali, nell'area oggetto di indagine.

Si è ritenuto opportuno attribuire un peso significativo ai rischi connessi con la contaminazione delle risorse idriche, introducendo due parametri distinti per le acque superficiali e per quelle sotterranee, in quanto via di trasmissione privilegiata di buona parte degli inquinanti ed elemento di base per la diffusione degli stessi nella catena alimentare.

Si è considerato poi, il problema dei suoli che, in funzione delle specifiche caratteristiche geomorfologiche possono rappresentare, di volta in volta, un valido mezzo di contenimento dei contaminanti o un substrato permeabile ai percolati, fino alla falda sottostante.

Le emissioni gassose, sia pericolose, sia semplicemente maleodoranti (da decomposizione anaerobica, per esempio), costituiscono un parametro di grande rilevanza soprattutto in corrispondenza con una concentrazione antropica prossima al sito in esame.

A riguardo occorre aprire una piccola parentesi: il problema dell'impatto sull'opinione pubblica, generato dalla individuazione di un sito a potenziale rischio ambientale, rappresenta una variabile indipendente assai rilevante e, di fatto, difficilmente quantificabile e controllabile. Fatti salvi i risvolti sociologici connessi a questo fenomeno e che, ovviamente, esulano dall'oggetto della presente ricerca, nella definizione di una lista di priorità degli interventi di

bonifica occorre porre particolare attenzione ad eventuali segnali di malcontento popolare o ad episodi di protesta, anche se non sempre motivati, in quanto potenzialmente forieri di gravi fenomeni di turbativa nella redazione di un adeguato piano di gestione ambientale. Nell'applicazione del *Radar Ambientale* è opportuno che, in presenza di elevate concentrazioni antropiche, particolare attenzione sia posta anche verso quei fenomeni di "apparente contaminazione" (odori molesti, anche se innocui, evidenti sversamenti di materiali maleodoranti, anche se scarsamente contaminanti, ecc.) che possano suscitare l'allarme popolare.

Un parametro che non sempre viene considerato e che, invece, si è ritenuto opportuno inserire nel *Radar Ambientale* è quello relativo alle condizioni di conservazione degli eventuali manufatti presenti nell'area. Tale problema si rivela tanto più grave se si considera che, buona parte dei siti a potenziale rischio ambientale, sono riconducibili ad aree industriali dismesse, dove insistono edifici spesso fatiscenti o capannoni appartenenti alla cosiddetta "archeologia industriale". Si osservi che, il rischio che si calcola relativamente a questo parametro, non si riferisce alla valutazione di staticità, bensì agli eventuali rischi che il loro cedimento provocherebbe, coinvolgendo i materiali in essi abbandonati o stoccati. Ad esempio, qualora in un capannone si trovassero fusti contenenti sostanze che, entrando in contatto possono generare autocombustione, il rischio da calcolare non sarebbe quello causato a persone o cose dal crollo stesso, ma il rischio che si sviluppi un incendio a causa delle cattive condizioni di conservazione di stabili e contenitori[4].

[4] Il vasto e complesso argomento della bonifica degli edifici non forma oggetto del presente lavoro di ricerca.

Per ciascuno dei sei parametri considerati, è stato definito in modo dettagliato l'ambito di pertinenza ed il significato, che è stato loro attribuito nell'implementazione dello strumento.

LA PRESENZA ANTROPICA, contrassegnata con la lettera **P**, è costituita dalla popolazione circostante e dalla popolazione residente.

Nella valutazione di questo parametro non vanno considerati gli operatori addetti ad eventuali azioni di recupero parziale, o di contenimento dell'inquinamento, che si siano svolte successivamente all'individuazione del sito, essendo la salvaguardia di tali soggetti, oggetto di altra normativa[5], che esula dall'ambito di questa ricerca. Non sembra opportuno, inoltre, far rientrare tra la popolazione residente, potenziale bersaglio, gli attori della contaminazione e tutti coloro che con essi hanno collaborato.

L'estensione dell'area da considerare deve essere commisurata alle caratteristiche di sospetta pericolosità dei rifiuti abbandonati e alle dimensioni della zona oggetto di indagine. Inoltre, vanno tenute in considerazione le caratteristiche geografiche, meteoclimatiche e la densità abitativa della zona. Particolare attenzione dovrà essere posta alle strutture destinate alla fruizione da parte di categorie particolarmente sensibili (bambini, anziani, ammalati).

Occorre osservare, infine, l'accessibilità della zona oggetto di indagine, ovvero, le condizioni delle eventuali recinzioni e degli altri presidi finalizzati all'isolamento dell'area oggetto di indagine: l'accesso incontrollato da parte della popolazione circostante o di animali può costituire un veicolo per la diffusione delle sostanze pericolose.

---

[5] Si configurano i presupposti per l'applicazione della normativa sulla sicurezza negli ambienti di lavoro, 626/94.

Per ***popolazione residente*** si intendono tutti coloro che si trovano ad abitare o a lavorare stabilmente in edifici che siano stati costruiti *sulla zona* oggetto di indagine, oltre a tutti coloro che si trovino, per un periodo prolungato a fruirne, se destinata ad es. al tempo libero.

Per ***popolazione circostante*** si intendono tutti coloro che abitano o lavorano stabilmente *nell'area circostante la zona* oggetto di indagine, tutti coloro che si trovano a transitare nelle immediate vicinanze della zona oggetto di indagine, qualora sia presente un'arteria di grande scorrimento (sia viaria sia ferroviaria) e tutti coloro che fruiscono dell'area circostante, ad es. nel caso in cui si tratti di un parco o comunque di un'area protetta destinata al tempo libero.

L'informazione necessaria alla valutazione di questo parametro, nella fase di analisi speditiva, è da ricondurre alle notizie reperibili attraverso colloqui con la popolazione residente, gli addetti degli Enti Locali competenti, la stampa locale. Si può ipotizzare un ricorso a dati epidemiologici in una fase più avanzata di analisi del sito, ad esempio per definire priorità di intervento all'interno di un'area, durante la definizione del piano di bonifica.

LE ACQUE SUPERFICIALI prese in considerazione, contrassegnate con la lettera **S**, sono tutte quelle che lambiscono, attraversano, entrano in contatto con la zona oggetto di indagine. Particolare attenzione bisogna porre ai casi di sversamento dei materiali ivi presenti sia a causa di fuoriuscite di materiali conservati in contenitori in stato di degrado sia a causa del dilavamento degli agenti meteorici, qualora l'impermeabilizzazione dell'area ne

convogliasse lo scarico verso acque superficiali limitrofe. In ogni caso, le acque qui esaminate *non* sono acque destinate ad uso potabile.

Occorrerà, inoltre, valutare la frequenza "storica" di eventuali esondazioni che portando a contatto le acque superficiali con la zona oggetto di indagine, ne favoriscano il dilavamento e, quindi, la diffusione degli inquinanti nel corso superficiale

LA FALDA, contrassegnata con la lettera **F**, è articolata in falda superficiale e falda profonda.

La *falda superficiale* da sottoporre a valutazione deve essere individuata sulla base delle caratteristiche idrogeologiche (note) dei terreni interposti fra la base d'appoggio dei materiali pericolosi e la superficie della falda, nonché la natura e le caratteristiche dell'acquifero che contiene la falda stessa, che possono favorire la percolazione o la diffusione lungo direttrici specifiche. Particolare attenzione deve essere posta, ove possibile, alla individuazione della direzione in cui si muove la falda. Essenziale risulta la conoscenza delle caratteristiche litologiche del sito al fine di determinare il livello di vulnerabilità della falda. In ogni caso occorrerà porre particolare attenzione alle falde che si trovino immediatamente sottostanti o a contatto con la zona oggetto di indagine, anche qualora lambiscano in modo non continuo la massa di materiale inquinato.

Per *falde profonde* si intendono quelle idrogeologicamente separate (almeno originariamente) da quella superficiale. E' da queste che preferibilmente si attinge l'acqua da destinare ad uso idropotabile. Particolare attenzione va posta nello stabilire l'effettiva separazione o meno della falda profonda rispetto a quella superficiale. Di estrema

importanza è altresì la valutazione se l'area di interesse ricade in un'area nella quale avviene o si presume che avvenga l'alimentazione delle falde profonde site a valle.

Nell'attribuzione dei gradi di probabilità dell'evento occorre rapportare la pericolosità e la mobilità dei rifiuti presenti nell'area di indagine al tipo di protezione delle falde, intese complessivamente, fornito dalla struttura idrogeologica del sito (rapporti spaziali tra definiti permeabili e definiti impermeabili).

NEI TERRENI, contrassegnati con la lettera **T**, i contaminanti comunemente considerati sono: melme acide, residui catramosi, metalli pesanti, pesticidi, idrocarburi e naturalmente il rischio ad essi connessi deve essere valutato in rapporto alle caratteristiche litologiche della zona oggetto di indagine.

La contaminazione dell'***ARIA***, contrassegnata con la lettera **A**, fa riferimento ad odori molesti polveri o esalazioni che si possono riscontrare avvicinandosi all'area oggetto di indagine. La persistenza e l'intensità degli odori molesti costituisce un fattore che, sebbene non necessariamente nocivo per la salute o per l'ambiente, rappresenta spesso una delle cause scatenanti il malcontento popolare. Il problema degli odori va valutato sia in rapporto alla popolazione residente, sia a quella di passaggio, ove la zona oggetto di indagine si trovi in prossimità di vie di comunicazioni. L'area da indagare deve essere individuata tenendo in particolare considerazione l'eventuale presenza di venti dominanti che possono allontanare anche in modo non trascurabile le esalazioni dal punto in cui si sono generate. Vanno considerate, per contro, tutte le eventuali barriere geografiche o

architettoniche che possono contribuire a limitare l'area interessata dalle esalazioni in oggetto.

Particolare attenzione va posta al grado di volatilità, alla nocività ed alla persistenza in forma aerodispersa delle sostanze potenzialmente pericolose presenti nella zona oggetto di indagine

Le ***CONDIZIONI STRUTTURALI E/O DI CONTENIMENTO***, contrassegnate con la lettera **C**, costituiscono un parametro che comprende la valutazione dello stato di conservazione di tutte le strutture fisse o mobili, interrate o superficiali, di qualunque dimensione (dalle cisterne alle vasche, dai fusti ai barattoli) che con il loro cedimento possano direttamente o indirettamente provocare lo sversamento di sostanze potenzialmente dannose. Quindi, oltre alle strutture di contenimento direttamente a contatto con le sostanze, vanno valutate anche eventuali strutture esterne di stoccaggio (capannoni, tettoie, ecc.), in considerazione del peso che possono avere sia a livello di velocità di degrado dei contenitori, sia a livello di rischi di crolli che vadano ad intaccare i contenitori provocando una dispersione.

Si ribadisce che risultano esclusi tutti gli eventi derivanti esclusivamente dalle strutture, in quanto la valutazione riguarda i rischi connessi con le sostanze pericolose rinvenute nell'area.

Particolare attenzione va posta al pericolo legato alla commistione - a seguito del cedimento di strutture di contenimento - di sostanze reattive capaci di sprigionare vapori dannosi o di generare reazioni esotermiche e principi di incendio.

La probabilità da attribuire alle varie classi di eventi è, evidentemente, funzione del numero di contenitori presenti nell'area e

dell'aleatorietà del contenuto, delle condizioni di conservazione di contenitori e strutture e dei danni che gli uni e le altre possono generare.

Per rendere maggiormente funzionale lo strumento di valutazione è stata abbandonata l'applicazione in sequenza di due matrici a doppia entrata ed è stato conservato l'impiego di una sola matrice per il calcolo del rischio, separatamente per ogni singolo parametro. Onde minimizzare la componente di soggettività nella compilazione della scheda, è stato predisposto un semplice protocollo di attribuzione del punteggio in base ad alcune caratteristiche salienti riscontrabili sul sito. Per ogni singolo parametro, quindi, sono state definite 5 classi di eventi, di magnitudo crescente: la quantificazione del rischio viene realizzata con l'aiuto di una matrice a doppia entrata in cui si compongono la magnitudo dell'evento inquinante con la probabilità ad esso associata.

Le caratteristiche di pericolosità dei rifiuti stoccati nella zona oggetto di indagine costituiscono un elemento essenziale nella definizione della classe di evento e nella valutazione della probabilità che lo stesso si verifichi.

Le classi di eventi che devono essere considerate sono quelle generate direttamente dalle sostanze pericolose abbandonate nella zona oggetto di indagine. In questo senso, ad esempio, in fase di valutazione del rischio di contaminazione della falda occorre considerare solo quegli elementi di pericolosità rinvenuti che si possono ritenere provenienti dall'area di indagine. Analogamente, nella valutazione delle condizioni strutturali, occorre avere ben

presente la distinzione tra i rischi di carattere statico connessi con i problemi legati alle strutture portanti o alle coperture, al crollo di contenitori (ma senza perdite dell'eventuale contenuto), che non devono incidere sulla valutazione, dai rischi di cedimenti strutturali che provochino la diffusione di materiali pericolosi, la commistione di sostanze ad elevata reattività, il peggioramento delle condizioni di conservazione dei contenitori a contatto con le sostanze pericolose.

Le classi di eventi sono state definite scegliendo una tipologia descrittiva che consentisse l'applicazione dello strumento già a partire da dati ed informazioni esistenti e facilmente reperibili. In alcuni casi, si è scelta una valutazione volutamente qualitativa, sempre suscettibile, peraltro, di implementazione attraverso analisi mirate, qualora queste fossero disponibili, in una fase più avanzata del progetto di bonifica.

Le classi di eventi individuate, suddivise per parametro sono le seguenti:

PRESENZA ANTROPICA:

α - Assenza di disturbi

β - Disturbi con effetti rapidamente reversibili

γ - Casi isolati di infortunio o esposizione con effetti invalidanti reversibili.

Segnali di allarme sociale.

δ - Molteplici casi di infortunio o esposizione con effetti invalidanti reversibili.

Casi isolati di infortunio o esposizione con effetti irreversibili parzialmente invalidanti.

Allarme sociale diffuso.

ε - Molteplici casi di infortunio o esposizione con effetti irreversibili o parzialmente invalidanti.

Infortunio o esposizione con effetti totalmente invalidanti o letali.

Massicci fenomeni di allarme sociale.

ACQUE SUPERFICIALI

α - Nessuna modificazione.

β - Contenute modificazioni organolettiche delle acque superficiali.

Esondazioni con frequenza ultradecennale.

γ - Sensibili modificazioni organolettiche delle acque superficiali.

Esondazioni con frequenza decennale.

δ - Tracce di metalli pesanti o sostanze accumulabili nella catena alimentare in acque destinate ad uso agricolo.

Esondazioni con frequenza quinquennale.

ε - Presenza di metalli pesanti o altre sostanze accumulabili nella catena alimentare in acque destinate ad uso agricolo.

Esondazioni con frequenza annuale o semestrale.

FALDA

α - Nessuna modificazione.

β - Modificazioni delle caratteristiche organolettiche di falde superficiali o "sospese" senza connessione con le falde profonde site a valle.

γ - Modificazioni delle caratteristiche organolettiche di falde profonde o di falde superficiali a contatto con falde profonde.

δ - Tracce di contaminanti nelle falde profonde che alterano le caratteristiche di potabilità.

ε - Presenza di contaminanti che rendono l'acqua della falda inadatta alla potabilizzazione.

TERRENI

α - Assenza di contaminanti.

TERRENI IMPERMEABILI

β - Contaminazione su aree limitate e spessore inferiore ad 1 metro.

γ - Contaminazione su aree vaste e spessore inferiore ad 1 metro.

δ - Contaminazione su aree limitate e spessore superiore ad 1 metro.

ε - Contaminazione su aree vaste e spessore superiore ad 1 metro.

TERRENI PERMEABILI

β - Contaminazione in poche macchie superficiali.

γ - Contaminazione su aree limitate e spessore inferiore ad 1 metro.

δ - Contaminazione su aree vaste e spessore inferiore ad 1 metro.

ε - Contaminazione con spessore superiore ad 1 metro.

ARIA

α - Assenza di odori o odori assimilabili a quelli derivanti dalle attività agricole.

β - Episodi di emissione di odori molesti o polveri, percepibile dalle zone antropizzate.

γ - Emissione continua di odori molesti o polveri, percepibile dalle zone antropizzate.

Emissione di gas, vapori, polveri dannosi per la salute o per le strutture, limitata al sito.

δ - Emissione di gas, vapori, polveri dannosi per la salute o per le strutture, su vasta area a basso grado di antropizzazione.

Graf. 14 - Matrice per il calcolo del rischio relativo al parametro presenza antropica

QUANTIFICAZIONE DEL RISCHIO	α		β	γ	δ	ε
	1	Altamente improbabile	1	2	2	3
	1	Improbabile	1	2	3	4
	1	Poco probabile	2	3	4	5
	1	Probabile	3	4	5	5
	1	Altamente probabile	4	5	5	5

Graf. 15 - Matrice per il calcolo del rischio relativo ai parametri diversi dalla presenza antropica

QUANTIFICAZIONE DEL RISCHIO	α		β	γ	δ	ε
	1	Altamente improbabile	1	1	2	2
	1	Improbabile	1	2	3	3
	1	Poco probabile	2	3	4	4
	1	Probabile	3	4	4	5
	1	Altamente probabile	4	5	5	5

Essendo la classe di evento α rappresentativa della neutralità (ovvero assenza di anomalie) ad essa corrisponderà in ogni caso il valore 1.

Si è scelto di attribuire un punteggio in corrispondenza dei vari livelli di rischio, abbandonando la determinazione grafica adottata nella prima fase della ricerca, per dotare lo strumento di una maggiore selettività nella graduazione del rischio connesso con il sito esaminato. Tale aspetto rappresenta, infatti, un elemento importante ai fini dell'individuazione delle priorità di intervento quando ci si trovi a dover gestire la bonifica di più siti caratterizzati da livelli di contaminazione confrontabili.

CONDIZIONI STRUTTURALI E/O DI CONTENIMENTO

α - Discrete condizioni di conservazione di contenitori e strutture edilizie.

β - Trafilature di materiali non particolarmente pericolosi.

γ - Sversamenti di materiali non particolarmente pericolosi e/o trafilature di materiali pericolosi.

δ - Perdite di sostanze a basso grado di volatilità e/o di reattività con gli agenti esterni.

ε - Perdite di sostanze pericolose volatili e reattive con gli agenti esterni o con altre sostanze stoccate nelle immediate vicinanze.

In generale, si osservi che qualora si verifichino contemporaneamente due degli eventi considerati occorre fare riferimento al più grave dei due, in linea con la ratio sottintesa al principio conservativo. Analogamente qualora si osservasse un evento di magnitudo superiore al più grave riportato negli schemi, dovrà essere ricondotto alla classe di evento ε (massima gravità).

Le matrici elaborate per il calcolo del rischio partono da un'identica struttura ma presentano 2 gruppi di punteggi: l'uno, pensato per un parametro particolare quale la popolazione residente, attribuisce livelli di rischio più elevati in corrispondenza dei vari livelli di probabilità (grafico 14), mentre l'altro viene applicato a tutti gli altri parametri considerati (grafico 15).

rappresentare unitariamente i livelli di rischio individuati per i singoli parametri, pur conservando memoria dei singoli contributi. Quest'ultimo aspetto è, a nostro avviso, assai rilevante almeno per due ordini di motivi:

- in fase di definizione delle priorità di intervento, a parità di livello complessivo di rischio, le caratteristiche di rischio connesse con i vari parametri possono costituire un ulteriore elemento di valutazione nella scelta del sito da bonificare;

- in fase di avvio del progetto di bonifica, può essere utile conoscere i parametri che presentano più elevati livelli di rischio, onde individuare i bersagli maggiormente sensibili e che, per primi, necessitano di opere di salvaguardia.

Nel mettere a punto il sistema grafico di riferimento abbiamo dovuto considerare una pluralità di parametri, da rappresentare preferibilmente su un piano, e sulla base di accurate valutazioni e riflessioni preliminari si è giunti a definire che il supporto grafico maggiormente rispondente a queste esigenze è dato dal cosiddetto "grafico radar" (da qui il nome di *Radar Ambientale* attribuito allo strumento nel suo insieme).

Il grafico predisposto a supporto del *Radar Ambientale*, è a sei bracci, ognuno dei quali corrisponde ad uno dei parametri considerati. I punteggi attribuiti al rischio, connesso con ogni singolo parametro, e calcolati attraverso l'uso delle matrici sopra descritte, vengono riportati sui bracci corrispondenti. I cinque livelli di rischio previsti vengono classificati (rispettivamente dall'1 al 5) come nullo, basso, medio, alto, altissimo.

Una volta individuati, su ognuno dei sei bracci, i punti corrispondenti alla valutazione attribuita, questi sono collegati a formare una poligonale, che rappresenta graficamente il rischio complessivo connesso con un dato sito. Tale rischio risulta, inoltre, riassunto in un unico valore numerico, variabile da 6 a 30, attraverso la sommatoria dei punteggi di rischio, riportati da ogni singolo parametro.

Oltre all'indubbio impatto visivo, questo grafico presenta un'altra caratteristica molto rilevante ai fini della caratterizzazione delle zone oggetto di indagine: *consente di riunire in un'unica immagine numerose variabili, senza che il significato ed il peso relativo di ciascuna venga meno* (grafico 16). Già dall'osservazione del grafico, infatti, si possono desumere alcune informazioni di carattere sia qualitativo sia quantitativo:

- l'ampiezza dell'area delimitata dalla poligonale, che cresce al crescere del rischio connesso con il sito esaminato;

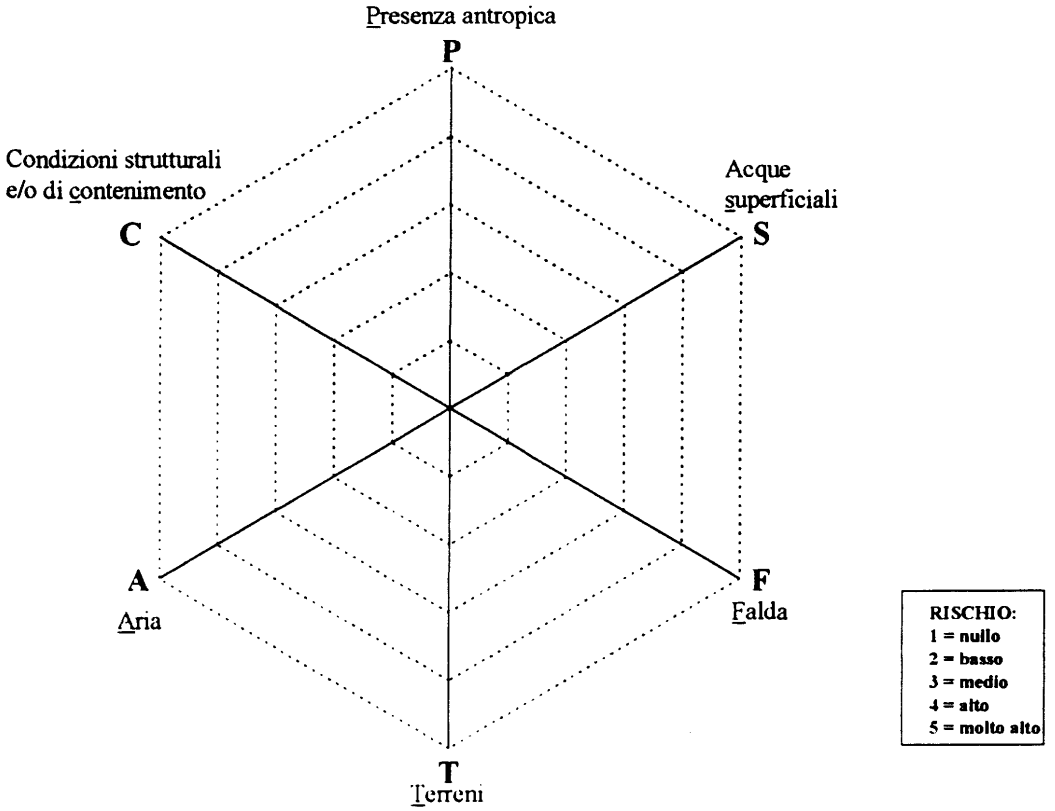
- la presenza di "punte" nella poligonale stessa, che evidenziano i parametri maggiormente critici per l'area in esame.

Infine, ma non ultima, il valore risultante dalla sommatoria dei punteggi ottenuti per ogni parametro, che può utilmente concorrere alla redazione della lista di priorità di intervento.

Onde ovviare al problema legato all'eventuale carenza di informazioni, relativamente ad uno o più dei parametri considerati dal *Radar Ambientale*, è stato adottato, in linea con la letteratura prevalente di settore, un criterio conservativo in base al quale viene attribuito a tali parametri un punteggio pari a 5* (cinque con asterisco) sul relativo braccio del radar, salvo conservare l'asterisco che

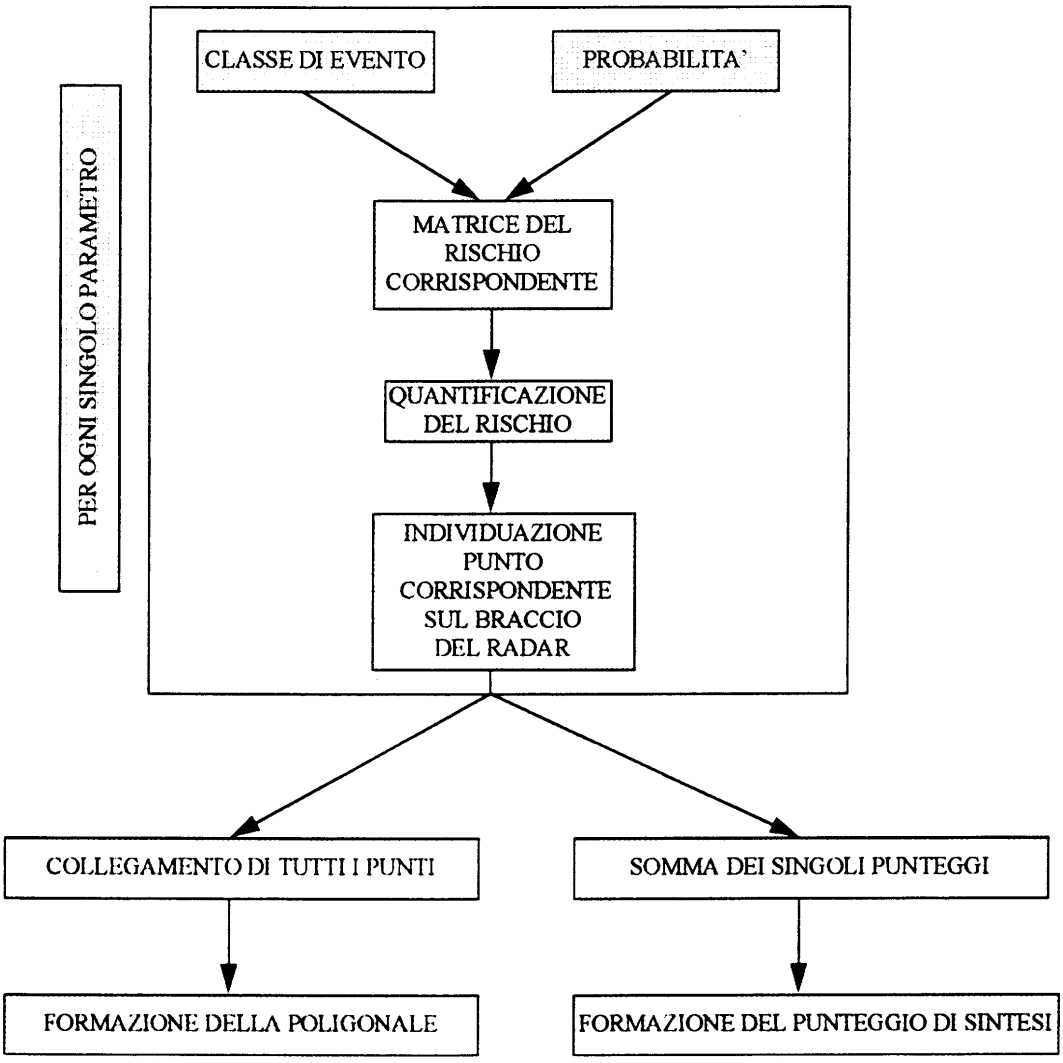
evidenzi visivamente i motivi che hanno condotto all'attribuzione di quel punteggio.

Graf. 16 - Il radar ambientale



Lo schema logico, attraverso cui si articola il *Radar Ambientale*, è schematizzato nel diagramma di flusso riportato del grafico 17.

Graf. 17 - Diagramma di flusso del Radar Ambientale



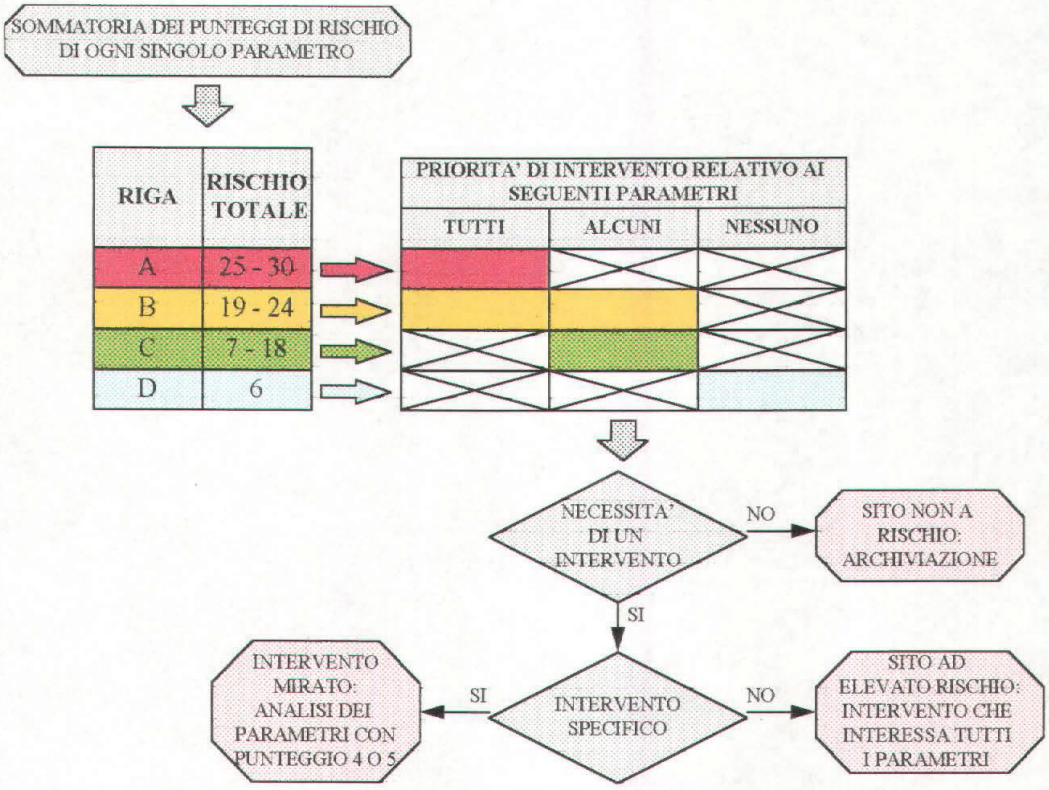
Il *Radar Ambientale* si presenta come uno strumento flessibile in quanto può essere utilizzato anche in fasi successive all'analisi speditiva. Può, ad esempio, consentire di "monitorare" l'andamento di un'eventuale bonifica, quantificando il livello di rischio connesso con uno specifico sito prima, durante e dopo le operazioni di bonifica. Le valutazioni periodiche del rischio dovrebbero evidenziare come ed in quale misura si sono modificate le condizioni ambientali del sito ed eventualmente quali aspetti necessitano di una correzione nel processo di bonifica.

Per come è stato strutturato, il *Radar Ambientale* è destinato ad essere il risultato di un lavoro interdisciplinare, nel senso che i vari specialisti coinvolti nella valutazione del sito saranno chiamati ad attribuire un punteggio, sulla base dei protocolli di cui sopra, relativamente al o ai parametri di competenza.

Il *Radar Ambientale* è suscettibile di venire utilizzato anche in fasi successive all'analisi speditiva, ad esempio suddiviso in più grafici radar specificamente studiati per ognuna delle competenze specialistiche coinvolte (biologo, geologo, botanico, ingegnere, chimico, economista, ecc.), con l'adozione di specifici "radar" di valutazione per ognuno dei "bracci" della scala iniziale. I valori ottenuti nei singoli schemi radar potrebbero essere poi riportati su di un unico *Radar Ambientale* per un valutazione più approfondita.

Per realizzare compiutamente un momento di sintesi a partire dai risultati ottenuti con l'applicazione del *Radar Ambientale*, è stata infine messa a punto la seguente matrice, riportata del grafico 18, che consente da un lato di attribuire un punteggio al rischio relativo connesso con l'area al fine di agevolare la stesura della lista di priorità, dall'altro individua in prima approssimazione la tipologia di intervento che si richiede in rapporto al livello di rischio assoluto del sito.

Graf. 18 - Tipologia di intervento in rapporto al rischio



La tabella va letta a partire dalla colonna del rischio totale, in cui si individua la riga in cui collocare il sito esaminato, sommando i punteggi riportati dai singoli parametri.

Nel caso della riga A, tutti i parametri raggiungono un valore almeno pari a 4 e, quindi, si configura la sola ipotesi di un intervento globale. Nella riga B, si possono configurare sia l'ipotesi di un intervento globale, sia quella di più interventi mirati. Nella riga C, non viene considerata l'ipotesi di un intervento globale, per preferire interventi mirati ai singoli ambiti in sofferenza. La riga D, corrisponde a siti che non necessitano di alcun intervento.

In un'ottica di utilizzazione "sul campo" del *Radar Ambientale* è stata messa a punto una scheda, da compilare nella fase del sopralluogo. La scheda (riportata nell'Allegato 2) riassume gli aspetti

applicativi e consente di redigere un primo fascicolo documentale del sito esaminato.

Si osservi che, in fase di redazione della lista di priorità, fra due siti cui è stato attribuito uno stesso punteggio, a seguito dell'applicazione del Radar Ambientale, dovrà trovare precedenza quello in cui risulta maggiore il numero di parametri che abbiano raggiunto un punteggio ≥ 4. Qualora si verificasse un'ulteriore sovrapposizione dei risultati, occorrerebbe dare la precedenza, nella lista degli interventi, a quel sito per il quale sia maggiore il punteggio relativo, nell'ordine, alla presenza antropica, poi alla falda, poi alle acque superficiali.

4.3 - ESEMPI DI APPLICAZIONE DEL RADAR AMBIENTALE

Il Radar Ambientale è stato testato attraverso la sua applicazione a cinque siti contaminati ubicati nell'Italia settentrionale. I siti sono stati scelti fra quelli per i quali sono state già avviate indagini approfondite, finalizzate alla definizione dei piani di bonifica. Questo aspetto è risultato fondamentale per disporre di elementi di riscontro dei risultati evidenziati dall'applicazione del nuovo strumento.

Il percorso seguito può essere così riassunto: i siti scelti sono stati oggetto di sopralluogo e, per ciascuno, è stata reperita tutta la documentazione disponibile, avendo cura di separare i dati precedenti l'avvio delle analisi mirate alla bonifica, da quelli formatisi in momenti successivi. Il Radar Ambientale è stato applicato ai vari siti, basandosi solo sulla documentazione disponibile al momento dell'individuazione del sito, prima di prendere visione dei risultati delle più recenti indagini. Successivamente, il livello di rischio attribuito ad ogni singolo sito e la lista di priorità di intervento, che ne sarebbe derivata, è stato confrontato con quanto ottenuto dalle analisi delle campagne di rilevamento.

Il risultato è apparso assai promettente, in quanto, il Radar Ambientale ha evidenziato livelli di rischio confrontabili con quelli messi in evidenza da indagini molto più approfondite. Si osservi, inoltre, che tutti i siti analizzati sono ad elevato rischio ambientale, quindi la capacità dello strumento di evidenziare alcune distinzioni già

in fase di analisi speditiva ne denota, a nostro avviso, una buona selettività.

Le cinque aree, per le singole peculiarità, costituiscono un campione rappresentativo della multiforme varietà di siti contaminati o sospetti tali disseminati sul nostro territorio.

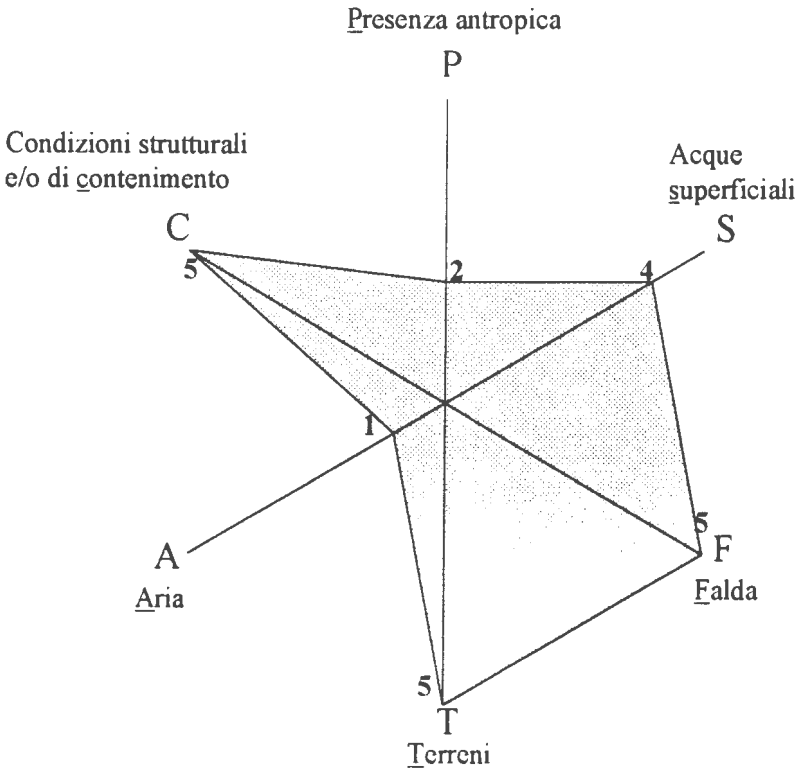
Le aree, contrassegnate con lettere dell'alfabeto, si possono dividere in due gruppi: aree industriali dismesse e discariche abusive propriamente dette; all'interno di ogni gruppo si presentano poi una serie di situazioni particolari che vanno dall'ammasso su terreno impermeabilizzato all'interramento di rifiuti sfusi, dall'abbandono di bidoni allo stoccaggio in strutture edilizie più o meno fatiscenti oltre alle peculiarità geomorfologiche ed idrogeologiche che ogni area presenta.

Per ogni area, si sono redatte tabelle che schematizzano le informazioni, disponibili all'epoca in cui è stato individuato il potenziale rischio, suddividendole in base ai parametri rilevanti ai fini dell'impiego del Radar Ambientale.

SITO ALFA

BREVE PRESENTAZIONE DEL SITO	Discarica abusiva ubicata a cuneo fra il rilevato ferroviario, quello di una strada statale e l'argine maestro di un fiume di grande portata. Sono presenti sul suolo melme acide aventi uno spessore di circa 40 cm oltre a fusti deteriorati contenenti resine. La superficie interessata è di circa 24.500 mq per un volume complessivo di 1.350 mc. Si possono individuare: 5 settori di varia dimensione occupati da una coltre di melme acide affioranti in superficie, diversi cumuli di inerti (macerie, rottami di cemento armato, ghiaie, rottami provenienti dalla confinate linea ferroviaria), almeno 8 aree con elevata concentrazione di fusti metallici.
PRESENZA ANTROPICA	L'area è ubicata in una zona a bassa densità abitativa, ma è costeggiata da un'arteria viaria di grande scorrimento. L'area risulta priva di qualunque forma di recinzione e facilmente accessibile.
ACQUE SUPERFICIALI	L'area è oggetto di esondazione con frequenza ultradecennale. La discarica ha probabilmente rapporti indiretti con il fiume limitrofo tramite le acque di falda: infatti, in condizioni normali, la falda è drenata dal fiume. In prossimità dell'area scorre una roggia, che per un tratto viene a trovarsi a valle della discarica (sempre avendo come riferimento la direzione di scorrimento della falda).
FALDA	La falda profonda coincide, nella sostanza, con quella freatica
TERRENI	Nell'area si osservano prevalenti depositi sabbiosi, talora con intercalazioni ghiaiose, ricoperti da una coltre di limi e limi argillosi con spessore variabile da 2 a 10 m. I rifiuti sono abbandonati sul suolo e non esiste alcuna forma di isolamento, anzi sono sostanzialmente a contatto con la superficie della falda.
ARIA	Non sono segnalati odori molesti nella zona.
CONDIZIONI STRUTTURALI	Completa assenza di strutture di copertura o isolamento. I fusti rinvenuti sono in condizioni di grave degrado e non garantiscono dalla fuoriuscita dei materiali in essi contenuti.

SITO ALFA



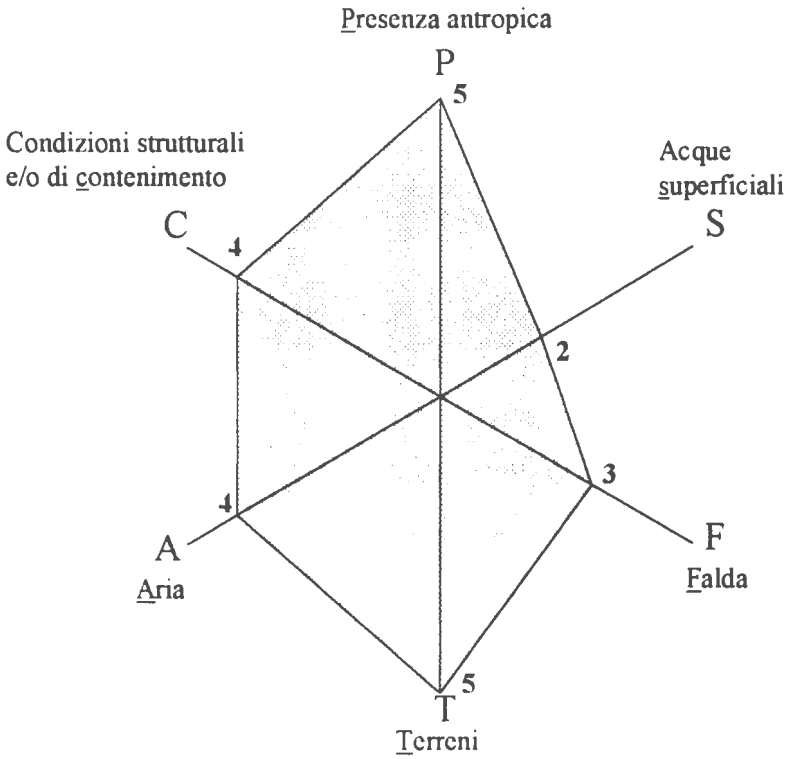
RISCHIO:
1 = nullo
2 = basso
3 = medio
4 = alto
5 = molto alto

SITO BETA

BREVE PRESENTAZIONE DEL SITO	Area industriale dismessa di circa 38.000 mq coperta da immobili per circa 4.000 mq, ubicata all'incrocio tra una strada statale di grande scorrimento ed una strada provinciale. Si calcola che siano presenti nell'area 4.000 mc di rifiuti industriali per un peso complessivo di 4.800 t.
PRESENZA ANTROPICA	L'area si trova inserita in un contesto a bassa densità abitativa, in quanto la zona presenta un carattere prevalentemente artigianale e commerciale. L'area è completamente recintata e risulta interdetta a terzi. Dall'arteria di grande scorrimento che costeggia l'area sono state avvertite più volte esalazioni che causano grave fastidio agli occhi e abbondante lacrimazione oltre a temporanea difficoltà respiratoria, tali disagi accusati dagli automobilisti possono incidere negativamente sulla sicurezza della circolazione.
ACQUE SUPERFICIALI	Il perimetro esterno dell'area, per due lati, è fiancheggiato da un corso d'acqua superficiale.
FALDA	La falda superficiale si trova ad una profondità di circa 2,5 m. La superficie costituita da materiali alluvionali permeabili (sabbie-ghiaie) rappresenta una scarsa protezione per l'acquifero cui può essere associata una classe di vulnerabilità medio-alta. Possibile interferenza locale fra i rifiuti e la superficie della falda. Nello schema fognario relativo al primo insediamento industriale nell'area è segnalato un pozzo perdente (∅ 4m) di cui non viene più fatta menzione successivamente. Probabilmente è stato interrato ma potrebbe costituire una via di comunicazione diretta con le acque sotterranee. La falda profonda coincide, nella sostanza, con quella superficiale.
TERRENI	Esistono sostanzialmente due strati: - uno strato superiore costituito da: cumuli sopra il livello campagna e uno strato di terreno di spessore variabile da qualche centimetro a circa 0,5 m, costituito da una miscela molto disomogenea di materiale di riporto e materiale solido di colore grigio, nero o rosso-violetto (probabilmente anidride ftalica/ acido ftalico grezzi), privo di componente ciottolosa, con forte odore pungente; - uno strato inferiore di spessore 1÷2 m, costituito da terreno ciottoloso (ghiaie) di colore marrone, piuttosto omogeneo, con leggero odore. In più punti il terreno risulta imbevuto di oli minerali e di residui catramosi e in un caso è stato chiaramente individuato un deposito molto esteso di materiale catramoso con elevata concentrazione di fenoli ed oli minerali. Sono presenti, inoltre residui di anidride ftalica/acido ftalico grezzi solubili in solventi organici ma scarsamente idrosolubili.

ARIA	Nel 1985 le autorità locali hanno inoltrato una denuncia di inquinamento atmosferica alle competenti autorità sanitarie. Nell'area è chiaramente percepibile un odore pungente. Si sono verificati episodi di emissioni di vapori nell'area circostante ed in particolare dall'arteria viaria confinante.
CONDIZIONI STRUTTURALI	Si tratta di un'area molto composita in cui sono presenti capannoni, in discreto stato di conservazione all'interno dei quali sono stoccati circa 900 bidoni contenenti adesivi, collanti resine e coloranti. Tali bidoni non appaiono strutturalmente particolarmente compromessi, mentre risultano in pessime condizioni i circa 800 bidoni stoccati all'esterno dei capannoni e solo in parte su terreno impermeabilizzato. Molti di detti fusti si sono aperti lasciando fuoriuscire il contenuto. Esiste una vasca esterna riempita di materiale catramoso non particolarmente compromessa e tre silos contenenti oli esausti. Tutti i silos mostrano una copertura esterna gravemente compromessa mentre la copertura interna in due silos su tre risulta in condizioni migliori. In ogni caso le tracce di materiale viscoso che si osservano lungo la struttura esterna impediscono di escludere la presenza di trafilature. I silos poggiano su di un'area impermeabilizzata e dotata di canaline di recupero. In due vaste aree sono abbandonate decine di big bags contenenti materiale catramoso poggianti direttamente sul suolo. Esistono inoltre numerosi fusti metallici interrati. Dalla documentazione riguardante le imprese che hanno operato nell'area risultano 12 cisterne interrate che non sono ancora state identificate.

SITO BETA



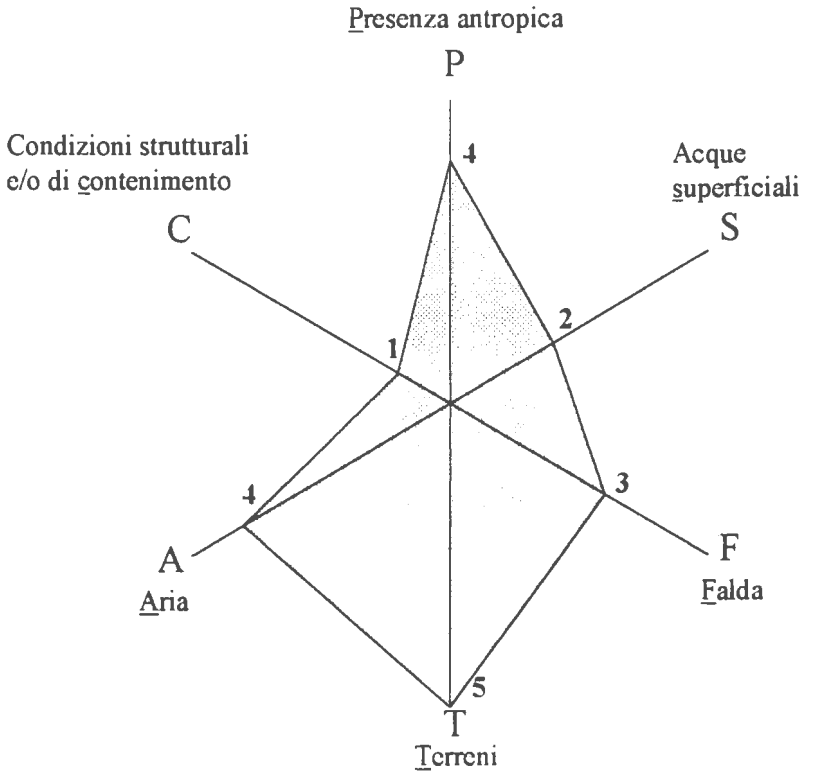
RISCHIO:
1 = nullo
2 = basso
3 = medio
4 = alto
5 = molto alto

SITO GAMMA

BREVE PRESENTAZIONE DEL SITO	Si tratta di un'area industriale dismessa ubicata al centro del Paese in cui sono stati conferiti materiali e sostanze di diversa origine; le sostanze pericolose di cui si conosce la presenza in questo sito sono: residui dell'industria farmaceutica, residui di verniciature industriali, erbicidi, pesticidi clorurati (dimetoato, lindano), fanghi di depurazione, fondami di distillazione, materiale catramoso. I rifiuti ed il terreno contaminato sono stimati in circa 570 mc (circa 540 t di materiali variamente inquinati e circa 500 t di RTN tal quali o frammisti a terreno).
PRESENZA ANTROPICA	Il Paese in cui è ubicata l'area oggetto di indagine conta circa 2.300 abitanti. L'area, che si trova nel contesto abitato, confina con una strada provinciale. Inoltre l'area oggetto di indagine è in parte compresa, in parte confinate con il perimetro di un parco pubblico Comunale a carattere lacustre e palustre. Attualmente il cancello di accesso all'area risulta chiuso.
ACQUE SUPERFICIALI	A valle del sito, rispetto alla direzione della falda, si osserva la presenza di un rio; nei dintorni non esistono importanti corsi d'acqua. I laghetti presenti nelle cave di argilla (oggi parte integrante del locale "Parco Lacustre" comunale) sono alimentati dalle falde sospese; localmente anche dall'affioramento della falda principale e comunque il fronte di cava lacustre risulta a monte dell'area.

FALDA	La struttura idrogeologica è tale (argille prevalenti a basso grado di permeabilità) da poter ospitare solo falde idriche (stagionali) isolate e sospese rispetto alla sottostante falda principale, caratterizzata da comportamento artesiano. Da queste falde idriche superficiali pescano pozzi di vecchia costruzione che, spingendosi a profondità massima di 8÷10 m, non riescono quasi mai a superare completamente la seconda unità idrogeologica e a penetrare nel sottostante acquifero. L'eventuale presenza di orizzonti relativamente permeabili nei primi 5-6 m della successione limoso-argillosa non consente di escludere in termini tassativi fughe sotterranee lungo le pareti o sul fondo della discarica di liquidi contenenti sostanze rientranti nel gruppo dei pesticidi, qualora si verifichino eventi meteorologici particolarmente sfavorevoli. I pozzi attingenti a locali falde sospese (al di sopra di quella principale in pressione) sono 10, considerando la direzione della falda 9 sono a monte ed uno solo a valle. La superficie della falda idrica vera e propria (in pressione) è allocata fra i 13 ed i 17,5 m di profondità; nonostante la superficie di appoggio dei rifiuti arrivi fino ai 6 m di profondità, i franchi di sicurezza nei confronti del tetto dell'acquifero rimangono comunque relativamente elevati. I pozzi pescanti dalla falda idrica principale sono 6: 3 a monte, 2 a valle ed uno in posizione laterale. Il pozzo idrico alimentante l'acquedotto comunale si trova sostanzialmente a latere dell'area rispetto alla direzione della falda (ad una distanza approssimativa - in linea d'aria - di qualche centinaio di metri).
TERRENI	La stratigrafia dei locali depositi alluvionali è data da argille limose fino ad una profondità variabile di 8÷10 m, salvo presentare eccezionalmente intercalazioni lenticolari discontinue di sabbia e ghiaia nella zona più prossima al piano campagna. L'unità più profonda è costituita da sabbia e ghiaia e funge da serbatoio per la falda idrica principale. Rifiuti industriali tossico-nocivi sono stati interrati all'interno di una trincea con una profondità variabile da 4 a 6 m.
ARIA	Emanazione di esalazioni intensamente maleodoranti sono avvertibili in buona parte della zona adiacente l'area oggetto di indagine. I rifiuti non sono direttamente a contatto con l'atmosfera, d'altro canto la presenza di pesticidi clorurati e di altre sostanze altamente volatili giustifica il cattivo odore percepito dalla popolazione nell'area che circonda la discarica. La dispersione di inquinanti in atmosfera non può essere esclusa in caso di accidentale rimozione della copertura dei rifiuti.
CONDIZIONI STRUTTURALI	Le condizioni strutturali non destano particolari preoccupazioni, mentre i rifiuti risultano interrati.

SITO GAMMA



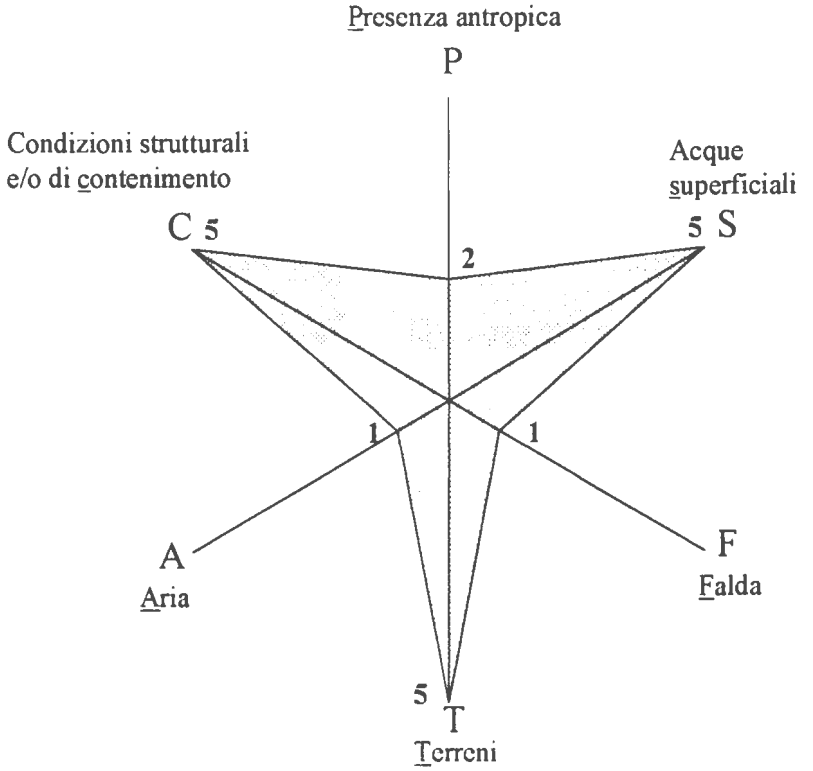
RISCHIO:
1 = nullo
2 = basso
3 = medio
4 = alto
5 = molto alto

SITO DELTA

BREVE PRESENTAZIONE DEL SITO	Si tratta di un'area industriale dismessa (entrambe le società che hanno occupato l'area risultano fallite), di circa 7.500 mq, ubicata lungo una strada provinciale, al suo interno si trovano 3 capannoni di diverse dimensioni, per un'area coperta complessiva di circa 2.500 mq.
PRESENZA ANTROPICA	L'area è ubicata nel contesto di una zona artigianale a bassa concentrazione antropica. L'area risulta completamente recintata ed interdetta all'accesso di terzi.
ACQUE SUPERFICIALI	La zona è caratterizzata dalla presenza di una fitta rete di canali irrigui, tuttavia l'approvvigionamento idrico è assicurato dal prelievo esclusivamente delle acque sotterranee. In effetti, nella zona esistono circa 300 pozzi. La roggia che scorre lungo due lati dell'insediamento presenta elevata concentrazione di oli minerali nei sedimenti fangosi dell'alveo. Sono state osservate fuoriuscite di fluidi densi dai serbatoi che confluiscono indirettamente nella roggia. Le acque superficiali di detta roggia presentano concentrazioni di oli minerali 1 o 2 ordini di grandezza superiori rispetto ai terreni circostanti. Individuati metalli pesanti quali Zn, Cu, Pb.
FALDA	Esiste un unico potente acquifero, con superficie della falda collocata a circa 7 m dal piano campagna. Non è stata individuata alcuna correlazione tra le sostanze presenti nei terreni e la contaminazione della falda idrica sottostante l'area. La falda profonda si identifica, nella sostanza, con quella freatica.
TERRENI	I terreni affioranti in zona ed il relativo substrato sono caratterizzati da anomalie nelle caratteristiche organolettiche e visive: al di sotto del materiale da riporto, a partire da 0,8 m dal piano campagna il terreno risulta caratterizzato da impregnazioni nerastre il cui spessore varia da un minimo di 10÷15 cm ad un massimo di 1,10 m. Presso i serbatoi il terreno risulta fortemente impregnato da analoghe colorazioni nerastre. Le sostanze, che presentano variazioni di concentrazione fra i vari campioni di terreno, risultano essere oli minerali e solventi clorurati.
ARIA	Non sono segnalate esalazioni o odori nell'area circostante.

CONDIZIONI STRUTTURALI	I capannoni sono disposti rispettivamente uno al confine nord dell'area, uno al confine sud ed uno in posizione centrale. I capannoni presentano una struttura di copertura semi-prefabbricata in acciaio, mentre le pareti sono in forato o in lastre ondulate di eternit. Le strutture dei capannoni mostrano evidenti segni di degrado (sconnessioni tra lastre di eternit, porte di accesso sommariamente chiuse con assi inchiodate) e segni di fessurazioni di pilastri di sostegno. In particolare uno dei capannoni presenta dissesti sia alle strutture di copertura sia di sostegno tali che minime sollecitazioni esterne potrebbero provocare collassi strutturali. All'interno dei capannoni sono impilati circa 7.000 fusti in discrete condizioni di conservazione, il cui contenuto non è noto. All'esterno, i piazzali risultano solo parzialmente asfaltati: le vie di accesso, ad es., sono tutte senza impermeabilizzazione e le pavimentazioni sono tali da consentire un facile percolamento di sostanze inquinanti verso le aree di stoccaggio all'aperto. Fra i capannoni si trovano circa 1.000 fusti notevolmente deteriorati. Molti sono rotti e hanno lasciato fuoriuscire il materiali in essi contenuti. Sono presenti molte confezioni di reagenti da laboratorio sparse. Ci sono una decina di serbatoi fuori terra, contenenti rifiuti, il cui bacino di contenimento in cemento si trova in precarie condizioni di tenuta: sulla pavimentazione all'esterno sono evidenti fuoriuscite di fluidi densi. Sono inoltre stati individuati un serbatoio interrato che presenta forti rischi di dispersioni, adibito allo stoccaggio di combustibile ed una vasca di cemento con liquami da allevamento suinicolo.

SITO DELTA



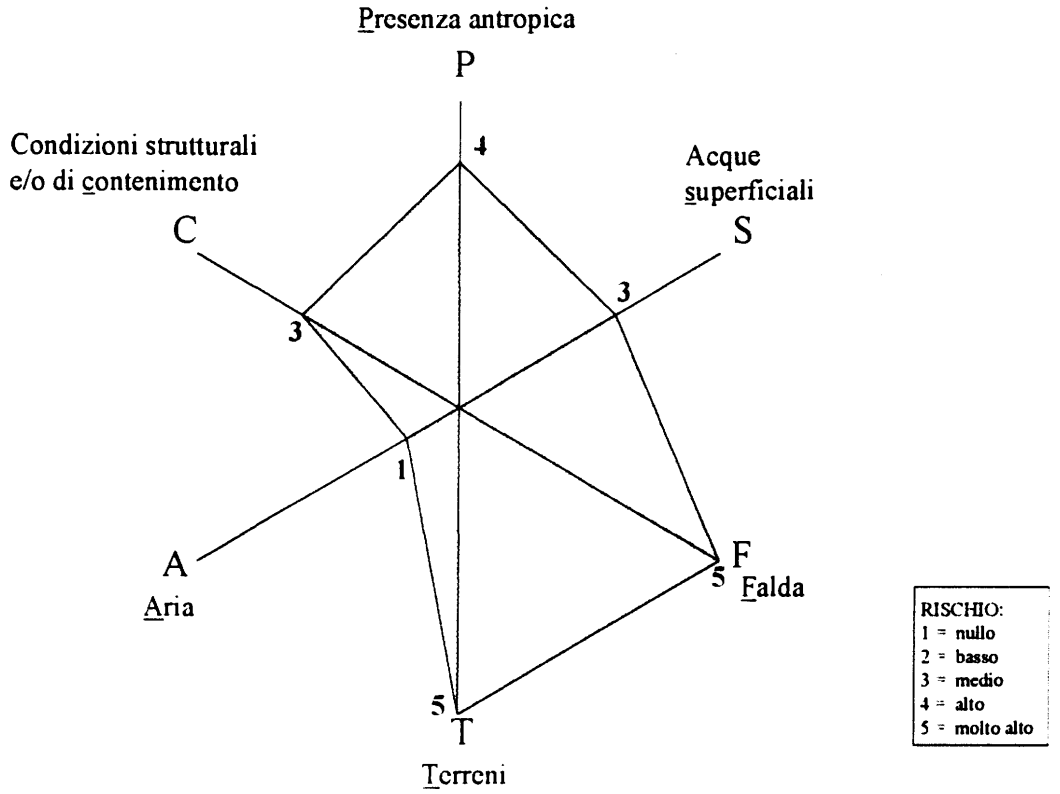
RISCHIO:
1 = nullo
2 = basso
3 = medio
4 = alto
5 = molto alto

SITO OMEGA

BREVE PRESENTAZIONE DEL SITO	Si tratta di una discarica abusiva ubicata nel contesto dell'area artigianale. Diverse tipologie di rifiuti industriali (melme acide, rifiuti derivanti dalla lavorazione dell'amianto e metalli pesanti - Pb e Cr -, solventi clorurati, frazioni di composizione non determinata) sono stati interrati in questo sito. I materiali abbandonati riempiono due cavità vicine, prodotte da una passata attività di cava, con un'estensione totale di circa 10.000 mq ed una profondità che va dai 4 ai 6 m, per un totale di circa 40.000 mc di sostanze contaminate.
PRESENZA ANTROPICA	Attualmente la popolazione residente nella zona risulta così distribuita, in base alla distanza dall'area oggetto di indagine, da 0 a 150 m circa 50 individui, da 150 a 1.000 m circa 500 individui, da 1.000 a 2.000 m oltre 1.000 individui. In un passato relativamente recente, una delle due cavità contenenti i rifiuti industriali è stata oggetto di copertura con materiali limoso-sabbiosi ed utilizzata come campo sportivo. L'area risulta complessivamente facilmente accessibile fatta eccezione per un'area delimitata con recinzione.
ACQUE SUPERFICIALI	Un canale di irrigazione scorre vicino all'area e la cessione di qualche contaminate non può essere esclusa a seguito dell'azione delle precipitazioni. Esistono tre pozzi privati in prossimità dell'area ma si tratta di pozzi ad uso non idropotabile. Gli altri 8 pozzi della zona sono ubicati a monte (sempre rispetto alla direzione di scorrimento della falda) dell'area oggetto di indagine: Sostanzialmente, non esistono, in zona, corpi idrici superficiali di rilevanza pratica.
FALDA	L'area è impostata su depositi alluvionali costituiti in successione (a partire dall'originario piano di campagna): limi argillosi (spessore variabile da 3 a 7 m), sabbie e limi sabbiosi (spessore variabile da 2 a 3 m), sabbie e ghiaie. Il primo vero acquifero si trova a circa 5,5 m di profondità; periodicamente, la superficie della falda può innalzarsi fino a venire a diretto contatto con i rifiuti. La falda profonda si identifica, nella sostanza, con quella freatica. I due pozzi che alimentano l'acquedotto comunale si trovano a monte dell'area. Nell'area di interesse, è comunque rilevante il fatto che le acque sotterranee presenti, nel loro fluire verso valle, vanno a raggiungere e alimentare falde profonde idrogeologicamente separate da quella superficiale.

TERRENI	Depositi alluvionali caratterizzati da una coltre limo-argillosa superficiale con spessore generalmente compreso fra 3 e 7 m, poggianti su successioni sabbioso-ghiaiose. Test analitici di terreni superficiali e sottosuolo (campionato fino ad una profondità di 4 m) hanno mostrato contaminazione da metalli pesanti (Pb, Cr), solventi clorurati, melme acide amianto.
ARIA	Non sono stati osservati rilasci di gas in atmosfera
CONDIZIONI STRUTTURALI	L'area risulta completamente priva di strutture edilizie, tuttavia esiste la possibilità che cisterne contenenti sostanze pericolose siano state interrate nell'area.

SITO OMEGA



CONCLUSIONI

La gravità della situazione dei terreni potenzialmente contaminati, evidenziata attraverso i dati riferiti a diversi Paesi sia Europei che del Nord America, si contrappone ad un quadro di grande fluidità sia normativa, sia informativa, sia operativa.

Da un lato, tutte le informazioni disponibili concorrono ad evidenziare l'estrema gravità della situazione, la dimensione internazionale del problema, l'ingente investimento economico e temporale necessario per fronteggiare ed avviare a soluzione l'intera questione. D'altro canto, la difficoltà di mettere a punto, in buona parte dei Paesi considerati, strategie di intervento complessive e la difformità nella produzione statistica di dati aggregati, attendibili ed aggiornati, si traducono in un quadro di insieme confuso, che ostacola l'attuazione di interventi radicali.

La stessa Unione Europea non appare particolarmente incisiva, dal punto di vista della normazione del settore. In effetti, fatto salvo il riconoscimento della necessità di garantire al massimo che i siti contaminati vengano adeguatamente risanati, per l'attuazione di questo prioritario obiettivo, vengono enunciati solo i due principi cui si deve informare la politica ambientale comunitaria. A tali principi, che si possono riassumere nella priorità delle azioni preventive per evitare l'inquinamento e nell'attribuzione del costo per il risanamento ai soggetti produttori, non corrispondono, peraltro, dispositivi di attuazione organici e coordinati.

In mancanza di unanimi indicazioni a livello internazionale, si assiste ad un pullulare di interventi locali, talvolta di carattere puntuale, mirati al superamento di singole situazioni di crisi. Se, da un lato, questa episodicità concorre solo parzialmente alla definizione di linee operative omogenee, d'altro canto, essa è espressione del grande fermento vissuto dal settore.

Parallelamente, si osservano, nei vari Paesi considerati, una pluralità di risposte al problema del reperimento dei fondi necessari al recupero e risanamento dei siti, da impiegare quando l'area stessa risulti abbandonata o il responsabile dell'inquinamento sia irreperibile o insolvente, così come risultano abbastanza variegati anche gli obiettivi di risanamento, cui tendere in base alle leggi dei diversi Paesi.

La situazione italiana è, poi, particolarmente fluida e diversamente problematica nelle varie aree geografiche del Paese. Fatto salvo un indubbio miglioramento delle condizioni di smaltimento dei RSU, osservato dopo l'emanazione del DPR 915/82, è ancora vago il quadro generale della produzione ed i percorsi di smaltimento dei rifiuti di origine industriale.

Per quanto concerne la gestione dei siti potenzialmente contaminati, le disposizioni normative non appaiono sufficientemente incisive ai fini dell'attuazione pratica, in tempi brevi, di una "mappa completa delle discariche e degli impianti di smaltimento", così come previsto già dalla legge n.441/87. A fronte di questa carenza si sono osservati pregevoli tentativi di elaborazione, da parte di alcune Regioni e Province, di metodi per la valutazione dei siti a rischio,

onde delineare un quadro della situazione in cui intervenire in modo mirato ed ottimale.

Particolarmente impegnativa risulta, poi, la responsabilità attribuita dal D.L.vo 22/97 ai Comuni, che si trovano a dover approvare ed autorizzare gli interventi di bonifica: visto l'elevato numero di piccoli e piccolissimi Comuni sparsi sull'intero territorio nazionale, è difficile ipotizzare, in tali casi, la presenza, all'interno dell'Ente locale, di competenze specifiche sufficienti a portare a termine, nei brevissimi tempi previsti (90 giorni), quanto disposto dal dettato normativo.

Lo strumento di valutazione sperimentale, che ha costituito il momento centrale del presente percorso di ricerca, prende atto della situazione delineata e, a partire da questa, si propone come mezzo di semplice e rapida applicazione nella fase di analisi speditiva dei siti potenzialmente contaminati. Lo strumento messo a punto e denominato *Radar Ambientale*, è stato concepito con lo scopo di consentire la redazione di una lista di priorità di intervento ed è strutturato in modo tale da essere flessibile e di rapida applicazione, visto l'elevatissimo numero di siti da censire.

Nella implementazione del *Radar Ambientale*, si è partiti dall'analisi dei risultati raggiunti da metodi di valutazione, proposti a livello nazionale e, poi, si è lavorato per mettere a punto nuove soluzioni per gli aspetti, a nostro avviso, meritevoli di approfondimento.

Si è considerato un numero significativo di parametri ambientali, potenziali bersagli di inquinamento, cui ricondurre

sinteticamente le informazioni disponibili. Quindi, anche attraverso l'introduzione di uno specifico supporto grafico, si è operato nella direzione di un momento di sintesi, funzionale alla redazione della lista di priorità.

Trattandosi di uno strumento pensato per essere applicato in fase di analisi speditiva, dei terreni potenzialmente contaminati, nella definizione delle possibili classi di eventi, si è scelta una valutazione volutamente qualitativa, onde consentire una prima applicazione dello strumento stesso, anche quando i dati disponibili non siano particolarmente dettagliati. A temperamento della relativa soggettività, che potrebbe rilevarsi in questi casi, lo strumento è stato strutturato in modo da consentire, sempre, una implementazione attraversi analisi mirate, anche in fasi più avanzate del piano di bonifica.

Il *Radar Ambientale* fornisce, inoltre, un risultato che oltre a costituire una valutazione sintetica, conserva memoria delle caratteristiche di rischio delle matrici ambientali interessate.

Si osservi, a riguardo, che la sperimentazione dello strumento è stata effettuata su siti aventi caratteristiche strutturali diverse, che vanno dall'area industriale dismessa fino allo sversamento abusivo sul terreno, ubicati in situazioni topografiche disomogenee, dal centro dell'abitato all'area periferica, con strutture di contenimento dei rifiuti con diverso grado di conservazione o addirittura inesistenti. L'analisi di ogni singolo caso ha fatto emergere una serie di problematiche peculiari, che hanno consentito, attraverso aggiustamenti progressivi, di strutturare lo strumento di valutazione in modo tale che fosse

rispondente alla pluralità di problematiche che si incontrano nell'applicazione sul territorio.

Successivamente, attraverso una serie di riscontri pratici "sul campo", si è avuto modo di verificare come lo strumento, che è stato affinato ha dato, nella sua formulazione attuale, positivi risultati, anche nella valutazione di siti particolarmente contaminati. Il *Radar Ambientale*, infatti, ha evidenziato una lusinghiera selettività anche quando è stato applicato a siti simili, dal punto di vista del rischio: la valutazione ottenuta è risultata in linea con quanto ottenuto a seguito di analisi specifiche ed approfondite condotte sulle singole aree.

Nella convinzione che la selettività, dimostrata dallo strumento, a fronte di siti ad elevato grado di inquinamento, coniugata alla sua sensibilità, flessibilità e semplicità di applicazione, rappresentino punti di forza per avere successo in questa fase di avvio dei piani di bonifica, si ritiene che il *Radar Ambientale* possa rappresentare una proposta interessante per avviare concretamente la redazione della lista di priorità per il risanamento dei siti contaminati.

Il *Radar Ambientale* è suscettibile di ulteriori implementazioni e potrebbe essere utilizzato anche in fasi più avanzate degli interventi di bonifica, ad esempio per individuare, sulla scorta di dati più dettagliati, singole aree che, all'interno di un sito più vasto meritano un approccio prioritario in termini di bonifica.

La redazione di una lista di priorità dei siti, per i quali occorre avviare una procedura di bonifica o di messa in sicurezza, rappresenta, a nostro avviso, lo "zoccolo duro" da superare per avviare nei fatti il recupero del territorio. Il *Radar Ambientale* si

presenta, dunque, come una proposta operativa volta a contribuire al superamento della fase di emergenza che caratterizza il settore della gestione ambientale ed all'avvio di una politica ambientale che sia di reale supporto allo sviluppo compatibile.

ALLEGATO 1
DECRETO DEL MINISTRO DELL'AMBIENTE
16 MAGGIO 1989
AREE DEFINIBILI COME
POTENZIALMENTE CONTAMINATE

Decreto del Ministro dell'Ambiente 16 maggio 1989 "*Criteri e linee guida per l'elaborazione e la predisposizione, con modalità uniformi da parte di tutte le Regioni e Province autonome, dei piani di bonifica, nonché definizione delle modalità per l'erogazione delle risorse finanziarie, di cui alla legge 29 ottobre 1987, n. 441, di conversione del decreto-legge 31 agosto 1987, n. 361, come modificata dalla legge 9 novembre 1988, n. 475, di conversione del decreto-legge 9 settembre 1988, n.397*"
ALLEGATO A - Linee guida per la predisposizione dei piani regionali di bonifica delle aree contaminate.

"(omissis) Costituiscono oggetto del censimento le aree definibili come potenzialmente contaminate a causa del contatto, accidentale o continuativo con le seguenti attività e sostanze:

Cicli di produzione di rifiuti potenzialmente tossici e nocivi:

1. Rifiuti provenienti da processi di produzione di:
1.1. Biocidi e sostanze fitofarmaceutiche;
1.2. Policlorobifenili, policlorotrifenili, policloronaftaleni;
1.3. Policlorofenoli;
1.4. Idrocarburi clorurati;
1.5. Composti farmaceutici;
1.6. Betanaftolo;
1.7. Benzidina;
1.8. Smaltatura di piastrelle o ceramiche con smalti piombici.

2. Rifiuti e fanghi di processo e non provenienti da:
2.1. Bagni galvanici contenenti cromo esavalente e cianuri;
2.2. Tempra a caldo dei metalli;
2.3. Trattamento del legno con creosoto e pentaclorofenolo;
2.4. Indurimento di superfici metalliche mediante bagni al cianuro;
2.5. Dismissione di reti di adduzione e stoccaggio di idrocarburi;
2.6. Operazioni di sgrassaggio di superfici metalliche mediante solventi clorurati;
2.7. Trattamento di depurazione di aeriformi da attività produttive e di servizi;
2.8. Cabine di verniciatura di superfici metalliche e lignee;
2.9. Operazioni di prelievo (dragaggio, perforazioni, etc.) effettuate in

mare, sui fiumi, laghi o sulle acque pubbliche e private in genere.

3. Residui e code di distillazione da produzione ed utilizzazione di:
3.1. Acrilonitrile;
3.2. Anilina;
3.3. Clorobenzene;
3.4. Cloruro di benzile;
3.5. Cloruro di etile;
3.6. Cloruro di vinile;
3.7. Dicloroetilene;
3.8. Epicloridrina;
3.9. Fenolo-acetone da cumene;
3.10. Nitrobenzene da nitrazione del benzene;
3.11. Tetraclorobenzene;
3.12. Tetraclorometano;
3.13. Toluene di isocianato;
3.14. 1.1.1-Tricloroetano;
3.15. Tricloroetilene e percloroetilene.

4. Soluzioni esauste provenienti da:
4.1. Lavaggio e strippaggio nei processi galvanici in cui sono impiegati i cianuri;
4.2. Bagni galvanici;
4.3. Bagni salini contenenti cianuri impiegati nei trattamenti a caldo dei metalli;
4.4. Bagni esausti di sviluppo di pellicole e lastre fotografiche e radiografiche;
4.5. Residui di processi pirolitici;
4.6. Residui derivanti dalla produzione, preparazione e utilizzazione di inchiostri, coloranti, pigmenti, pitture, lacche e vernici;
4.7. Residui di produzione, preparazione e utilizzazione di resine, lattice, plastificanti, colle e adesivi;
4.8. Lavaggi contenenti idrocarburi, olii, morchie e simili provenienti da natanti adibiti a trasporto marittimo commerciale o da serbatoi di prodotti petroliferi.

5. Solventi esausti di seguito elencati e relativi residui provenienti dalla loro distillazione nelle fasi di recupero
5.1. Clorobenzene;

5.2. Cloruro di metilene;
5.3. o-Diclorobenzene;
5.4. Piridina;
5.5. Solfuro di carbonio;
5.6. Tetracloroetilene;
5.7. Tetraclorometano;
5.8. Toluene;
5.9. 1.1.1-Tricloroetano;
5.10. Tricloroetilene;
5.11. Triclorofluorometano;
5.12. 1.1.2-Tricloro 1.2.2-Trifluoroetano.

6. Residui catramosi e bituminosi derivanti da operazioni di trattamento e stoccaggio del carbone, del petrolio e dei prodotti petroliferi.

7. Sostanze chimiche di laboratorio non identificabili.

8. Sostanze acide e/o basiche impiegate nei trattamenti di superfici dei metalli.

9. Farmaci, biocidi, sostanze fitofarmaceutiche ed altre sostanze chimiche fuori specifica.

10. Olii contenenti bifenili e trifenili policlorurati.

11. Fanghi derivanti dalla depurazione delle acque reflue dei processi, dei trattamenti e delle operazioni compresi nella presente tabella.

12. Materiale di pulizia e perdite derivanti dalla produzione di stirene monomero.
(omissis)"

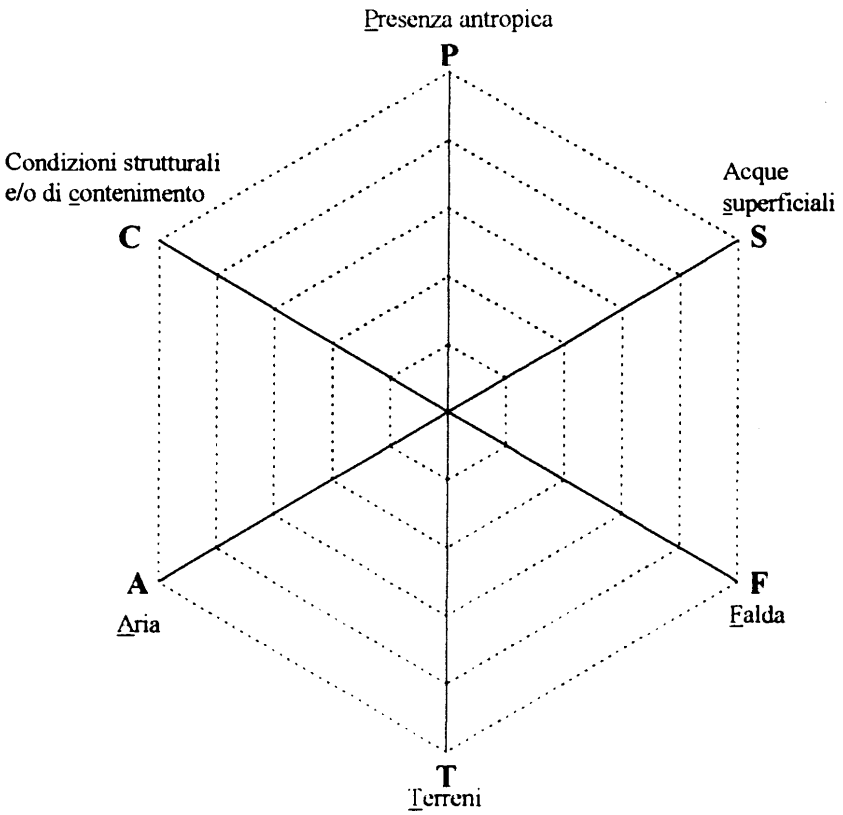
ALLEGATO 2
SCHEDA DI VALUTAZIONE OPERATIVA

DENOMINAZIONE DEL SITO

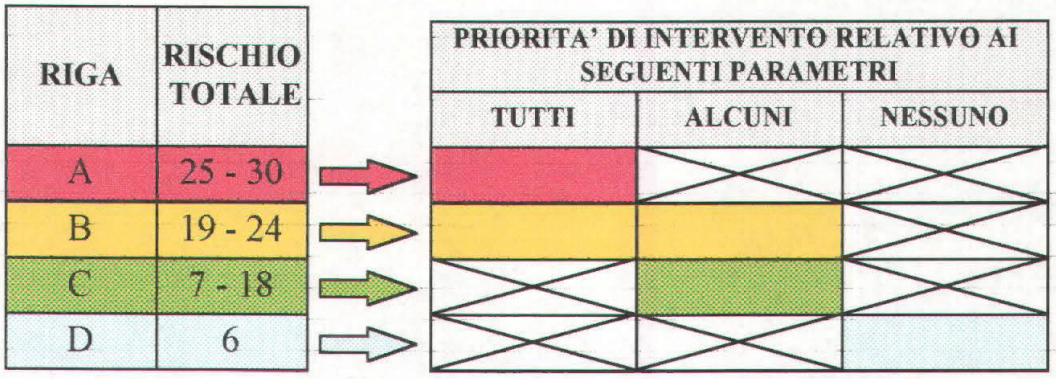
UBICAZIONE

RILEVATORE

Il radar ambientale



Qualora per uno stesso parametro si verifichino due casi diversi con corrispondenti rischi diversi, occorre considerare il più grave dei due, ovvero il rischio con punteggio più elevato.



La tabella va letta a partire dalla colonna del rischio totale, in cui si individua la riga in cui collocare il sito esaminato, sommando i punteggi riportati dai singoli parametri.

Nel caso della riga A, tutti i parametri raggiungono un valore almeno pari a 4 e, quindi, si configura la sola ipotesi di un intervento globale. Nella riga B, si possono configurare sia l'ipotesi di un intervento globale, sia quella di più interventi mirati. Nella riga C, non viene considerata l'ipotesi di un intervento globale, per preferire interventi mirati ai singoli ambiti in sofferenza. La riga D, corrisponde a siti che non necessitano di alcun intervento.

In un'ottica di utilizzazione "sul campo" del *Radar Ambientale* è stata messa a punto una scheda, da compilare nella fase del sopralluogo. La scheda (riportata nell'Allegato 2) riassume gli aspetti applicativi e consente di redigere un primo fascicolo documentale del sito esaminato.

Si osservi che, in fase di redazione della lista di priorità, fra due siti cui è stato attribuito uno stesso punteggio, a seguito dell'applicazione del Radar Ambientale, dovrà trovare precedenza quello in cui risulta maggiore il numero di parametri che abbiano raggiunto un punteggio ≥ 4. Qualora si verificasse un'ulteriore sovrapposizione dei risultati, occorrerebbe dare la precedenza, nella lista degli interventi, a quel sito per il quale sia maggiore il punteggio relativo, nell'ordine, alla presenza antropica, poi alla falda, poi alle acque superficiali.

P - PRESENZA ANTROPICA

DEFINIZIONE

La presenza antropica è costituita dalla popolazione circostante e dalla popolazione residente. L'estensione dell'area da considerare deve essere commisurata alle caratteristiche di sospetta pericolosità dei rifiuti abbandonati e alle dimensioni della zona oggetto di indagine. Inoltre, vanno tenute in considerazione le caratteristiche geografiche, meteoclimatiche e la densità abitativa della zona. Particolare attenzione dovrà essere posta alle strutture destinate alla fruizione da parte di categorie particolarmente sensibili (bambini, anziani, ammalati).

Occorre osservare, infine, l'accessibilità della zona oggetto di indagine, ovvero, le condizioni delle eventuali recinzioni e degli altri presidi finalizzati all'isolamento dell'area oggetto di indagine: l'accesso incontrollato da parte della popolazione circostante o di animali può costituire un veicolo per la diffusione delle sostanze pericolose.

Per ***popolazione residente*** si intendono tutti coloro che si trovano ad abitare o a lavorare stabilmente in edifici che siano stati costruiti *sulla zona* oggetto di indagine, oltre a tutti coloro che si trovino, per un periodo prolungato a fruirne, se destinata ad es. al tempo libero.

Per ***popolazione circostante*** si intendono tutti coloro che abitano o lavorano stabilmente *nell'area circostante la zona* oggetto di indagine, tutti coloro che si trovano a transitare nelle immediate vicinanze della zona oggetto di indagine, qualora sia presente una arteria di grande scorrimento (sia viaria che ferroviaria) e tutti coloro che fruiscono dell'area circostante, ad es. nel caso in cui si tratti di un parco o comunque di un'area protetta destinata al tempo libero.

CLASSIFICAZIONE EVENTI	QUANTIFICAZIONE DEL RISCHIO				
	Altamente improbabile	Improbabile	Poco probabile	Probabile	Altamente probabile
Assenza di disturbi	1	1	1	1	1
Disturbi con effetti rapidamente reversibili	1	1	2	3	4
* Casi isolati di infortunio o esposizione. con effetti invalidanti reversibili; * Segnali di allarme sociale.	2	2	3	4	5
* Molteplici casi di infortunio o esposizione con effetti invalidanti reversibili; * Casi isolati di infortunio o esposizione con effetti irreversibili parzialmente invalidanti; * Allarme sociale diffuso	2	3	4	5	5
* Molteplici casi di infortunio o esposizione con effetti irreversibili o parzialmente invalidanti; * Infortunio o esposizione con effetti totalmente invalidanti o letali; * Massicci fenomeni di allarme sociale	3	4	5	5	5

S - ACQUE SUPERFICIALI

DEFINIZIONE

Le acque superficiali prese in considerazione sono tutte quelle che lambiscono, attraversano, entrano in contatto con la zona oggetto di indagine. Particolare attenzione bisogna porre ai casi di sversamento dei materiali ivi presenti sia a causa di fuoriuscite di materiali conservati in contenitori in stato di degrado sia a causa del dilavamento degli agenti meteorici, qualora l'impermeabilizzazione dell'area ne convogliasse lo scarico verso acque superficiali limitrofe. In ogni caso, le acque qui esaminate *non* sono acque destinate ad uso potabile.

Occorrerà, inoltre, valutare la frequenza "storica" di eventuali esondazioni che portando a contatto le acque superficiali con la zona oggetto di indagine, ne favoriscano il dilavamento e, quindi, la diffusione degli inquinanti nel corso superficiale.

CLASSIFICAZIONE EVENTI		QUANTIFICAZIONE DEL RISCHIO				
		Altamente improbabile	Improbabile	Poco probabile	Probabile	Altamente probabile
	Nessuna modificazione	1	1	1	1	1
	* Contenute modificazioni organolettiche delle acque superficiali; * Esondazioni con frequenza ultradecennale	1	1	2	3	4
	* Sensibili modificazioni organolettiche delle acque superficiali * Esondazioni con frequenza decennale	1	2	3	4	5
	* Tracce di metalli pesanti o sostanze accumulabili nella catena alimentare in acque destinate ad uso agricolo * Esondazioni con frequenza quinquennale	2	3	4	4	5
	* Presenza di metalli pesanti o altre sostanze accumulabili nella catena alimentare in acque destinate ad uso agricolo; * Esondazioni con frequenza annuale o semestrale	2	3	4	5	5

F - FALDA

DEFINIZIONE

La **falda superficiale** da sottoporre a valutazione deve essere individuata sulla base delle caratteristiche idrogeologiche (note) dei terreni interposti fra la base d'appoggio dei materiali pericolosi e la superficie della falda, nonché la natura e le caratteristiche dell'acquifero che contiene la falda stessa, che possono favorire la percolazione o la diffusione lungo direttrici specifiche. Particolare attenzione deve essere posta, ove possibile, alla individuazione della direzione in cui si muove la falda. Essenziale risulta la conoscenza delle caratteristiche litologiche del sito al fine di determinare il livello di vulnerabilità della falda. In ogni caso occorrerà porre particolare attenzione alle falde che si trovino immediatamente sottostanti o a contatto con la zona oggetto di indagine, anche qualora lambiscano in modo non continuativo la massa di materiale inquinato.

Per **falde profonde** si intendono quelle idrogeologicamente separate (almeno originariamente) da quella superficiale. E' da queste che preferibilmente si attinge l'acqua da destinare ad uso idropotabile. Particolare attenzione va posta nello stabilire l'effettiva separazione o meno della falda profonda rispetto a quella superficiale. Di estrema importanza è altresì la valutazione se l'area di interesse ricade in un'area nella quale avviene o si presume che avvenga l'alimentazione delle falde profonde site a valle.

Nell'attribuzione dei gradi di probabilità dell'evento occorre rapportare la pericolosità e la mobilità dei rifiuti presenti nell'area di indagine al tipo di protezione delle falde, intese complessivamente, fornito dalla struttura idrogeologica del sito (rapporti spaziali tra definiti permeabili e definiti impermeabili).

CLASSIFICAZIONE EVENTI	QUANTIFICAZIONE DEL RISCHIO				
	Altamente improbabile	Improbabile	Poco probabile	Probabile	Altamente probabile
Nessuna modificazione	1	1	1	1	1
Modificazioni delle caratteristiche organolettiche di falde superficiali o "sospese" senza connessione con le falde profonde site a valle	1	1	2	3	4
Modificazioni delle caratteristiche organolettiche di falde profonde o di falde superficiali a contatto con falde profonde	1	2	3	4	5
Tracce di contaminanti nelle falde profonde che alterano le caratteristiche di potabilità	2	3	4	4	5
Presenza di contaminanti che rendono l'acqua della falda inadatta alla potabilizzazione	2	3	4	5	5

T - TERRENI

DEFINIZIONE

I contaminanti comunemente considerati sono: melme acide, residui catramosi, metalli pesanti, pesticidi, idrocarburi e naturalmente il rischio ad essi connessi deve essere valutato in rapporto alle caratteristiche litologiche della zona oggetto di indagine.

CLASSIFICAZIONE EVENTI				QUANTIFICAZIONE DEL RISCHIO				
				Altamente improbabile	Improbabile	Poco probabile	Probabile	Altamente probabile
Assenza di contaminanti				1	1	1	1	1
TERRENI IMPERMEABILI E/O INQUINANTI A BASSA MOBILITA'	Contaminazione su aree limitate e spessore inferiore ad 1 metro	TERRENI PERMEABILI E/O INQUINANTI AD ELEVATA MOBILITA'	Contaminazione in poche macchie superficiali	1	1	2	3	4
	Contaminazione su aree vaste e spessore inferiore ad 1 metro		Contaminazione su aree limitate e spessore inferiore ad 1 metro	1	2	3	4	5
	Contaminazione su aree limitate e spessore superiore ad 1 metro		Contaminazione su aree vaste e spessore inferiore ad 1 metro	2	3	4	4	5
	Contaminazione su aree vaste e spessore superiore ad 1 metro		Contaminazione con spessore superiore ad 1 metro	2	3	4	5	5

A - ARIA

DEFINIZIONE

La contaminazione dell'aria fa riferimento ad odori molesti, polveri o esalazioni che si possono riscontrare avvicinandosi all'area oggetto di indagine. La persistenza e l'intensità degli odori molesti costituisce un fattore che, sebbene non necessariamente nocivo per la salute o per l'ambiente, rappresenta spesso una delle cause scatenanti il malcontento popolare. Il problema degli odori va valutato sia in rapporto alla popolazione residente, sia a quella di passaggio, ove la zona oggetto di indagine si trovi in prossimità di vie di comunicazioni. L'area da indagare deve essere individuata tenendo in particolare considerazione la eventuale presenza di venti dominanti che possono allontanare anche in modo non trascurabile le esalazioni dal punto in cui si sono generate. Vanno considerate, per contro, tutte le eventuali barriere geografiche o architettoniche che possono contribuire a limitare l'area interessata dalle esalazioni in oggetto.

Particolare attenzione va posta al grado di volatilità, alla nocività ed alla persistenza in forma aerodispersa delle sostanze potenzialmente pericolose presenti nella zona oggetto di indagine

CLASSIFICAZIONE EVENTI	QUANTIFICAZIONE DEL RISCHIO				
	Altamente improbabile	Improbabile	Poco probabile	Probabile	Altamente probabile
Assenza di odori o odori assimilabili a quelli derivanti dalle attività agricole	1	1	1	1	1
Episodi di emissione di odori molesti o polveri, percepibile dalle zone antropizzate	1	1	2	3	4
* Emissione continua di odori molesti o polveri, percepibile dalle zone antropizzate; * Emissione di gas, vapori, polveri dannosi per la salute o per le strutture limitata al sito	1	2	3	4	5
Emissione di gas, vapori, polveri dannosi per la salute o per le strutture su vasta area a basso grado di antropizzazione	2	3	4	4	5
Emissione di gas, vapori, polveri dannosi per la salute o per le strutture su vasta area ad elevata antropizzazione	2	3	4	5	5

C - CONDIZIONI STRUTTURALI E/O DI CONTENIMENTO

DEFINIZIONE

Questo parametro comprende la valutazione dello stato di conservazione di tutte le strutture fisse o mobili, interrate o superficiali, di qualunque dimensione (dalle cisterne alle vasche, dai fusti ai barattoli) che con il loro cedimento possano direttamente o indirettamente provocare lo sversamento di sostanze potenzialmente dannose. Quindi, oltre alle strutture di contenimento direttamente a contatto con le sostanze, vanno valutate anche eventuali strutture esterne di stoccaggio (capannoni, tettoie, ecc.), in considerazione del peso che possono avere sia a livello di velocità di degrado dei contenitori, sia a livello di rischi di crolli che vadano ad intaccare i contenitori provocando una dispersione.

Si osservi, tuttavia, che risultano esclusi tutti gli eventi derivanti esclusivamente dalle strutture in quanto la valutazione riguarda i rischi connessi con le sostanze pericolose rinvenute nell'area.

Particolare attenzione va posta al pericolo legato alla commistione - a seguito del cedimento di strutture di contenimento - di sostanze reattive capaci di sprigionare vapori dannosi o di generare reazioni esotermiche e principi di incendio.

La probabilità da attribuire alle varie classi di eventi è, evidentemente, funzione del numero di contenitori presenti nell'area e dell'aleatorietà del contenuto, delle condizioni di conservazione di contenitori e strutture e dei danni che gli uni e le altre possono generare.

		QUANTIFICAZIONE DEL RISCHIO				
		Altamente improbabile	*Improbabile*	*Poco probabile*	*Probabile*	*Altamente probabile*
CLASSIFICAZIONE EVENTI	Discrete condizioni di conservazione di contenitori e strutture edilizie	1	1	1	1	1
	Trafilature di materiali non particolarmente pericolosi	1	1	2	3	4
	Sversamenti di materiali non particolarmente pericolose e/o trafilature di materiali pericolosi	1	2	3	4	5
	Perdite di sostanze a basso grado di volatilità e/o di reattività con gli agenti esterni	2	2	4	4	5
	Perdite di sostanze pericolose volatili e reattive con gli agenti esterni o con altre sostanze stoccate nelle immediate vicinanze	2	3	4	5	5

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

Ambiente Italia (a cura di), *Il risanamento delle aree contaminate*, F. Angeli Ed., Milano 1991

Assessorato all'Ambiente Regione Lombardia (a cura di) *Smaltimento dei rifiuti - Legislazione statale e regionale*, Regione Lombardia, Milano 1990

Bressa G., *Rifiuti e rischi dello smaltimento*, in GEA - Gestione ed Economia dell'Ambiente, Maggioli Ed., gennaio-febbraio 1996 pp.38-43

Ceccon L., *L'utilizzazione dei rifiuti come risorsa energetica: la situazione nella Regione Friuli-Venezia*, XVIII Congresso Nazionale di Merceologia "Qualità verso il 2000. Contributi delle Scienze Merceologiche", Verona, 1-2-3/10/98

CED EWC - Club Européen des Déchets, *Atti del Primo Forum Europeo sui Rifiuti*, Bruxelles, 16-17/11/1997, IBGE - Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement

Cellerino R., *Oltre la tassazione ambientale - Nuovi strumenti per il controllo dell'inquinamento*, Il Mulino Ed., Bologna 1993

Cordini G., *Diritto Ambientale*, Cedam Ed., Padova 1995

de Fraja Frangipane E., Andreattola G., Tatàno F., *Terreni contaminati - Identificazioni Normative Indagini Trattamento*, C.I.P.A. Editore, Milano 1994

Dell'Anno P., *Manuale di diritto ambientale*, Cedam Ed., Padova 1995

Egidi D., Vannini S., *Le navi dei veleni e le bonifiche dei siti contaminati - Dalla gestione dell'emergenza una metodologia di intervento*, Pitagora Editrice, Bologna 1995

Ferrara R., Lombardi R., *Codice dell'Ambiente*, Cedam Ed., Padova

1996

Ficco P. (a cura di), *Check -point attuazione "Decreto Ronchi"*, in "Rifiuti - Bollettino di informazione normativa", Ed. Ambiente, Milano n.44 8-9/98

Ficco P., Gerardini F., *La gestione dei rifiuti - Il nuovo sistema dopo il "Decreto Ronchi"*, Ed. Ambiente, Milano 1997

Forti M., *Crociere tossiche*, in "Equilibri - Rivista per lo sviluppo sostenibile", Ed. Il Mulino / Fondazione ENI Enrico Mattei, Bologna, n.2/1998, pp.185-189

Frigerio A. (a cura di), *Rifiuti urbani e industriali*, Ed. Gruppo scientifico Italiano Studi e Ricerche, Milano 1995

Giunta Regione Emilia-Romagna, *Deliberazione 1183 del 24 05 1996 - L.R. 27 94, art.33 Direttive tecniche di riferimento per le bonifiche delle zone inquinate*, Bollettino Ufficiale Regione Emilia Romagna, Parte seconda N.44 Anno 27, 16/07/1996, Bologna

Giunta Regione Lombardia, *Deliberazione N.6 17252 del 01 08 1996 "Standard di qualità dei suoli per la bonifica dei terreni contaminati sul territorio lombardo"*, Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia, 2° Supplemento straordinario al N.41, Anno XXVI N.234, 10/10/1996, Milano

ISTAT, *Statistiche ambientali 1984*, ISTAT, Roma 1984

ISTAT, *Statistiche ambientali 1991*, ISTAT, Roma 1991

ISTAT, *Statistiche ambientali 1993*, ISTAT, Roma 1993

ISTAT, *Statistiche ambientali 1996*, ISTAT, Roma 1996

ISTAT, *Statistiche ambientali 1998*, ISTAT, Roma 1998

Istituto Ambiente Italia (a cura di), *Rapporto annuale di*

Legambiente - Ambiente Italia 1995, Edizioni Ambiente, Milano 1995

Istituto Ambiente Italia (a cura di), *Rapporto annuale di Legambiente - Ambiente Italia 1996*, Edizioni Ambiente, Milano 1996

Istituto Ambiente Italia (a cura di), *Rapporto annuale di Legambiente - Ambiente Italia 1997*, Edizioni Ambiente, Milano 1997

Istituto Ambiente Italia (a cura di), *Rapporto annuale di Legambiente - Ambiente Italia 1998*, Edizioni Ambiente, Milano 1998

Ministère de l'Environnement, *La prévention des pollutions et des risques - Les installations classées*, Paris 1995

Ministero dell'ambiente, *Relazione sullo Stato dell'ambiente*, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma 1992

Ministero dell'ambiente, *Relazione sullo Stato dell'ambiente*, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma 1997

Moroselli L. (a cura di), *Siti contaminati*, Clueb Ed., Bologna 1994

OCDE, *Examens des performances environnementales - Allemagne*, OCDE - Paris 1993

OCDE, *Examens des performances environnementales - Autriche*, OCDE - Paris 1995

OCDE, *Examens des performances environnementales - Canada*, OCDE - Paris 1995

OCDE, *Examens des performances environnementales - États-Unis*, OCDE - Paris 1996

OCDE, *Examens des performances environnementales - Norvège*,

OCDE - Paris 1993

OCDE, *Examens des performances environnementales - Pays-Bas*, OCDE - Paris 1995

OCDE, *Examens des performances environnementales - Pologne*, OCDE - Paris 1995

OCDE, *Examens des performances environnementales - Royaume-Uni*, OCDE - Paris 1994

OCDE, *Performances Environnementales dans les Pays de l'OCDE - Progrès dans les années 90*, OCDE - Paris 1996

OCDE, The State of the Environment, OCDE, Paris 1985

Pernice M., Santoloci M., *La nuova disciplina in materia di rifiuti*, 2ª edizione, Buffetti Editore, Roma 1998

Pitea D., De Cesaris A.L., Marchetti G. (a cura di), "*Ricerche e Risultati - Valorizzazione dei progetti di ricerca 1994-97*", Fondazione Lombardia per l'Ambiente, Milano 1998

Regione Piemonte - Assessorato all'Ambiente - Servizio Bonifiche, *Linee guida per interventi di bonifica di terreni contaminati*, Torino, dicembre 1994

Riganti V. et al., *Rifiuti tossici e nocivi: valutazione critica dei trattamenti di bonifica in sito e negli impianti* - in Progetto "Gestione del territorio e smaltimento dei rifiuti tossici e nocivi", FLA "Gestione del territorio e smaltimento dei rifiuti tossici e nocivi", Milano 1994-1995, Rapporto Finale in corso di stampa

Stanners D., Bourdeau P., *Europe's Environment - The Dobris Assessment*, European Environment Agency, Copenhagen 1995

Torrente A., Schlesinger P., *Manuale di diritto privato*, Giuffrè Ed., Milano 1985

Unichim, *Linee guida per la valutazione di terreni e falde contaminati - Aspetti normativi e analisi di rischio*, Manuale n.185, Unichim, Milano 1997

Unichim, *Suoli e falde contaminati - Tecnologie di indagine e di bonifica - Linee Guida*, Manuale n.175, Unichim, Milano 1994

Vaccari V., Cordoni C., *Socio-economic characteristics of an area with a positive gradient of environmental risk: the Oltrepo Pavese*, Vol.2 Proceedings 11th IGWT-Symposium "Commodity Science and Susainable Development" , Vienna 26/08 - 01/09/1997

Vaccari V., Cordoni C., *Strumenti economici e giuridici per il recupero dei siti dismessi e delle discariche abusive di RTN*, FLA "Gestione del territorio e smaltimento dei rifiuti tossici e nocivi", Milano 1994-1995, Rapporto Finale in corso di stampa.

Vaccari V., Cordoni C., *Un radar per individuare i rischi ambientali*, GEA - Gestione ed Economia dell'Ambiente, Maggioli Ed., n. 6/97 pp.27-44

Zavatti A., *Il controllo dell'ambiente: sintesi delle tecniche di monitoraggio ambientale*, Pitagora Editrice, Bologna 1994

"Relazione del Gruppo *ad hoc* sulla qualità dei suoli", Appendice al Rapporto del Progetto n.1 *Gestione del territorio e smaltimento dei rifiuti tossici e nocivi*, Convenzione Università degli Studi di Pavia - Fondazione Lombardia per l'Ambiente di Milano, 1994-1995.